

Harmonisierte Zulassungsbedingungen in Ländern der Europäischen Gemeinschaft sowie transparente Informationen über die zuständigen Stellen in den einzelnen Ländern würden den Export erleichtern.

Es sollte beachtet werden, dass die Zulassungsbedingungen für Produkte mit ausländischen Mikroorganismen (z.B. *Piriformospora indica*) in Deutschland zurzeit vorsehen, dass in jedem Bundesland eine Zulassung vom Anwender beantragt werden muss.

Mykorrhizaprodukte, die mit transformierten Karottenkulturen gewonnen werden, enthalten evtl. gentechnisch veränderte Pflanzenzellen. Diese Produkte drängen verstärkt auf den deutschen Markt. Mykorrhizaprodukte sind jedoch teilweise im ökologischen Landbau zugelassen und werden als natürliche Pflanzenstärkung angesehen, dadurch können sich Akzeptanzprobleme der Verbraucher ergeben.

12) MykoSAT – Rural development in Semi Arid Tropics driven by Mycorrhiza

Carsten Witt

Obermenzinger Gymnasium, Freseniusstr. 47, 81247 München
E-Mail: carsten.witt@obermenzinger.de

Mycorrhiza – Miracle of fertile soils is the title of the project successfully completed by the Obermenzinger Gymnasium, Munich, in the context of the 14th FOCUS Schuelerwettbewerb, a school competition sponsored by FOCUS magazine. With support from the Biology Department and the GeoBio-Center – Organic Biology: Mycology of the Ludwig-Maximilians-University of Munich the Obermenzinger students demonstrated that inoculation of radix with spores of soil fungi stimulates the growth of plants, even if they are stressed due to a lack of water or minerals.

The jury of the FOCUS competition awarded the project with the specific award in the category Feeding & Sustainability and 4th place among the total of 140 participating teams. The sponsor of the specific award is BIONADE GmbH Ostheim/Rhoen. More information is available at www.mykorrhiza-europe.eu.

MykoSAT is a non-profit, non-political organization, which is open to individuals, schools, research institutes, business entities and organizations. It will be incorporated as a foundation.

The knowledge gained about mycorrhiza is to be applied under real conditions. MykoSAT intends to cooperate with international organizations, which already are engaged in countries of the semi arid tropics. Covering 6.5 million square kilometers of land in 55 countries, the semi-arid tropics has a population of over 2 billion, 644 million of whom are among the poorest of the poor. MykoSAT and its partners strive to empower these people to overcome poverty, hunger and a degraded environment through better agriculture.

Rural communities (village, small town, district) in semi arid tropics areas will be chosen as cooperation partners. The precondition for starting a cooperation with MykoSAT is a Memorandum of Understanding (MoU), which fixes the will to cooperate in good faith, provides for the formation of a co-operative, the establishment of a school, the development of local agricultural projects driven by mycorrhiza (starting with planting of hedges of *Jatropha curcas* as protection against cattle, wind and erosion as a source of energy crop), and procurement of renewable energy systems.

A stand-alone status for each rural community is a target of the MykoSAT projects. The level of financial investment is to be

kept as low as possible. An individual business plan in combination with a feasibility study will determine necessary equipment, materials and preparations. MykoSAT's main focus is on the cultivation of intellectual property and partnerships. MykoSAT will attempt to find sponsors. Income and expenditures should be balanced within three years of planting *Jatropha* hedges. Over the long run, the co-operative has to generate an income for itself and its members. The profits of the cooperative itself are intended for investments in widening the undertaking.

Spezifische Effekte arbuskulärer Mykorrhizapilze auf pflanzliche Interaktionen¹

In den vergangenen Jahren haben sich verschiedene wissenschaftliche Studien mit dem Einfluss arbuskulärer Mykorrhizapilze (AMF) auf Einzelpflanzen und ihren direkten Interaktionen mit Herbivoren oder Parasiten beschäftigt (z.B. GANGE et al., 1999; SANDERS et al., 1993). Die Effekte von AMF auf die Interaktionen innerhalb von Pflanzengemeinschaften oder auf komplexere Nahrungsketten sind jedoch selten betrachtet worden. In zwei Gewächshausexperimenten haben wir den Einfluss von AMF auf die Interaktionen zwischen Pflanzen, Blattläusen und deren Parasitoiden (Experiment 1, HEMPEL et al., 2009) bzw. auf die Interaktionen zwischen Pflanzengemeinschaften und parasitischen Pflanzen (Experiment 2, STEIN et al., 2009) untersucht. In beiden Experimenten zeigte sich eine große Bandbreite der AMF Effekte in Abhängigkeit von der Identität der pilzlichen und der pflanzlichen Partner.

Das Experiment 1 umfasste vier trophische Stufen: die AMF Isolate *Glomus intraradices* bzw. *G. mosseae*, den Wiesenfuchschwanz (*Phleum pratense*), die Haferlaus (*Rhopalosiphum padi*) und eine die Blattläuse parasitierende Schlupfwespenart (*Aphidius rhopalosiphi*). Die Pflanzen wurden einzeln mit den AMF Isolaten inokuliert, zusätzlich gab es eine nicht inokulierte Kontrolle. Im Verlauf des Experiments wurden auf ein Drittel der Pflanzen Blattläuse gesetzt und auf ein weiteres Drittel Blattläuse und Schlupfwespen. Dieses faktorielle Design erlaubte es uns, die Effekte der AMF auf die einzelnen trophischen Ebenen zu analysieren.

Die Inokulation mit AMF bewirkte generell eine signifikante Erhöhung der Pflanzenbiomasse und eine signifikante Verringerung der Blattlauszahlen (Abb. 1). Zusätzlich wurde bei den mit *G. mosseae* inokulierten Pflanzen im Gegensatz zum restlichen Experiment die pflanzliche Biomasse nicht durch die Anwesenheit von Blattläusen reduziert, dies ist ein Hinweis auf eine höhere Toleranz der Pflanzen gegenüber dem Blattlausbefall (Abb. 1a). Die Parasitierungsrate der Blattläuse sowie die Entwicklungszeit und das Schlupfgewicht der Schlupfwespen variierten in Abhängigkeit von den verwendeten AMF Arten. Dies zeigte sich besonders in der deutlichen Erhöhung des Schlupfgewichts und einer Verringerung der Entwicklungszeit der Schlupfwespen auf den mit *G. mosseae* inokulierten Pflanzen. Somit kann durch die Inokulation mit AMF die Anzahl von Blattläusen sowohl von Seiten der Pflanzen (bottom-up) als auch durch eine bessere Entwicklung der Schlupfwespen (top-down) kontrolliert werden. Den zweiten Effekt konnten wir unserem Experiment nicht näher untersuchen, da nur eine Generation von Schlupfwespen gebildet wurde, diese aber nicht erneut Blattläuse parasitierte. Interessanterweise bewirkte die Inokulation mit AMF jedoch keine Änderung in den Kohlen-

¹ Vortrag anlässlich der 14. Jahrestagung der DPG-Projektgruppe „Mikrobielle Symbiosen“

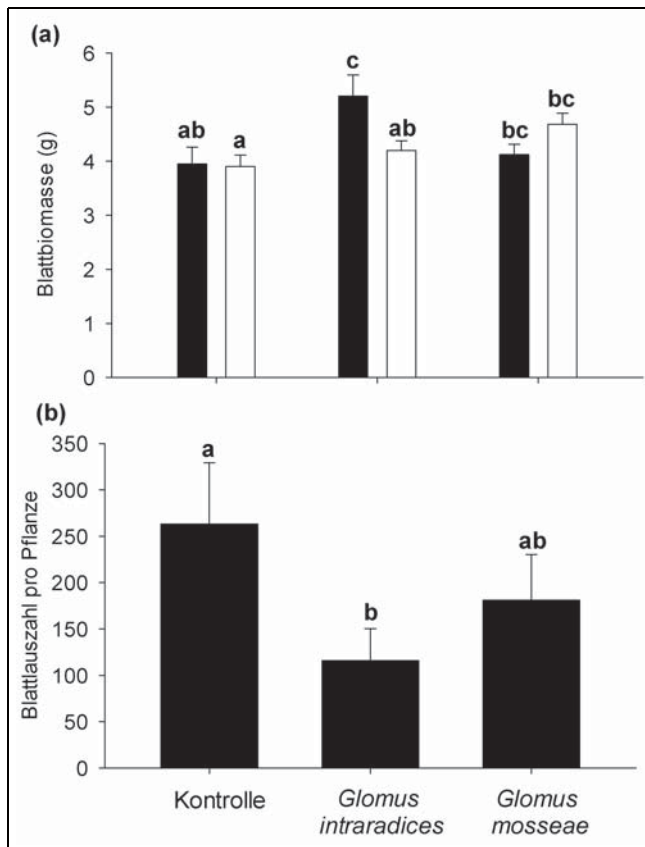


Abb. 1. Pflanzliche Biomasse (a) und Anzahl der Blattläuse (b) am Ende des 1. Experiments. Schwarze Balken = mit Blattläusen, weiße Balken = ohne Blattläuse. Unterschiedliche Buchstaben über den Balken zeigen signifikante Unterschiede zwischen den AMF-Behandlungen, Sterne zeigen signifikante Reduktionen der Biomasse durch Blattläuse (Tukey-Test). Fehlerbalken zeigen Standardfehler.

stoff- und Stickstoffgehalten der Blätter, was zeigt, dass sich die beobachteten AMF-Effekte nicht auf eine einfache Verbesserung der Pflanzenernährung zurückführen lassen, sondern auf spezifischen Änderungen in der pflanzlichen Biochemie beruhen (s. auch POZO und AZCÓN-AGUILAR, 2007).

Im Experiment 2 wurden im Gewächshaus Pflanzengemeinschaften aus sieben Pflanzenarten eines Graslandes (Arten s. Abb. 2) mit zwei kommerziellen AMF-Inokula (*Glomus intraradices* und *Gigaspora margarita*) einzeln und kombiniert bzw. mit im Freiland gesammeltem Wieseninokulum beimpft und mit einer nicht inokulierten Kontrolle verglichen. Zusätzlich wurde in die Hälfte der Gemeinschaften eine hemiparasitische Pflanze, der Kleine Klappertopf (*Rhinanthus minor*), gepflanzt. In diesem Experiment zeigte sich, dass die AMF verschiedene Pflanzenarten unterschiedlich beeinflussten und somit die Struktur der Gemeinschaft verändert. Interessanterweise wurde die pflanzliche Produktivität der Gemeinschaften durch die AMF verringert (Abb. 3), was sich mit einer negativen mykorrhizalen Abhängigkeit der beiden dominanten Pflanzenarten Wolliges Honiggras (*Holcus lanatus*) und Spitzwegerich (*Plantago lanceolata*) begründen ließ. Parallel dazu wurde vor allem das Wachstum der Leguminosen (Vogelwicke *Vicia cracca* und Rotklee *Trifolium pratense*) gefördert, was zu einer gleichmäßigeren Biomasseproduktion in den unterschiedlich behan-

delteten Gemeinschaften führte. Bei näherer Betrachtung der Biomasseproduktion der Einzelpflanzen wurde deutlich, dass jede der Pflanzenarten unterschiedlich auf die verschiedenen AMF-Inokula reagierte (Abb. 2). Die beiden Leguminosen Vogelwicke und Rotklee profitierten besonders von den kommerziellen Inokula, die Vogelwicke unabhängig von der Identität des Inokulums, der Rotklee hingegen profitierte besonders von der Kombination der beiden Inokula. Der Spitzwegerich hingegen zeigte das beste Wachstum in den Gemeinschaften, die mit Wieseninokulum beimpft wurden. Der Große Sauerampfer (*Rumex acetosa*) und der Gewöhnliche Rotschwingel (*Festuca rubra*) zeigten dagegen keine eindeutigen Reaktionen auf die AMF-Inokulate. Zusätzlich hatten die AMF einen positiven Einfluss auf den hemiparasitischen Kleinen Klappertopf, wodurch sie dessen negative Wirkung auf die Biomasse der Pflanzengemeinschaft erst induzierte (Abb. 2 und 3, s. S. 120).

Beide Experimente zeigen deutlich, dass der Effekt der Inokulation mit AMF auf verschiedene Ebenen im Nahrungsnetz und auf verschiedene Pflanzenarten in einer Gemeinschaft nicht verallgemeinert werden kann, sondern immer in Abhängigkeit von der Identität der beteiligten Organismen gesehen werden muss. Aktuelle Studien legen zusätzlich nahe, dass verschiedene Familien innerhalb der AMF unterschiedliche Funktionen in der Interaktion mit ihren Wirtspflanzen übernehmen (POWELL et al., 2009), wobei Vertreter der Glomeraceae einen erhöhten Schutz ihrer Wirtspflanzen vor pathogenen Pilzen bewirken, Vertreter der Gigasporaceae hingegen die pflanzliche Phosphatversorgung verbessern. Dementsprechend ist zu erwarten, dass die Effekte von AMF-Inokula in Abhängigkeit der jeweiligen Wirtspflanze, den Umweltbedingungen und den biotischen Interaktionen drastisch unterschiedliche Effekte auf das Wachstum ihrer Wirtspflanzen haben.

Literatur

- GANGE, A.C., E. BOWER, V.K. BROWN, 1999: Positive effects of an arbuscular mycorrhizal fungus on aphid life history traits. *Oecologia* **120**, 123-131.
- HEMPEL, S., C. STEIN, S.B. UNSICKER, C. RENKER, H. AUGE, W.W. WEISSER, F. BUSCOT, 2009: Specific bottom-up effects of arbuscular mycorrhizal fungi across a plant-herbivore-parasitoid system. *Oecologia* **160**, 267-277.
- POWELL, J.R., J.L. PARRENT, M.M. HART, J.N. KLIRONOMOS, M.C. RILLIG, H. MAHERALI, 2009: Phylogenetic trait conservatism and the evolution of functional trade-offs in arbuscular mycorrhizal fungi. *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences* **276**, 4237-4245.
- POZO, M.J., C. AZCÓN-AGUILAR, 2007: Unraveling mycorrhiza-induced resistance. *Current Opinion In Plant Biology* **10**, 393-398.
- SANDERS, I.R., R.T. KOIDE, D.L. SHUMWAY, 1993: Mycorrhizal stimulation of plant parasitism. *Canadian Journal of Botany* **71**, 1143-1146.
- STEIN, C., C. RISSMANN, S. HEMPEL, C. RENKER, F. BUSCOT, D. PRATI, H. AUGE, 2009: Interactive effects of mycorrhizae and a root hemiparasite on plant community productivity and diversity. *Oecologia* **159**, 191-205.

Kontaktanschrift: Dr. Stefan Hempel, Freie Universität Berlin, Arbeitsgruppe Ökologie der Pflanzen, Altensteinstraße 6, 14195 Berlin; François Buscot, UFZ-Helmholtz Zentrum für Umweltforschung, Department Bodenökologie, Theodor-Lieser-Str. 4, 06120 Halle
E-Mail: hempel.stefan@googlemail.com

Stefan HEMPEL (Berlin), François BUSCOT (Halle)

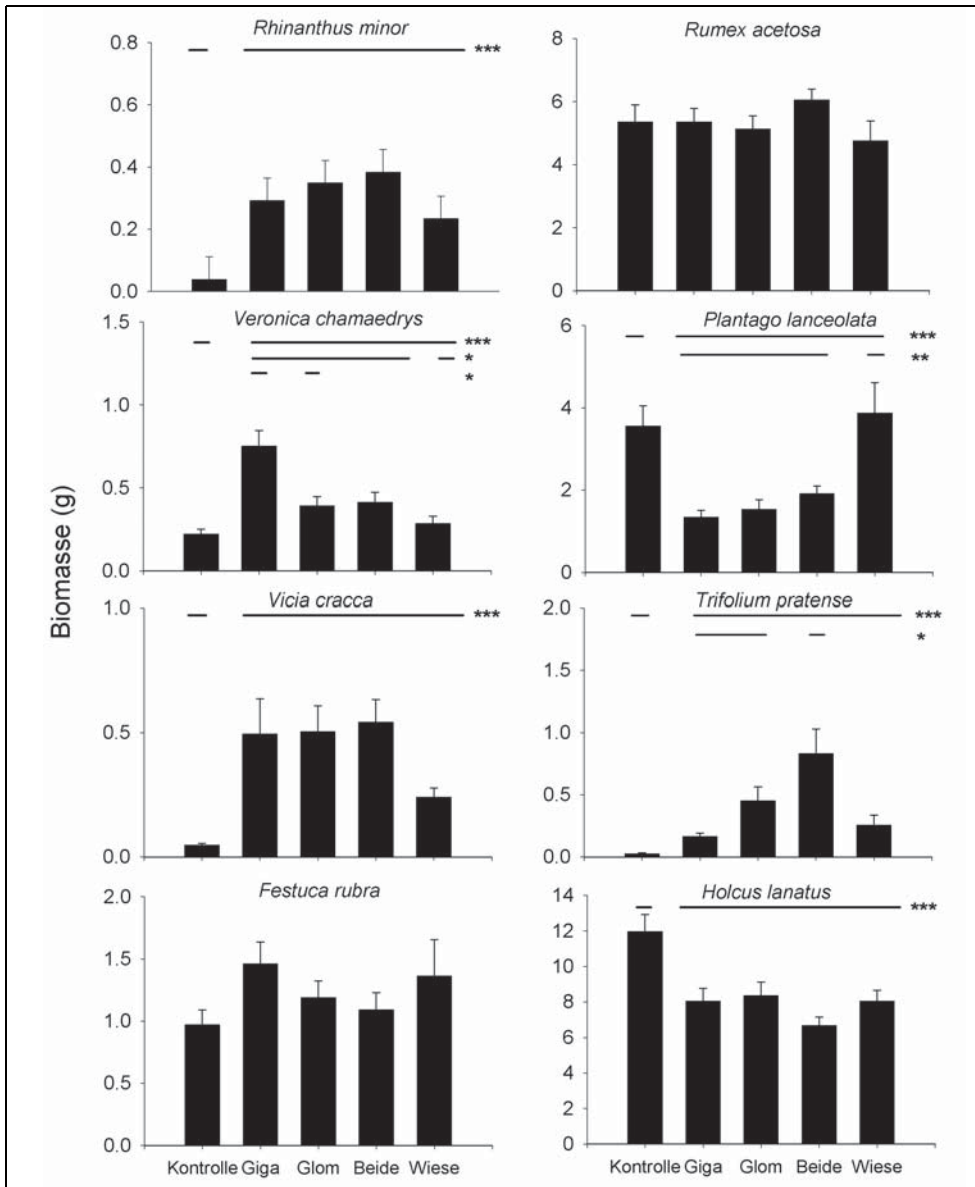


Abb. 2. Oberirdische pflanzliche Biomasse der Einzelpflanzen am Ende des 2. Experiments. Horizontale Linien über den Balken zeigen signifikante Unterschiede zwischen den AMF Behandlungen, (orthogonale Kontraste). Fehlerbalken zeigen Standardfehler.

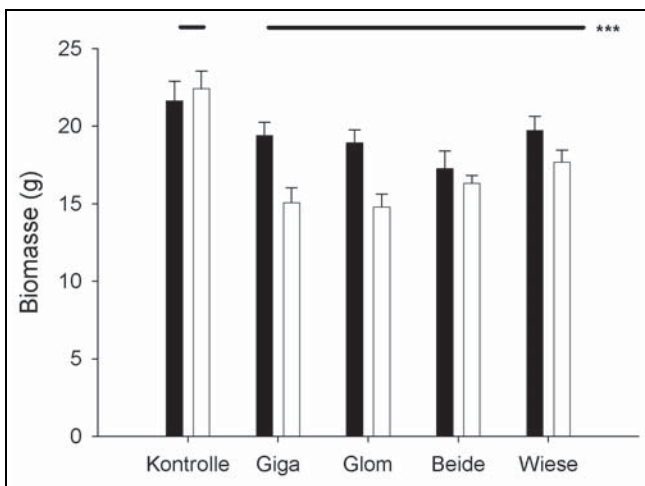


Abb. 3. Oberirdische pflanzliche Biomasse am Ende des 2. Experiments. Schwarze Balken = ohne *Rhinanthus minor*, weiße Balken = mit *R. minor*. Horizontale Linien über den Balken zeigen signifikante Unterschiede zwischen den AMF Behandlungen, (orthogonale Kontraste). Fehlerbalken zeigen Standardfehler.

Einsatz von Mykorrhiza bei Kultur- und Hygiene-problemen in Baumschulen¹

Die Anzucht, Vermehrung und Erziehung von Gehölzen erfordern seit jeher intensive und kostenaufwändige Produktions- und Kulturbedingungen und dementsprechende gärtnerische und auch biotechnologische Kenntnisse und Fertigkeiten. Auch unter optimalen Bedingungen führen die Kulturmaßnahmen in den Baumschulen naturgemäß zu Stresssituationen für die Pflanzen. So werden bei der Vermehrung, insbesondere bei der Veredlung ganze Pflanzenteile entfernt und müssen regeneriert werden. Bei der Verschulung und Auspflanzung, dies oftmals auch in Verbindung mit einem Substratwechsel, müssen sich die Pflanzen an neue Umweltbedingungen adaptieren und dabei den sogenannten „Pflanzchock“ überwinden. Die regelmäßigen Schnittmaßnahmen an Wurzeln und Sprossachsen fordern von den Baumschulpflanzen ständig die Fähigkeit zur Wundheilung und zum Regenerationswachstum. Auch die Berücksichtigung von Kundenwünschen kann in vielerlei

¹ Vortrag anlässlich der 14. Jahrestagung der DPG-Projektgruppe „Mikrobielle Symbiosen“