

AUSWIRKUNGEN LANDWIRTSCHAFTLICHER KULTURMASSNAHMEN AUF DIE ARBUSKULÄRE MYKORRHIZA IM ÖKOLOGISCHEN LANDBAU

Manfred GOLLNER, Jürgen K. FRIEDEL und Bernhard FREYER
Universität für Bodenkultur Wien (BOKU), Institut für Ökologischen Landbau (IFOEL),
Gregor-Mendel-Strasse 33, A-1180 Wien

1 Zusammenfassung / Summary

"Kann die Menschheit ihre Angelegenheiten so regeln, dass ihr hauptsächlichster Besitz, die Fruchtbarkeit des Bodens, aufrecht erhalten wird? - Von der Antwort auf diese Frage hängt die Zukunft der Zivilisation ab."
Sir Albert HOWARD, Mein landwirtschaftliches Testament, 1940

Ziel dieser Arbeit war die Untersuchung der Auswirkungen landwirtschaftlicher Kulturmassnahmen im Ökologischen Landbau (ÖL) auf den Mykorrhizabesiedelungsgrad (MBG) von Getreide. Ein hoher Anteil an Leguminosen in der Fruchtfolge, die Vermeidung von Schwarzbrache, die Düngung mit Stallmist statt Gülle sowie eine lockernde Bodenbearbeitung mit dem Grubber statt wendender Bodenbearbeitung mit dem Pflug bewirkten eine signifikante Erhöhung des MBG der Getreidewurzeln.

The aim of this study was to explore the effects of agricultural practices on the living conditions of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) in organic farming systems to support plant growth and to ensure adequate yields. A high proportion of legumes as a pre-crop, avoidance of bare fallow, organic fertilization (composted or rotted farmyard manure instead of slurry, and loosening instead of turning soil management (tillering instead of ploughing) resulted in a significant increase of the degree of colonization of the crop plants by AMF.

2 Problemstellung

Umweltbelastungen infolge industrieller agrarischer Produktionssysteme steigern das gesellschaftliche Interesse an nachhaltigen Alternativen, wie dem ÖL (HOOKER und BLACK 1995). Die Prinzipien des ÖL sind das Streben nach geschlossenen Stoffkreisläufen im Betrieb, der schonende Umgang mit nicht erneuerbaren Ressourcen, die Nutzung natürlicher Selbstregulationsmechanismen sowie die Erhaltung der Vielfalt der Arten und des Landschaftsbildes (LINDENTHAL et al. 1996). Die Produktivität stützt sich im ÖL u.a. auch auf die Förderung der Bodenfruchtbarkeit wie z.B. durch arbuskuläre Mykorrhizapilze (AMP). Ca. 80% unserer landwirtschaftlichen Nutzpflanzen gehen eine Symbiose mit AMP ein. Eine effiziente arbuskuläre Mykorrhiza (AM) fördert die Nährstoffaufnahme und die Resistenz gegenüber biotischen und abiotischen Stressfaktoren, wodurch eine Wachstumssteigerung der Pflanzen erfolgen kann. Vor dem Hintergrund der Optimierung des ÖL besteht Interesse, die Beziehungen zwischen Bewirtschaftungsmassnahmen und der AM zu untersuchen.

3 Ziele

Ziel der Untersuchung war die Klärung von Zusammenhängen zwischen dem MBG der Kulturpflanzen und unterschiedlichen Bodenbearbeitungsintensitäten, Anteilen an Luzerne in der Fruchtfolge sowie der Düngung mit unterschiedlichen organischen Düngern.

4 Methoden

Die Entnahme der Bodenproben zur Untersuchung der Wurzeln erfolgte im Bearbeitungshorizont während des Schossens der Getreidepflanzen, da zu diesem Zeitpunkt die P-Aufnahme der Pflanzen, bei der die AMP eine wichtige Rolle spielen, ein Maximum erreicht (RÖMER und SCHILLING 1986). Die Pflanzenwurzeln wurden nach VIERHEILIG und PICHE (1998) gefärbt. Die Bonitur der Wurzellängendichte erfolgte nach GIOVANNETTI und MOSSE (1980), der MBG wurde nach McGONIGLE et al. (1990) ermittelt. Die Bewirtschaftung der Versuchsflächen (Tab. 1) musste den Richtlinien des ÖL entsprechen.

Tabelle 1: Übersicht über Einflussfaktoren auf die Kolonisation durch AMP und die Versuchsstandorte der Feldversuche

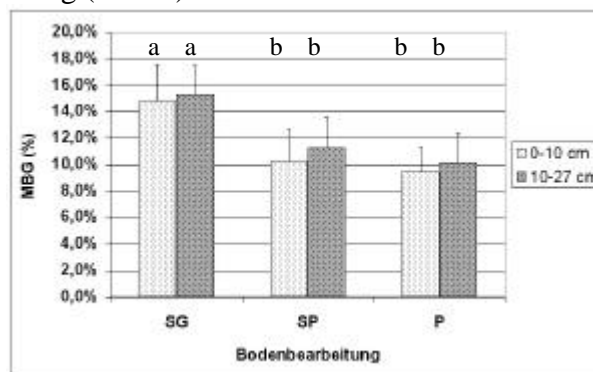
Einflussfaktoren	Versuchsorte		
	Raasdorf	Gumpenstein	Wörrstadt (D)
Vorfruchtwirkung	X		
Bodenbearbeitung			X
Stallmistdüngung		X	

5 Ergebnisse und Diskussion

In keinem Versuch konnte signifikante Abhängigkeiten zwischen dem MBG und der Ertragsbildung oder dem Proteingehalt festgestellt werden. Dies war im niedrigen Ertragsniveau infolge der Trockenheit im Versuchsjahr 2000 und durch Krankheits- und Schädlingsbefall sowie Unkrautdruck bedingt.

5.1 Bodenbearbeitung

Die lockernde Bodenbearbeitung mit dem Schichtengrubber führte zu einer signifikanten Erhöhung des MBG von Winterroggen im Vergleich zur wendenden Bodenbearbeitung mit dem Schichtenpflug oder Pflug (Abb. 1).



SG ... Schichtengrubber, SP ... Schichtenpflug, P ... Pflug

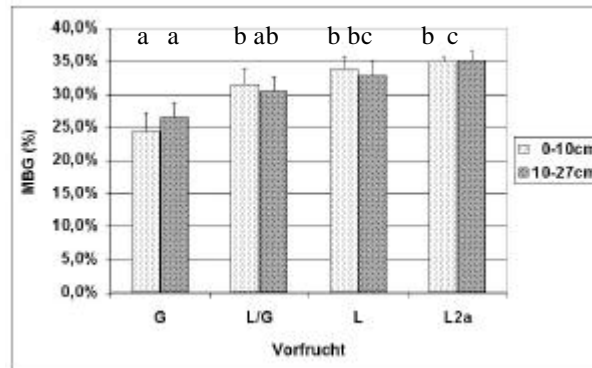
I ... Standardfehler des Mittelwertes; a, b, c ... signifikante Unterschiede (Tukey-Test: $P < 0,05$).

Abbildung 1: Mykorrhizabesiedelungsgrad von Winterroggen in zwei Bodentiefen in Abhängigkeit der Bodenbearbeitungsintensität

Das Ergebnis ist ein Anzeichen für die Förderung der AM durch lockernde Bodenbearbeitung. Durch den Schichtengrubber bleibt die vertikale Verteilung der Sporen der AMP erhalten (DOUDS et al. 1995). Der Schichtengrubber scheint ausserdem eine verminderte Zerstörung des externen Myzels der AMP zu bewirken, der Nährstofftransport durch das intakte Hyphennetz der AMP wird weniger beeinträchtigt.

5.2 Fruchtfolge

Der MBG von Winterweizen nahm mit steigendem Anteil von Luzerne in der Fruchtfolge zu (Abb. 2).



G ... Gemenge aus je 25% Glatthafer, Rotschwingel, Schafschwingel und Wiesenschwingel

L/G ... 90% Luzerne, 10% Gräsergemenge (siehe G), Angaben in Flächenprozent

L, L2a... Luzerne einjähriger Bestand, Luzerne zweijähriger Bestand

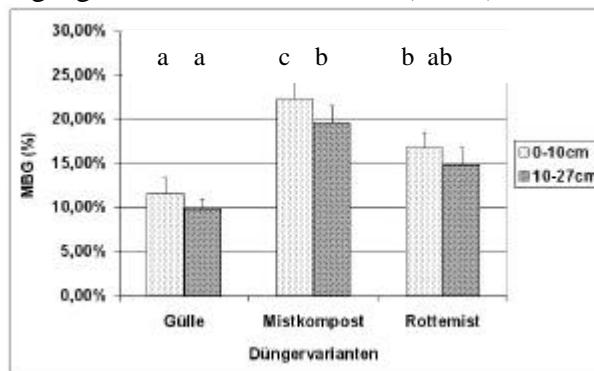
I ... Standardfehler des Mittelwertes; a, b, c ... signifikante Unterschiede (Tukey-Test: $P < 0,05$).

Abbildung 2: Mykorrhizabesiedelungsgrad von Winterweizen in zwei Bodentiefen in Abhängigkeit vom Anteil an Luzerne in der Fruchtfolge

JAKOBSEN und NIELSEN (1983) konnten bei Leguminosen im Vergleich zu Gräsern eine höher ausgeprägte Abhängigkeit von einer AM beobachten. Eine effiziente AM hilft den Leguminosen den hohen P-Bedarf bei der N-Fixierung zu decken (BAREA et al. 1994). Leguminosen hinterlassen im Vergleich zu Gräsern daher i.a. nachfolgenden Feldfrüchten ein höheres Kolonisationspotenzial an AMP. Dadurch lässt sich der gemessene höhere MBG von Winterweizen nach Luzerne erklären.

5.3 Düngung

Die Düngung mit Stallmistkompost bewirkte einen signifikant höheren MBG von Sommerroggen als die Düngung mit Rottemist oder Gülle (Abb.3).



I ... Standardfehler des Mittelwertes; a, b, c ... signifikante Unterschiede (Tukey-Test: $P < 0,05$).

Abbildung 3: Mykorrhizabesiedelungsgrad von Sommerroggen in Abhängigkeit von den Düngervarianten und der Bodentiefe

Mistkompost erhöht i.a. die mikrobielle Aktivität des Bodens infolge einer höheren Trockenmasse an organischer Substanz (BERNER et al. 1997). Der niedrigere MBG von Sommerroggen bei Gülledüngung ist vermutlich auf den hohen Gehalt an Ammonium (NH_4^+) in der Gülle zurückzuführen (FINCK 1991). Bei einer erhöhten Aufnahme durch die Pflanze

wird NH_4^+ in der Wurzel durch den Einbau in Assimilate (z.B. Proteinbildung) detoxifiziert. Hohe Düngergaben an NH_4^+ führen deshalb zu einer Assimilatunterversorgung der Mykোসymbionten, wodurch es zu einem Rückgang in der Aktivität der Symbiose kommt (MARSCHNER 1995, S. 249).

6 Fazit:

Um die Leistungsfähigkeit der Symbiose zwischen den landwirtschaftlichen Kulturpflanzen und den AMP am Standort optimal zu fördern, ist ein möglichst hoher Anteil an Leguminosen in der Fruchtfolge mit einer lockernen Bodenbearbeitung und einer Düngung mit Stallmistkompost anzustreben. Um detailliertere Aussagen zu den Auswirkungen der Fruchtfolgegestaltung auf die AM tätigen zu können, ist eine längere Untersuchungsdauer erforderlich, um v.a. unterschiedliche Witterungsbedingungen in den Versuchsjahren in der Interpretation berücksichtigen zu können. Weiters müssen zur Abdeckung der Breite der offenen Fragen in der landwirtschaftlichen Praxis mehrere unterschiedliche Fruchtfolgen in unterschiedlichen Klimaräumen in die Untersuchung einbezogen werden. Für ein weitgehendes Verständnis der Auswirkungen ackerbaulicher und pflanzenbaulicher Kulturmassnahmen auf die AM sind die Untersuchungen auf weitere Kulturarten und im ÖL zugelassene Düngemittel und Pflanzenschutzmittel auszudehnen. Zur Auswirkung der unterschiedlichen Dauer der Ökologischen Bewirtschaftung auf die AM liegen zur Zeit noch keine weiteren gesicherten Erkenntnisse vor.

7 Literatur:

- ALLEN, B.L., JOLLEY, V.D., ROBBINS, C.W. and FREEBORN, L.L., (2001): Fallow versus wheat cropping of unamended and manure-amended soils related to mycorrhizal colonization, yield, and plant nutrition of dry bean and sweet corn. *Journal of Plant Nutrition* 24, 921-943.
- BAREA, J.M., AZCON, R. and AZCON-AGUILAR, C., (1994): Vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in nitrogen-fixing systems. In: J.R. NORRIS, D. READ and A.K. VARMA, (Eds.): *Techniques for mycorrhizal research. Methods in Microbiology*. Academic Press Inc., San Diego, CA. 928 Pp. ISBN 0-12-521490-1, p. 851-877.
- BERNER, A., SCHERRER, D. und ALFÖLDI, T., (1997): Stickstoffeffizienz von unterschiedlich aufbereiteten Misten in einer Ackerfruchtfolge auf Lösslehm. Posterbeitrag zur 4. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, März 1997. An der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität, Bonn.
- DOUDS, D.D., GALVEZ, L., JANKE, R.R. and WAGONER, P., (1995): Effect of tillage and farming system upon populations and distribution of vesicular-mycorrhizal fungi. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 52, 111-118.
- FINCK, A., (1991): *Dünger und Düngung*. 2. Auflage, VCH Verlag, Weinheim.
- GIOVANNETTI, M. and MOSSE, B., (1980): An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. *New Phytologist* 84, 489-500.
- HOOKE, J.E. and BLACK, K.E., (1995): Arbuscular mycorrhizal fungi as components of sustainable soil-plant systems. *Critical Reviews in Biotechnology* 15, 201-212.
- JAKOBSEN, I. and NIELSEN, N.E., (1983): Vesicular-arbuscular mycorrhiza in field-grown crops I. Mycorrhizal infection in cereals and peas at various times and soil depths. *New Phytologist* 93, 401-413.
- LINDENTHAL, T., VOGL, C. und HESS, J., (1996): Forschung im Ökologischen Landbau. Sonderausgabe der Zeitschrift "Förderungsdienst" 2C/1996. 92 S.
- MARSCHNER H., (1995): *Mineral Nutrition Of Higher Plants*. 2nd Edition. Academic Press, London.
- McGONIGLE T.P., MILLER M.H., EVANS D.G., FAIRCHILD G.L. and SWAN J.A., (1990): A New Method Which Gives An Objective Measure Of Colonisation Of Roots By Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungi. *New Phytologist* 115: 495-501.
- RÖMER W. and SCHILLING G., (1986): Phosphorous Requirements Of Wheat Plant In Various Stages Of Life Cycle. *Plant And Soil* 91, 221-229.
- VIERHEILIG, H. und PICHE, Y., (1998): A Modified Procedure For Staining Arbuscular Mycorrhizal Fungi In Roots. *Zeitschrift Für Pflanzenernährung Und Bodenkunde* 161, 601-602.