

Tagungsbeitrag zu:
Jahrestagung der DBG
Kom. IV

Titel der Tagung: Böden verstehen
Böden nutzen
Böden fit machen

Veranstalter: DBG, September 2011,
Berlin und Potsdam
Berichte der DBG (nicht begutachtete online
Publikation)
<http://www.dbges.de>

Wirkungsanalyse der Mykorrhiza- komponente in Kombination mit Düngemitteln in Lysimeterversuchen

Axel Behrendt¹, Frank Eulenstein³, Jana
Monk², Lothar Müller³, Marion Tauschke³
Marcos Alberto Lana³

ZUSAMMENFASSUNG

In Lysimeterversuchen mit unterschiedlichen Energiepflanzen (Sonnenblumen, Steinklee, Zuckerhirse) und verschiedenen Grundwasserständen wurde der Einfluss einer Beimpfung mit einem kommerziellen Mykorrhizapräparat (CUXIN -Inokulum) auf Wassereffizienz und Biomassebildung dieser Pflanzen untersucht. Die unterschiedlichen Pflanzenarten reagierten nicht einheitlich auf eine Beimpfung mit Mykorrhiza. Unterschiedlich waren auch der Wasserverbrauch und die verdunstete Wassermenge in Abhängigkeit von der Mykorrhizierung. Die Ergebnisse dieser Lysimeterversuche machen deutlich, wie stark Ertrag und Wassereffizienz von Nutzpflanzen durch das Zusammenwirken von Pflanzenarten, Böden, Grundwasserständen und der Mykorrhizierung bestimmt wird.

Insbesondere bei Sonnenblumen ließen sich signifikant positive Effekte durch Mykorrhizabehandlung nachweisen.

SCHLÜSSELWORTE: Mykorrhiza,
Energiepflanzen, Mykotrophiegrad
Wassernutzungseffizienz, Düngung

¹Leibniz- Zentrum für Agrarlandschaftsforschung -
Forschungsstation Paulinenaue, Deutschland

²AgResearch Limited, Lincoln Research Centre,
Neuseeland

³Leibniz- Zentrum für Agrarlandschaftsforschung
(ZALF) Müncheberg, Email: abehrendt@zalf.de

Einleitung

Bodenmikroorganismen, insbesondere arbuskuläre Mykorrhizapilze, finden bislang in der Praxis der landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion kaum Berücksichtigung, obwohl ihre Bedeutung seit Jahrzehnten unbestritten und durch umfangreiche Literatur belegt ist (Übersichten s. Allen, 1991; Bethlenvalvay & Linderman, 1992) und im Gartenbau zunehmende Anwendung erfährt (Feldmann, 1998; Schneider & Gillissen, 2007).

Arbuskuläre Mykorrhizapilze kommen in nahezu allen natürlichen und landwirtschaftlichen Ökosystemen vor und besiedeln die Wurzeln von ca. 80% aller Pflanzengattungen, darunter auch der meisten Nutzpflanzen (mit Ausnahme z.B. der Brassicaceae).

Mykorrhizasymbiosen haben nicht nur einen direkten Einfluss auf die Pflanzenentwicklung, sondern sind auch anerkannte biotische Faktoren des Bodenschutzes und führen durch ihr weit verzweigtes Netzwerk zu verminderten Nährstoffauswaschungen, rascher Rezyklisierung von Nährstoffen und Verschiebungen des permanenten Welkepunktes der Wirte (Übersicht s. Miller & Jastrow, 1992). Neben abiotischen Faktoren, die die Bildung und Wirksamkeit der Symbiose beeinträchtigen, ist der entscheidende pflanzliche Steuerfaktor der Mykotrophiegrad der Nutzpflanze. Dieser gibt an, in welchem Maße die Pflanze in der Lage ist, ihre Ernährung mit Hilfe des pilzlichen Mikrosymbionten abzusichern und so unter gegebenen Rahmenbedingungen (Standort- und Landnutzungsbedingungen) mittels der Hyphen des Pilzpartners mineralische Nährstoffe und Wasser aus dem Boden zu erschließen. Durch eine Erhöhung des Mykotrophiegrades der Kulturpflanzen, die Kombination mit geeigneten Symbiosepartnern und ein optimiertes Landnutzungssystem können diese Pflanzen bei minimaler Zufuhr von mineralischen Düngern Schwankungen in ihrer Ertragshöhe in Abhängigkeit vom Standort und der Witterung durch die Symbiose ausgleichen.

Der Mykotrophiegrad könnte als neuer Schlüsselfaktor, zukunftssträchtiger low input Anbausysteme für die effiziente und umweltverträgliche Produktion von Biomasse fungieren.

In der Paulinenauer Grundwasserlysimeteranlage können 15 unterschiedlichen Bodenformen unter gleichen klimatischen Bedingungen untersucht werden. Diese repräsentieren die hydromorphen Böden des nordostdeutschen Jungpleistozäns und ermöglichen die experimentelle Bearbeitung vielfältiger Fragestellungen. Lysimeteruntersuchungen sind unentbehrliche Bestandteile in der ganzheitlichen Betrachtungsweise von Agrarlandschaften. Ohne Lysimeterdaten wären Validierungen von Modellen, die zum Beispiel die Nährstoffauswaschung, Evapotranspiration oder Grundwasserneubildung von Landschaften errechnen, nicht denkbar.

Ob sich durch die Mykorrhizagranulat-anwendung (CUXIN-Inokulum) in verschiedenen Böden bei unterschiedlichen Grundwasserständen positive Effekte mit Energiepflanzen erzielen lassen sollte in den Versuchen ermittelt werden.

Material und Methoden

Die Lysimetergefäße sind durch eine Oberfläche von 1 m² und eine Tiefe von 1,5 m gekennzeichnet. Die Böden in den Lysimetern umfassen Niedermoore verschiedener Mächtigkeit und Herkunft, Niedermoorfolgeböden wie Anmoore über Humusgleye bis zum Sandgley sowie lehmige Substrate (Auenböden mit unterschiedlicher Mächtigkeit der Auenlehmdecke und Sandtieflerme), die meisten Böden wurden monolytisch entnommen.

Für die hier dargestellten Untersuchungen wurden hydromorphe Mineralböden verwendet. Das waren Kalksandmoor und Sandhumusgley (FAO: Mollic Gleysol), Sandrosterde über Gley (Geyic Podsol) und Tieflerme-Amphigley (Stagno Eutric Gleysol).

Es wurden je Kultur ein hoher (40 cm unter Flur) und ein tiefer Grundwasserstand (100

cm u. Fl.) verwendet. In jeder Grundwasservariante gab es eine mykorrhizierte und eine unmykorrhizierte Variante.

Als Energiepflanzen kamen Sonnenblumen, Steinklee und Zuckerhirse zum Einsatz.

Während der Vegetationsperiode können die Grundwasserstände durch automatische Einspeisung von Zusatzwasser (simulierter Grundwasserstrom) auf dem jeweils gewünschten Niveau gehalten werden. Das nach Niederschlägen abfließende Grundwasser wird, nachdem es die Bodensäule passiert hat, in Behältern gesammelt und kann dann auf seine Inhaltsstoffe untersucht werden. Die Zufluss- und Abflusswassermengen werden täglich registriert.

Im 30jährigen Mittel fielen in Paulinenau 515 mm Jahresniederschlag, die Jahresmitteltemperatur betrug 8,9 °C. In der Vegetationsperiode (April-Oktober) waren es durchschnittlich 318 mm Niederschlag. Von den angebauten Pflanzen wurden Biomasse, Trockensubstanz und Inhaltsstoffe bestimmt.

Ergebnisse

Zunächst sollen die Mittelwerte der ersten 3 Versuchsjahre betrachtet werden. Im Sonnenblumenversuch sind im Dreijahresmittel deutlich höhere Erträge mit Mykorrhizabehandlung erreicht worden als ohne Behandlung und das nicht nur bei den tiefen Grundwasserständen von 100 cm unter Flur, was zu erwarten war, sondern auch bei den hohen Grundwasserständen von 40 cm (Abb.1). Bei tieferem Grundwasser hatte sogar die behandelte Variante trotz höheren Ertrages weniger Wasser verbraucht als die unbehandelte Variante. Schaut man sich die Ertragswerte im Verhältnis zum Wasserverbrauch genauer an, ist offensichtlich zu erkennen, dass die Mykorrhizierung zu einer deutlich besseren Wassernutzungseffizienz (WUE) führte. Die Unterschiede ließen sich mit Varianzanalysen bzw. Kovarianzanalysen statistisch absichern. (Tab.1)

Tabelle 1: Wirkung von Mykorrhiza auf Ertrag und Effizienz der Wassernutzung

Kultur	Ertrag TrM (g/m ²)	
	ohne Mykorrhiza	mit Mykorrhiza
Zuckerhirse	1631	1455
Steinklee	450	572
Sonnenblumen	965*	1264*

Kultur	WUE (g Trm/kg Wasser)	
	ohne Mykorrhiza	mit Mykorrhiza
Zuckerhirse	3,35	3,09
Steinklee	0,89	1,12
Sonnenblumen	1,26*	1,82*

* signifikant bei Alpha= 5%, ** signifikant bei Alpha= 1% (Varianzanalyse, 8 Wiederholungen pro Variante, t-Test), WUE = Water Use Efficiency

Das deckt sich mit Ergebnissen von Ginaninazzi et al. (2002) und Feldmann & Boyle (1998), die auch beobachteten, dass Mykorrhiza die Photosyntheseleistung der Nutzpflanzen positiv beeinflusste und zur Optimierung der Wasser- und Nährstoffeffizienz der Nutzpflanzen, zu erhöhter biotischer und abiotischer Stresstoleranz sowie Veränderungen der Pflanzenarchitektur verbunden mit erhöhter Biomassebildung führte.

Ein ähnliches Bild zeigten die Steinkleelysimeter wobei hier die Unterschiede zwischen behandelten und unbehandelten Varianten etwas geringer ausfielen. Aufgrund der recht geringen Erträge war hier ein sehr hoher spezifischer Wasserverbrauch zu verzeichnen, insbesondere in der Variante mit tiefem Grundwasser und ohne Mykorrhizabehandlung.

Die Dreijahresmittel der Zuckerhirselysimeter zeigten ein anderes Bild. Hier waren in den unbehandelten Varianten höhere Erträge zu verzeichnen. Vermutlich hatte die Zuckerhirse bei 100 cm Grundwasserstand (was Trockenstress bedeuten sollte) sogar bessere Bedingungen als bei sehr hohen Wasserständen. In weiteren Untersuchungen werden wir

die Grundwasserstände der Trockenvariante noch tiefer einstellen müssen, um Trockenstressbedingungen zu initiieren.

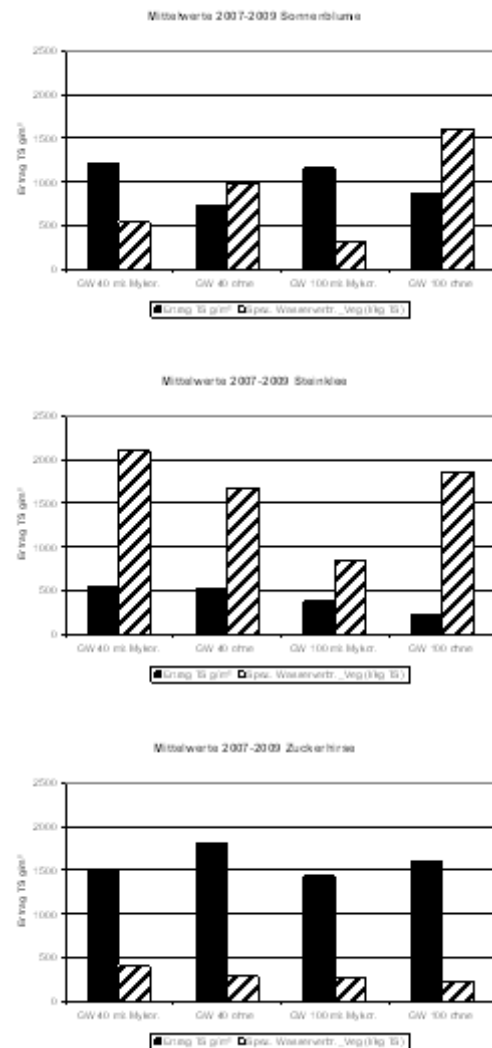


Abb.1 Erträge und spezifischer Wasserverbrauch in den Jahren 2007-2009

Betrachtet man die Ergebnisse der einzelnen Jahre bestätigt sich die positive Wirkung der Mykorrhizabehandlung bei den Sonnenblumen und beim Steinklee bis auf wenige Ausreißer.

Beim Zuckerhirseanbau auf Tiefland-Amphigley ist in den letzten Versuchsjahren eine Trendwende zur positiven Mykorrhizawirkung zu beobachten. Die Ursachen hierfür sind noch nicht vollständig aufgeklärt und werden uns zukünftig noch beschäftigen. Witterungseinflüsse spielen zweifellos hierbei eine entscheidende Rolle. Das deutet sich an, wenn man die Wasserverbrauchswerte zeitlich höher

aufgelöst und in Verbindung mit den Niederschlagsereignissen betrachtet.

Literatur

Allen, M. F.(1991):
The ecology of mycorrhizae. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Bethlenfalvay G.J., Linderman RG. (1992):
Mycorrhizae in sustainable agriculture; vol. 54. Madison: ASA;.

Feldmann, F. (1998):
Symbiontenttechnologie in der Praxis, Arbuskuläre Mykorrhiza im Gartenbau, Thalacker Medien, Braunschweig, S. 29.

Feldmann, F., Boyle, C. (1998):
Concurrent development of arbuscular mycorrhizal colonization and powdery mildew infection on three Begonia hiemalis cultivars. Zeitschrift für Pflanzenkrankh. und Pflanzenschutz 105 (2), 121-129.

Gianinazzi, S., Schuepp, H., Haselwandter, K., Barea, J. (2002):
Mycorrhizal technology in agriculture – from genes to bioproducts. Birkhauser Verlag.

Miller, R.M., Jastrow, J.D. (1992):
The role of mycorrhizal fungi in soil conservation. ASA Special Publication 54 , 29-44 .

Schneider, C., Gillessen, M. (2007):
Mykorrhiza in der GaLaBau-Praxis, bi-GaLaBau 5+6/07, S. 98-100.