

Mykorrhiza i jorden i lågintensiv, artrik biomassproduktion

LINDA-MARIA DIMITROVA MÅRTENSSON, ANA BARREIRO OCH GEORG CARLSSON

Vägen till ett mera hållbart jordbruk går genom ett större utnyttjande av ekosystemens egna funktioner, till skillnad från att huvudsakligen driva produktionen med externa och syntetiska resurser. Vi bedriver forskning om hur markens bördighet och mikroorganismer påverkas av hur vi brukar jorden för att kunna ge goda och säkra råd om förvaltningen av markens ekosystemtjänster. Här presenterar vi resultat från två svenska och två schweiziska experiment som har studerat mykorrhiza-förekomst i gräsbaseade produktionssystem.

Inledning

Marken blir alltmer erkänd som en viktig resurs, som behöver förvaltas på ett bra sätt (EU, 2012), så att vi kan upprätthålla jordar med hög bördighet och motståndskraft mot till exempel ogräs, sjukdomar och jorderosion. Markens mikroorganismer spelar en avgörande roll för de funktioner i marken, som vi behöver förlita oss på (Bardgett & van der Putten, 2014). Bakterier bidrar bland annat till nedbrytningen av dött biologiskt material och därmed till att göra näringsämnen tillgängliga för växterna. Saprotofisk svamp bidrar, i likhet med bakterier, till nedbrytning och tillgängliggörandet av näring. Saprotofisk svamp bidrar dessutom till en bättre markstruktur, då deras hyfer bildar stora och komplicerade nätverk som avger ett klibbigt ämne. Mykorrhizasvamp bildar symbios med växter. Denna symbios bygger på ett ömsesidigt utbyte av resurser mellan de båda parterna, där växt-

partnern skickar energi i form av sockerarter till svamppartnern, som i sin tur skickar tillbaka näring till växten. Mykorrhizasvampars hyfer sträcker sig längre bort från växten än dess eget rotsystem och når på sätt näringskällor som växten inte själv kan nå. Mykorrhizasvamp bidrar, liksom saprotrofisk svamp, också till en bättre markstruktur.

Perenna eller semi-perenna produktionssystem, så som naturbetesmarker, betesvallar, vallodling och andra perenna grödor, gynnar markens mikroorganismer bland annat för att de mekaniska ingreppen genom markbearbetning minskar. Särskilt mykorrhizasvamp och saprotrofisk svamp uppvisar större biomassa (Barreiro m.fl. 2019a; Dimitrova Mårtensson m.fl. 2020) och rikedom (Fox m.fl. 2019) i jordbrukssystem utan markbearbetning. En mångfald av funktioner hos växtarter och grödor har också uppvisats ha fördelar för svampar, men dessa resultat är mindre samstämmiga än jämförelserna mellan olika markbearbetning (Chen m.fl., 2014; Chen m.fl., 2019).

I nuläget är kunskaps- och erfarenhetsunderlaget otillräckligt för att vi ska kunna ge goda och säkra råd om förvaltningen av markens mikroorganismer och deras funktioner i växtodling. BIOINVENT är ett projekt som syftar till att fastställa hur skötsel av olika gräsmarker i Europa påverkar markens mikrobiella

biomassa, diversitet och funktion. I den övergripande studien (Dimitrova Mårtensson m.fl. 2020, Faktablad 2020-7) är skillnaden i skötsel så stor att det är svårt att förstå hur de olika komponenterna, växtmångfald och gödsling, inverkar på mikroorganismerna. Därför har vi gjort ytterligare studier i fältförsök, där vi undersökt om mykorrhizasvamp avtar med gödsling, ökar med ökad växtmångfald och om större mängd mykorrhiza ser ut att hänga samman med växternas fosforinnehåll.

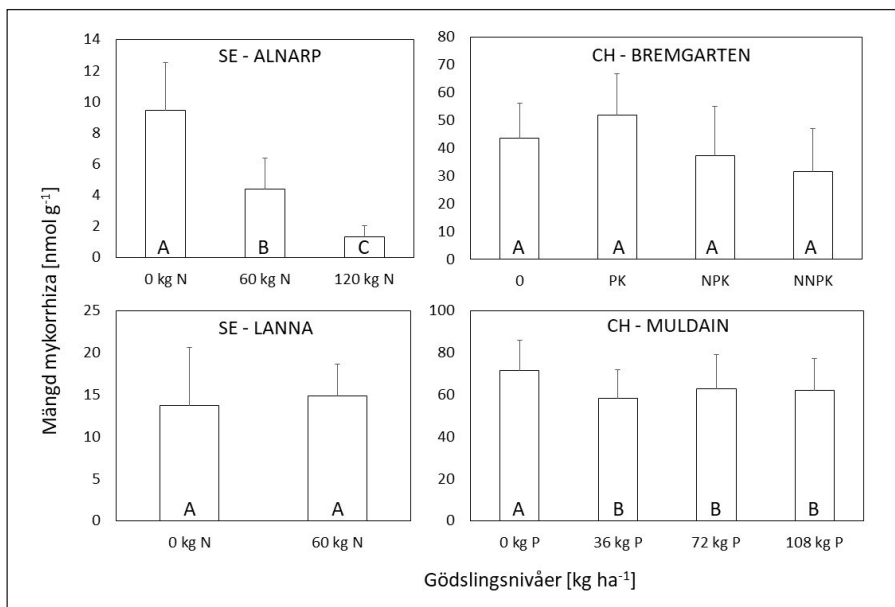
Material och metoder

Vid SLU i Sverige och AGROSCOPE i Schweiz har vallodlingsförsök etablerats som delar av andra projekt för studier av biomassaproduktion och växtmångfald. I vår forskning fokuserar vi på utformning och utvärdering av odlingssystem med hög växtmångfald och låga insatser av externa resurser. Behandlingarna i de svenska experimenten är därför både kvävestege och diversifiering. Vi har ogödslade och gödslade provrutor, som såts in med en gräsart, tre gräsarter, tre gräsarter och baljväxter samt tre gräsarter, baljväxter och vilda blommande växter. Alla växter är örtartade. De Schweiziska experimenten har använts för att studera gödslingens inverkan på växtsamhällena och produktionen. Alla försöksleden finns presenterade i tabell 1. I provrutorna togs jordprover och växtsamhället inventerades med

Tabell 1. De fyra försöksplatserna och deras respektive behandlingar.

Plats	Gödsling	Diversifiering
Alnarp, Sverige	0, 60, 120 kg N ha ⁻¹	1) 1 gräs, 2) 3 gräs, 3) 3 gräs + baljväxter, 4) 3 gräs + baljväxter + blandning vilda ängsfrön*
Lanna, Sverige	0, 60 kg N ha ⁻¹	1) 1 gräs, 2) 3 gräs, 3) 3 gräs + baljväxter, 4) 3 gräs + baljväxter + blandning vilda ängsfrön*
Bremgarten, Schweiz	0, 75, 150 kg N ha ⁻¹ 0, 80 kg P ha ⁻¹ 0, 240 kg K ha ⁻¹	–
Muldain, Schweiz	0, 36, 72, 108 kg P ha ⁻¹ 0, 108, 216, 324 kg K ha ⁻¹	–

*) Kommersiell ängsfröblandning från Pratensis.se



Figur 1. Mängden mykorrhiza i jorden under de olika gödslings-nivåerna i experimenten i Sverige (Alnarp och Lanna) och i Schweiz (Bremgarten och Muldain). Staplarna anger medelvärden av 4 upprepningar, och felstaplarna anger variationen i de fyra upprepningarna. Olika bokstäver ovanför staplarna anger att det är statistiskt signifikanta skillnader ($p < 0,05$) mellan behandlingarna. Data kommer från Barreiro m.fl. 2019b.

avseende på artantal och diversitets-index. Jordproverna från både Sverige och Schweiz analyserades med avseende på näringsinnehåll, mikrobiell biomassa och diversitet. I Sverige samlades även växtprover in för analys av fosforinnehåll.

Resultat

Våra resultat visar att i flera fall minskar mängden mykorrhizasvamp när vi gödslar (figur 1). I Alnarp, Sverige, där vi enbart använt kvävegödning, ser vi att kvävegödningen ger en mindre mängd mykorrhizasvamp

i marken. I Lanna, Sverige, ser vi däremot ingen påverkan alls. I Bremgarten, Schweiz, ser vi inte heller några effekter av gödsling på mängden mykorrhizasvamp. I Muldain ser vi att fosforgödsling ger en mindre mängd mykorrhizasvamp i marken. I Sverige, där vi även haft växtmångfald som behandling i experimenten, ser vi ingen påverkan av växtmångfald på mängden mykorrhizasvamp i marken.

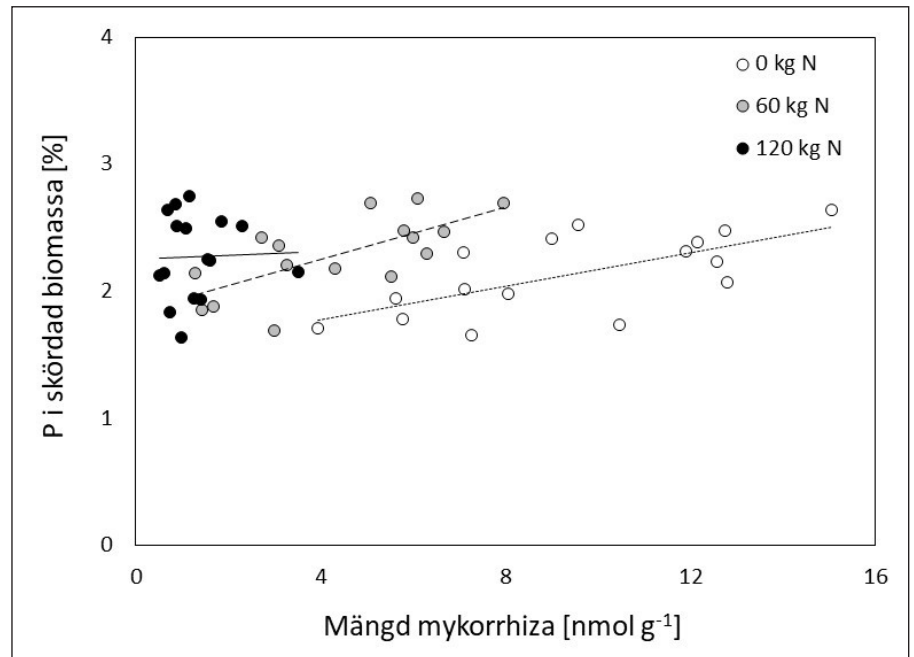
I försöken i Sverige hade vi möjlighet att analysera det skördade materialets fosforinnehåll. I Alnarp visar resultatet ett positivt samband mellan mängden mykorrhiza i marken och innehållet av fosfor i det skördade växtmaterialet i rutor där vi inte gödslar eller där vi gödslar med endast 60 kg N ha⁻¹ (figur 2), men i Lanna syns inga sådana samband. En sammanfattning av våra förväntade respektive faktiska försök ses i tabell 2.

Diskussion

I våra vallodlingsförsök såg vi en högre mängd mykorrhizasvamp i försökled som inte gödglas eller som gödglas lite grann. I likhet med tidigare studier uppvisar våra resultat stora variationer, och endast i två av de fyra försöksplatserna förekom skillnader mellan behandlingar. Vi vågar oss ändå på att dra slutsatsen av mykorrhizasvamp missgynnas av en alltför hög näringstillgång, särskilt med avseende på fosfor. Tidigare laborationsförsök har visat att mykorrhiza nedreglerats av näringstillgänglighet genom att växterna minskar energitillförseln till svamppartnern. Markbearbetning är också ett stort problem för mykorrhizasvamp. Den mekaniska störningen bryter sönder de – för både svamp och växt – värdefulla nätverken av hyfer som de bygger upp. När nätverken slits itu

tvingas svampen att börja om och växterna kan inte dra lika god nytta av den extra näringsförsörjningen. Inga av dessa system plöjdes under försökstiden, så vi kan med säkerhet eliminera mekanisk störning som förklaring till våra resultat. Däremot har försöken i Schweiz pågått under fler år än de i Sverige, vilket kan vara en förklaring till att mängden mykorrhiza är mycket större i Schweiz än i Sverige (dock inte testat statistisk i denna studie), vilket troligen beror på att de fått växa ostört under en längre tid. I en jämförelse mellan de två svenska försöken, har marken i Alnarp haft en betydligt mer intensiv skötsel innan försöken startade (konventionell odling av ettåriga grödor) än i Lanna (betesmark). Denna skillnad i fältens historik kan ligga till grund för att mängden mykorrhizasvamp i Alnarp skiljer sig åt mer mellan försöksleden, och är betydligt lägre i de gödslade leden än i Lanna där markorganismerna är anpassade till en lång historik av lågintensiv skötsel.

I de studerade försöken finns inget samband mellan växtmångfald och mykorrhizaförekomst, vilket vi hade förväntat oss. Troligen beror detta på att gräsarterna dominerar även i de artrika leden och att det blir gräsarterna som dikterar huvudvillkoren för mykorrhizautvecklingen i samtliga blandningar. Våra resultat visar också ett visst samband mellan mängden mykorrhizasvamp i marken och en god näringsförsörjning. Vi hade enbart tillgång till nödvändiga data för de svenska försöken, där ett av försöken uppvisade samband mellan mykorrhiza och fosforinnehåll när näringstillförseln var noll eller låg, medan det andra försöket inte visade på sådana samband. Vi behöver utforska dessa samband



Figur 2. De linjära förhållandena mellan mängden mykorrhiza i marken och innehållet av fosfor (P) i det skördade växtmaterialet visat för vardera gödningsnivån (0, 60 och 120 kg N ha⁻¹) i experimentet i Alnarp. De linjära förhållandena är signifikanta för 0 kg N ha⁻¹ och 60 kg N ha⁻¹, men inte för 120 kg N ha⁻¹. Varje punkt i diagrammet motsvarar en provruta i experimentet. Data kommer från Barreiro m.fl. 2019b.

Tabell 2. Sammanfattning av de resultat vi förväntade oss respektive de faktiska resultaten.

	Förväntat resultat	Faktiskt resultat
Gödslingens påverkan på mykorrhiza	↓	↓
Växtmångfaldens påverkan på mykorrhiza	↑	0
Samband mellan mykorrhiza och växternas fosforinnehåll	↑	↑

ytterligare, med nya studier, för att kunna säga med säkerhet vad som är styrande och drivande faktorer. Detta stämmer överens med de diskussioner som fördes vid ett samverkansseminarium, där såväl forskare som jordbrukare och andra avnämare ansåg att vi alla behöver mer kunskap om markens minsta invånare och vad de har för betydelse för odlingens hållbarhet. En av jordbrukarna på seminariet föreslog ett fokusskifte från att odla grödan till att odla jorden, där markens mikroorganismer ansågs som viktiga på grund av deras roll i näringscirkulationen och som symbionter (mykorrhiza och kväve-

fixerande bakterier) i näringsupptaget, för en bättre markstruktur, stabil produktion och som delar i markens födoväv. Fortsatt forskning kommer att fokusera på markens ekosystemtjänster och organismer i ett odlings-systemperspektiv.

Slutsatser

Mängden mykorrhizasvamp i marken är högre i ogödslade provrutor, och minskar med ökande gödslingnivå. Mängden mykorrhizasvamp har ett positivt samband med fosforinnehållet i det skördade växtmaterialet i försöksrutor där vi inte tillsätter gödning och där vi en-

dast ger en låg giva. I de studerade försöken finns inget samband mellan växtmångfald och mykorrhizaförekomst, vilket vi hade förväntat oss. De resultat som framkommit i studien bekräftar betydelsen av lågintensiv skötsel för att gynna mykorrhiza-svampar och deras värdefulla funktion. Samtidigt visar resultaten att det finns tydliga behov av mer forskning för att generera tillämpbar kunskap om hur vi kan skapa bra förutsättningar för den odlade markens mikroorganismer och de ekosystemtjänster som de bidrar med.

Finansiering

Projektet 'Generic bio-inventory of soil microbial diversity and functioning in self-regulatory grassland ecosystems across management and climate gradients (BIOINVENT)' har finansierats av FORMAS och BIODIVERSA.

Referenser

Bardgett, R.D., van der Putten, W.H., 2014. Belowground biodiversity and ecosystem functioning. *Nature* 515, 505.

Barreiro, A., Fox, A., Lüscher, A., Widmer, F., Vieira, Â., Parelho, C., Silva, L., Melo, J., Jongen, M., Dias, T., Tenreiro, R., Cruz, C., Musyoki, M., Zimmermann, J., Rasche, F., Dimitrova Mårtensson, L.-M. (2019a) Soil microbial biomass and

community structure in grasslands with different management intensity along Europe. In: *Improving sown grasslands through breeding and management*, Vol 24 *Grassland Science in Europe*, pp 464.

Barreiro, A., Fox, A., Lüscher, A., Widmer, F., Dimitrova Mårtensson L.M. (2019b) Fertilization effects on the fungal biomass in grasslands. Conference contribution. The EGU General Assembly 2020, Vienna, Austria.

Chen, D., Xing, W., Lan, Z., Saleem, M., Wu, Y., Hu, S., Bai, Y., 2019. Direct and indirect effects of nitrogen enrichment on soil organisms and carbon and nitrogen mineralization in a semi-arid grassland. *Functional Ecology* 33, 175-187.

Chen, Y.-L., Zhang, X., Ye, J.-S., Han, H.-Y., Wan, S.-Q., Chen, B.-D., 2014. Six-year fertilization modifies the biodiversity of arbuscular mycorrhizal fungi in a temperate steppe in Inner Mongolia. *Soil Biology and Biochemistry* 69, 371-381.

Dimitrova Mårtensson, L.-M., Barreiro, A., Duchene, O., Jensen, E.S., 2020. Perennial crops for sustainable soil management – Symbiotic fungi benefit from cultivation of a perennial cereal in Europe. *FAO Global Symposium on Soil Biodiversity*, Rome, Italy.

Dimitrova Mårtensson, L.-M., Barreiro, A., Carlsson, G., 2020. Markens minsta invånare i produktionsgräsmarker. *Faktablad 2020-7*, Partnerskap Alnarp.

EU, 2012. The implementation of the Soil Thematic Strategy and ongoing activities. In: *Commission, E. (Ed.)*.

Fox, A., Lüscher, A., Barreiro, A., Dimitrova Mårtensson, L.-M., Silva, L., Vieira, Â., Parelho, C., Cruz, C., Melo, J., Musyoki, M., Zimmermann, J., Rasche, F., Widmer, F. (2019) Agricultural management and agro-climatic region are important determinants of bacterial community composition in European permanent grasslands.. In: *Improving sown grasslands through breeding and management*, Vol 24 *Grassland Science in Europe*, pp 466

- Faktabladet är utarbetat inom LTV-fakultetens institution Biosystem och teknologi
- Projektet är finansierat av FORMAS (formas.se) och BIODIVERSA (biodiversa.org)
- Projektansvarig har varit Linda-Maria Dimitrova Mårtensson, Institutionen för Biosystem och teknologi, som arbetat tillsammans med Ana Barreiro och Georg Carlsson (samma institution) i projektet.
- Övrig publicering inom projektet – LTV-FAKTABLAD 2020:7 Markens minsta invånare i produktionsgräsmarker.