

# FAKTA *Jordbruk*

Sammanfattar aktuell forskning vid SLU • Nr 13 1998

Monica Kling

## Mykorrhiza

– dold kraft i växtproduktionen

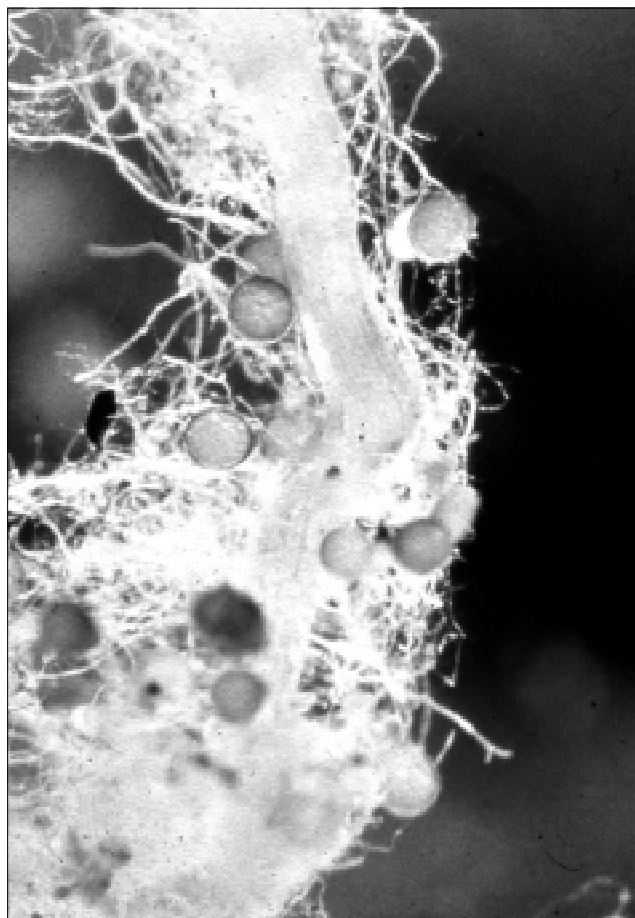


Foto: Iver Jakobsen

*De flesta jordbruks- och trädgårdsväxter utvecklar symbios med mykorrhizasvampar. Bilden visar en växtrot omgiven av svampens hyfer och sporer.*

- Jordbruks- och trädgårdsväxter utvecklar ofta symbios med arbuskulär mykorrhizasvamp. Svampen växer in i roten, där den från växten får kol till uppbyggnad och energi. I utbyte levererar den mineralnäring från jorden.
- Mykorrhizan kan ha många positiva effekter på växtproduktionen genom effektivare näringsupptagning och ökad stresstolerans mot torka och växtpatogener. Den har också en positiv inverkan på jordens struktur.
- Betydelsen av mykorrhiza i fält kan vara svår att bedöma, eftersom många faktorer är med och påverkar symbiosens funktion.
- Olika arter av mykorrhizasvamp har olika förmåga att transportera näring till växterna. Hur väl mykorrhizan fungerar kan delvis bero på vilka svamp- och växtarter som ingår i symbiosen.
- Odlingåtgärder påverkar i hög grad utveckling och funktion av mykorrhiza i jordbruksmark. Lättlösliga fosforgödselmedel och många pesticider kan ha en negativ inverkan. Att odla en mykorrhizabildande fånggröda är däremot positivt.

**A**rbuskulär mykorrhiza (AM) är den globalt mest spridda formen av svamp-växtsymbioser. Den utvecklas mellan svampar av ordningen Glomales och cirka 70 procent av världens växtarter, däribland de flesta jordbruks- och trädgårdsgrödor. I AM-symbiosen har parterna ömsesidig nytta av varandra. Svampen får sitt kol från växten och i utbyte transporterar den stora mängder mineralnäring till roten från den omgivande jorden.

### Arbuskler i växtroten

Symbiosen utvecklas inuti växtrotterna utan någon märkbar förändring av rotens morfologi. Roten kan vara närmast fylld av svampstrukturer, varav de för svampgruppen speciella arbusklerna, se figur 1, är mest betydelsefulla. Genom arbusklerna överförs näring mellan svamp och värdväxt.

Svampens externa mycel, som växer ut långt utanför roten i markprofilen (figur 2 och 3), är anpassat till att effektivt ta upp och transportera mineralnäring från jorden. Det utgör därigenom en viktig förbindelse-länk mellan växtrotterna och den omgivande markmiljön. AM-svampar är den organismgrupp som mest direkt bidrar till växternas näringsupptagning. De har genom denna funktion en viktig betydelse för cirkulationen av näringsämnen i markväxsystemet.

### Effektiv fosfortransport

Mykorrhizans tydligaste effekt på växterna är en ökad tillväxthastighet, speciellt i magra jordar. Detta beror främst på ökad näringstransport till rötterna av t.ex. P, N, K, S, Mg, Zn och Cu från jorden.

**FIGUR 2.**

**Fosfor, P, är ett näringsämne som rör sig långsamt i marken genom diffusion. AM-svampens hyfer sträcker sig långt ut i**

**marken utanför roten och förser växten med snabbt transporterad fosfor.**

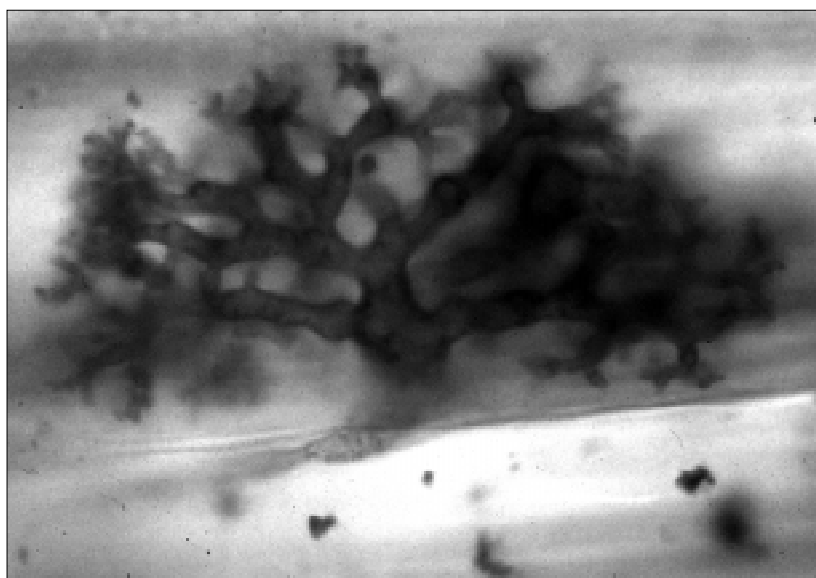
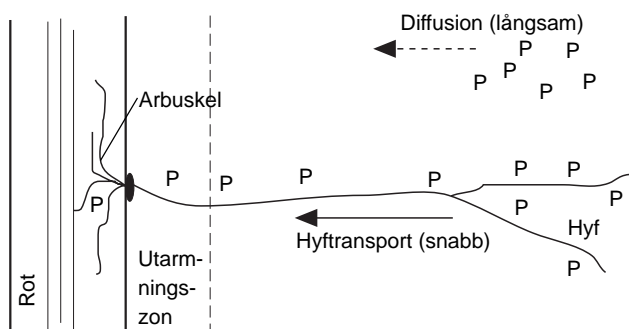


Foto: Iver Jakobsen

**FIGUR 1. Arbusklerna, som givit namn åt denna typ av mykorrhiza, är trädformade strukturer som bildas inuti rotcellerna genom starkt förgrenade svamphyfer. Det är genom arbusklerna som näringsutbytet mellan svampen och växten sker.**

Svampens bidrag till växtnäringssupptagningen är speciellt viktig för sådana mineraler som transporteras långsamt i marken genom diffusion. Fosfor är den viktigaste av dessa. Fosfor har en mycket liten rörlighet i jorden, varför det snabbt bildas en utarmningszon omkring aktivt absorberande rötter. Mykorrhizamycelet brygger över denna zon och utgör en effektiv genväg för fosfortransport till rötterna, se figur 2.

### Gynnar baljväxtbakterier och motverkar patogener

Mykorrhizabildningen kan också påverka växten indirekt genom dess effekter på andra tillväxtstimulerande markorganismer. Baljväxtbakterien *Rhizobium* gynnas av mykorrhizabildningen p.g.a. den ökade fosforupptagningen. Den kan därvid bilda fler och mer aktiva rotknölar, med en ökad kvävefixering som följd.

Interaktioner mellan mykorrhizasvamp och växtpatogener förekommer också. Mykorrhizabildningen kan motverka negativa effekter av rotpatogena svampar och nematoder, eller reducera den patogena organismens population. Orsaken anses vara en direkt påverkan genom att resistensmekanismer hos växten kopplas in. AM-svamparna konkurrerar också med den patogena organismen om näring och utrymme och det kan råda direkt antagonism mellan organismerna.

### Stabiliserar jordaggregaten

Mykorrhizasymbiosen bidrar till en högre stresstolerans mot torka, men hur stor betydelse svampen har för växtens vattenförsörjning är ännu oklart.

En orsak till en högre torkresistens kan vara att det externa mycelet ger en ökad strukturabilitet i marken genom fysikalisk och kemisk inverkan på aggregatbildningen. Det rikliga och fintrådiga mycelet utgör ett nätverk för jordaggregaten att fastna i, se figur 3. Mycelet utsöndrar dessutom ett specifikt ämne, ett glykoprotein, som fungerar som klister mellan aggregaten.

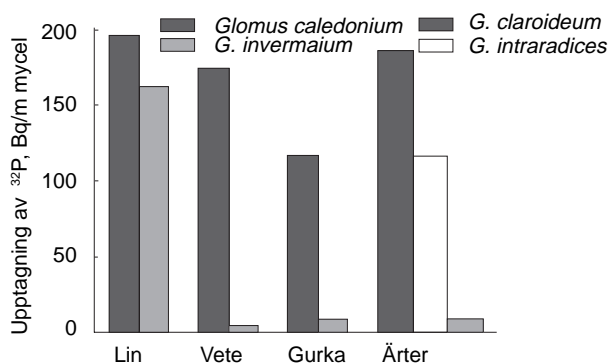
### Svårt överföra växthusresultat till fält

I många försök, av vilka de flesta har utförts med steriliserad jord i växthus, har ovan nämnda positiva effek-

ter av mykorrhiza kunnat påvisas. Symbiosens funktion och effekter är betydligt svårare att bedöma i en fältsituation, där en lång rad mer eller mindre mätbara faktorer spelar in. Huruvida växten får en bättre näringsförsörjning och en ökad tillväxt genom mykorrhizan beror bl.a. på artsammansättningen i svamppopulationen och hur dessa svamparter passar ihop med den växtart som odlas. AM-svamp är i egentlig mening inte artspecifik i sitt val av värdväxt, utan alla svamparter inom ordningen kan bilda mykorrhiza med samtliga AM-bildande växter. Däremot fungerar de olika bra tillsammans.

Förmågan till fosfortransport genom mykorrhizamycelet skiljer mellan olika svamparter och mellan olika svamp-växtkombinationer (figur 4). Detta har vi, i samarbete med danska forskare, visat i växthusförsök, där svampens direkta bidrag till fosforupptagningen har studerats med hjälp av den radioaktiva fosforisotopen  $^{32}\text{P}$ . I fält är som regel mer än en svampart inblandad i symbiosen. De olika svamparnas samlade effekt på växtproduktionen kan vara svåra att förutsäga.

**Stora art- och sortskillnader**  
Olika växtarter fungerar olika i symbios med AM-svamparna. Baljväxter som ärter, bönor, klöver och luzern bildar lätt mykorrhiza och kan betraktas som mykorrhizaberoende. Detta gäller också många fältodlade köksväxter, som morötter och lökväxter. Stråsäd är oftast mindre beroende, medan lin knappast kan växa utan mykorrhiza.



**FIGUR 4. Skillnader i fosfortransport genom arbuskulär mykorrhiza vid olika svamp-växtkombinationer. (Från Ravnskov & Jakobsen 1995 och Kling & Jakobsen 1997.)**

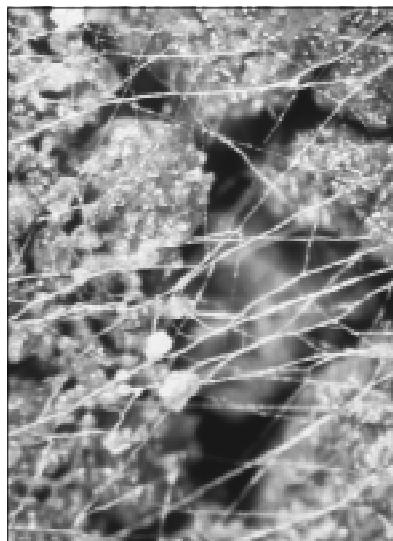


Foto: John Larsen

**FIGUR 3. Mykorrhizasvamparnas myceltrådar, hyfer, genomväver jorden. Dessa fångar upp och transporterar mineralnäring till växten. Mycelet bidrar också till att stabilisera jordens struktur.**

Sortskillnader när det gäller hur växten svarar på mykorrhizasymbiosen finns också. Vete uppvisar t.ex. stora variationer mellan sorterna, varför det vore positivt om studier av mykorrhizafunktionen ingick vid växtförädling och sortprovningar.

### Fungicider kan påverka mykorrhizan

Mykorrhizan påverkas i hög grad av kemiska, biologiska och fysikaliska faktorer i markmiljön. Olika åtgärder i jordbruket kan exempelvis ha stor inverkan.

Användning av vissa pesticider kan kraftigt reducera mykorrhizans utveckling och funktion. Med hjälp av radioaktivt inmärkt fosfor,  $^{32}\text{P}$ , har vi

studerat effekter av fungiciderna carbendazim (Bavistin) och propiconazol (Tilt). Carbendazim orsakade i försöken en nästan total utslagning av svamparnas fosforupptagning, medan ingen påverkan av propiconazol kunde uppmätas, se figur 5.

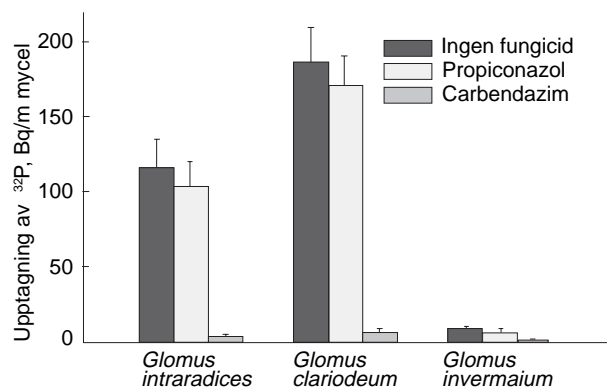
### Fosforgödsling kan vara negativt för symbiosen

Tillförsel av stora mängder lättillgängliga fosforgödselmedel inverkar oftast negativt på etableringen av mykorrhiza i rötterna och på symbiosens funktion. Det är koncentrationen av fosfor i växtrötterna som har betydelse, vilket innebär att någon generalisering utifrån markfosfornivåer inte kan göras.

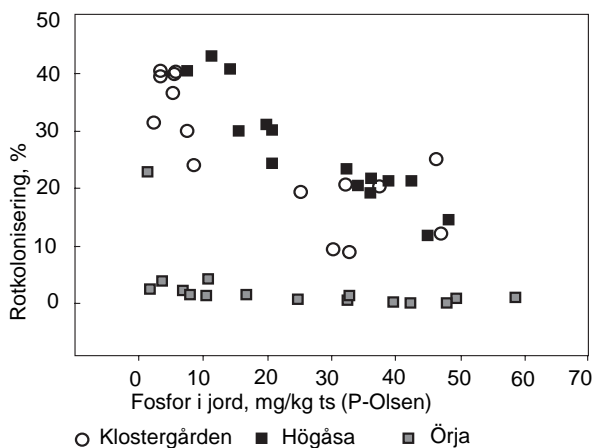
Jordarterna i fält spelar troligen en stor roll. Olika jordar binder fosfor olika hårt p.g.a. skillnader i pH, lerhalt, organiskt material etc. Försättningen för mykorrhizabildning kan alltså vara olika vid likartade markfosfornivåer beroende på jordart och andra markfaktorer. Vilka svamp- och växtarter som bildar mykorrhizan har också betydelse, eftersom de påverkas olika mycket av höga fosfornivåer.

### Fosfors roll utforskas i Mat 21

Vid institutionen för mikrobiologi studerar vi sambanden mellan fosfornivåer, olika markfaktorer och mykorrhizans etablering och funktion. Studien ingår i det tvärvetenskapliga Mistraprojektet Mat 21, om uthållig livsmedelsproduktion. Vi utnyttjar därvid åtta av SLU:s långliggande bördighetsförsök i olika delar av



**FIGUR 5. Effekter av två fungicider på fosfortransport genom arbuskulär mykorrhiza. Staplarna visar mängd radioaktivt P (sönderfall/s), som tagits upp genom mycelet.**



**FIGUR 6. Påverkan av markfosfornivåer på mykorrhizabildningen i olika jordar från tre av SLU:s långliggande bördighetsförsök. De lägsta och högsta värdena i figuren, mätt med P-Olsen-metoden, motsvarar fosforklass 1 respektive 5 i det svenska systemet.**

Sverige. Genom den pågående undersökningen hoppas vi komma sanningen närmare: Hur påverkar fosforgödsling och markfosfornivåer mykorrhizan och dess funktion? Vilka faktorer styr en sådan påverkan? Vilka markfosfornivåer är optimala för en effektiv fosforupptagning till plantorna genom mykorrhizan?

I figur 6 ges exempel på hur potentialen för tidig mykorrhizabildning i växtrötter kan skilja mellan olika fält. Inom fältet kan man i de flesta fall se en negativ effekt av ökad fosforgödsling. Sambandet blir dock betydligt mer komplicerat om man använder sig av flera fält i studien.

### Planera växtföljden efter mykorrhizan!

Även växtföljden påverkar förekomsten av mykorrhizasvamp i fält. Svamparna, som är helt beroende av växten för att kunna växa och fullfölja sin livscykel, gynnas och uppföras olika mycket av olika växtarter.

Oljevaxter och sockerbetor är exempel på växter som inte bildar mykorrhiza alls. Odling av dessa grödor, liksom svart träda, innebär att svamparna inte har någon mat den säsongen. Svampsporerorna gror vid lämplig fuktighet och värme, men hittar inget att leva av. De förbrukas alltså utan att några nya sporer bil-

das. Detta medför att mängden sporer i fält minskar under de år man odlar växter som inte bildar mykorrhiza.

Förrådet av svampsporer återhämtar sig dock efter någon säsong med mykorrhizabildande grödor. En praktisk slutsats av detta är att de mest mykorrhizaberoende grödorna inte bör planeras in direkt efter oljevaxter och sockerbetor i växtföljden. Den långsiktiga effekten på mykorrhizan av olika växtföljdsstrategier studeras också inom Mat 21-projektet.

### Fånggrödor håller mycelet vid liv

Metoder och tidpunkt för jordbearbetningen har betydelse för storleken på mykorrhizamyceliet under vår och försommar. Ett stort, levande AM-svampmycel i jorden tidigt på säsongen innebär att plantorna snabbt kan länkas in i ett väl förgrenat nätverk av näringsledningar. De får därmed tidigt tillgång till näringen i en större jordvolym än vad som annars vore fallet.

Plöjningsfri odling torde gynna förekomsten av ett ostört mycel. Det har också visats att mycelet klarar sig bättre om det får vara intakt under vintersäsongen och jordbearbetningen sker på våren. Odling av mykorrhizabildande fånggrödor

innebär att svampen har mat även under vintersäsongen. Mycelet hinner därmed inte dö av innan en ny gröda etableras efter nedbrukningen av fånggrödan.

### Den osynliga potentialen

Mykorrhizan i åkermark utgör en potential som vi behöver lära oss mer om för att bättre kunna samverka med. En väl fungerande mykorrhiza kan innebära ett minskat behov av fosforgödsling, friskare grödor och en förbättrad markstruktur. Den osynliga mykorrhizan kan således vara en av förutsättningarna för framtidens uthålliga jordbruk.

### Ämnesord

Arbuskulär mykorrhiza, näringstransport, fosfor, markfaktorer, odlingsåtgärder

### Litteratur

- Kling, M. & Jakobsen, I. 1997. Direct application of carbendazim and propiconazole at field rates to the external mycelium of three arbuscular mycorrhizal fungi: effect on <sup>32</sup>P transport and succinate dehydrogenase activity. *Mycorrhiza* 7, 33-37.
- Kling, M. & Jakobsen, I. 1998. Arbuscular Mycorrhiza in Soil Quality Assessment. *Ambio* 27 (1), 29-34.
- Ravnskov, S. & Jakobsen, I. 1995. Functional compatibility in arbuscular mycorrhiza. *New Phytol.* 129(4), 611-618.
- Smith, S.E. & Read, D.J. 1997. *Mycorrhizal Symbiosis*. Academic Press.



Agronom **Monica Kling** är doktorand vid SLU, institutionen för mikrobiologi, Box 7025, 750 07 Uppsala. Telefon: 018-67 33 51, telefax: 67 33 92, e-post: Monica.Kling@mikrob.slu.se

Ansvarig utgivare:  
Redaktör:

Bruno Nilsson, SLU, JLT-fakulteten, Box 7070, 750 07 UPPSALA  
Nora Adelsköld, SLU Informationsavdelningen, Box 7077, 750 07 UPPSALA  
Telefon: 018-67 17 07 • Telefax: 018-67 35 20  
E-post: Nora.Adelskold@info.slu.se

Internet:  
Prenumeration och distribution:

www.slu.se/forskning/fakta/  
SLU Publikationstjänst, Box 7075, 750 07 UPPSALA  
Telefon: 018-67 11 00 • Telefax: 018-67 28 54 • E-post: Inger.Blomstedt@service.slu.se

Pris:  
Tryck:

340 kronor + moms (även lösnr-försäljning)  
SLU Reproenheten, Uppsala  
ISSN 1403-1744 © SLU 1998

