

Mitteilungen und Nachrichten

Aus den Arbeitskreisen der Deutschen Phytomedizinischen Gesellschaft (DPG):

14. Jahrestagung der DPG-Projektgruppe „Mikrobielle Symbiosen“

Die Nutzung mikrobieller Symbiosen im Pflanzenbau, speziell im Gartenbau und Forst, hat in Deutschland eine über 100 Jahre währende Tradition. Dies zeigt sich insbesondere an der technologischen Entwicklung von Mykorrhizapilzpräparaten als Faktoren ganzheitlicher phytomedizinischer Pflanzenbaustrategien.

Vorzüge mykorrhizierter Pflanzen sind ihr verbessertes Wachstum unter ungünstigen Bedingungen, bessere Nährstoffausbeute, eine erhöhte Krankheits- und Stresstoleranz, d.h. die Pflanzen reagieren weniger empfindlich auf abiotische Stressfaktoren (Trockenheit, hohe Temperaturen, Kälte, Staunässe, falsche pH-Werte im Substrat). Die vegetative und generative Entwicklung der Wirtspflanzen ist beschleunigt, z.B. Stecklinge bewurzeln besser, es wird eine Wachstumsförderung, erhöhte Blütenzahl und verlängerte Blühdauer, Verminderung des Umpflanzschocks, eine schnellere Etablierung und Verringerung der Mortalität beobachtet.

Darüber hinaus ist die Anwendung mykorrhizahaltiger Bodenhilfsstoffe sowie die Mykorrhizierung von Pflanzen für die Sanierung und Gestaltung der Landschaft eingeführte Praxis. Richtlinien für den GaLa-Bau enthalten Hinweise für die Mykorrhizaanwendung ebenso wie Empfehlungen für die Produktion von forstlich genutzten Bäumen.

Doch wohin entwickelt sich die Mykorrhizaforschung in Deutschland und welche Innovationen lassen sich für die pflanzenbauliche Praxis ableiten?

Diesen Fragen stellten sich Experten aus Universitäten und Forschungseinrichtungen anlässlich der regelmäßigen Jahrestagung der Projektgruppe Mikrobielle Symbiosen, die im Jahre 2009 am Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau (IGZ) in Großbeeren, 2010 am Leibniz-Institut für Pflanzenbiochemie (IPB) in Halle tagte und im Jahre 2011 am Institut für Umweltchemie an der Leuphana-Universität in Lüneburg geplant ist.

Projektgruppenleiter: Dr. Falko FELDMANN (Braunschweig)

Die Zusammenfassungen eines Teils der Vorträge werden im Folgenden wiedergegeben.

1) Sebaciales: Basidiomyceten mit enormem Potential für die Mykorrhizaforschung und für Anwendungen im Pflanzenbau

Michael WEISS

Lehrstuhl Organismische Botanik, Auf der Morgenstelle 1, 72076 Tübingen

E-Mail: michael.weiss@uni-tuebingen.de

Als pflanzensymbiontische Pilze waren bis vor kurzem unter den Basidiomyceten lediglich Ektomykorrhizabildner sowie Mykorrhizapartner von Orchideen bekannt. Dieses Bild hat sich in den letzten Jahren, vor allem durch die Anwendung von molekularen und ultrastrukturellen Methoden, drastisch gewandelt. Inzwischen ist klar, dass Arten der neu beschriebenen Ordnung der Sebaciales an Ektomykorrhizen, Orchideen-

mykorrhizen (sowohl mit autotrophen als auch mit mixo- und heterotrophen Orchideenpartnern), an arbutoiden und ericoiden Mykorrhizen sowie an Ektendomykorrhizen mit neotropischen hemiepiphytischen Vaccinioideen (cavendishioide Mykorrhiza) und an mykorrhiza-ähnlichen Interaktionen mit Lebermoosen (jungermannioide Mykorrhiza) beteiligt sind (KOTTKE et al., 2003; SELOSSE et al., 2002, 2007; SETARO et al., 2006; URBAN et al., 2003; WEISS et al., 2004). Ein größeres Spektrum an Mykorrhizatypen ist von keiner anderen Pilzgruppe bekannt.

Dass sebacinale Pilze bisher weitgehend übersehen wurden, liegt an ihrer morphologischen Unauffälligkeit. Die Fruchtkörper vieler Vertreter überziehen krustenförmig den Erdboden, morsches Holz, Streu oder Moose oder bilden gar keine makroskopisch sichtbaren Fruchtkörper. Die Sebaciales umfassen viele kryptische Arten, ihre außerordentlich hohe Biodiversität zeigt sich erst in molekularen Analysen. Phylogenetisch bilden die Sebaciales zwei Teilgruppen, auf die sich die Mykorrhizatypen in charakteristischer Weise verteilen (WEISS et al., 2004). So sind etwa Ektomykorrhizabildner und fruchtkörperbildende Arten nur aus der Gruppe A bekannt; in ericoiden Mykorrhizen wurden bisher nur Vertreter der Gruppe B nachgewiesen (SELOSSE et al., 2007).

Zunehmend Beachtung finden experimentelle Studien über den sebacinalen Modellstamm *Piriformospora indica* und verwandte Arten aus dem *Sebacinavermifera*-Komplex, die in der Lage sind, mit einem breiten Spektrum an Pflanzenarten wurzelendophytisch zu interagieren. Die Liste der experimentell getesteten Wirtspflanzen umfasst auch Nutzpflanzen (z.B. Gerste, Tomate) oder den bisher als mykorrhizaloz geltenden Modellorganismus *Arabidopsis thaliana* (FAKHRO et al., 2010; OELMÜLLER et al., 2009). Bei den Wirten wurden dadurch systemisch sowohl das Wachstum und der Ertrag gesteigert als auch Resistenzen gegen phytopathogene Pilze und abiotischen Stress induziert (DESHMUKH et al., 2006); auch eine intensivere Bewurzelung von Stecklingen nach einer Inokulation mit sebacinalen Pilzen wurde berichtet (DRUEGE et al., 2007). Neueste Daten weisen darauf hin, dass sebacinale Endophyten in natürlichen Ökosystemen weltweit verbreitet und häufig sind (WEISS et al., *in rev.*). Bei ihrer endophytischen Interaktion scheint Apoptose (der programmierte Zelltod) von Wurzelrindenzellen der Wirtspflanze eine wichtige Rolle zu spielen (DESHMUKH et al., 2006). Da sich die bisher untersuchten sebacinalen Stämme – im Unterschied etwa zu den arbuskuläre Mykorrhizen bildenden Glomeromyceten – leicht in Reinkultur erhalten und vermehren lassen, sind die Sebaciales ein ideales Modell für die Grundlagenforschung zu symbiontischen Pilz-Pflanze-Beziehungen sowie eine vielversprechende Pilzgruppe für Anwendungen im nachhaltigen Pflanzenbau.

Literatur

- DESHMUKH, S., R. HÜCKELHOVEN, P. SCHÄFER, J. IMANI, M. SHARMA, M. WEISS, F. WALLER, K.-H. KOGEL, 2006: The root endophytic fungus *Piriformospora indica* requires host cell death for proliferation during mutualistic symbiosis with barley. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* **103**, 18450-18457.
- DRUEGE, U., H. BALTRUSCHAT, P. FRANKEN, 2007: *Piriformospora indica* promotes adventitious root formation in cuttings. *Scientia Horticulturae* **112**, 422-426.
- FAKHRO, A., D.R. ANDRADE-LINARES, S. VON BARGEN, M. BANDTE, C. BÜTTNER, D. SCHWARZ, P. FRANKEN, 2010: Impact of *Piriformospora indica* on tomato growth and on interaction with fungal and viral pathogens. *Mycorrhiza* **20**, 191-200.
- KOTTKE, I., A. BEITER, M. WEISS, I. HAUG, F. OBERWINKLER, M. NEBEL, 2003: Heterobasidiomycetes form symbiotic associations with

- hepatics: Jungermanniales have sebacinoïd mycobionts while *Aneura pinguis* (Metzgeriales) is associated with a *Tulasnella* species. *Mycological Research* **107**, 957-968.
- OELMÜLLER, R., I. SHERAMETI, S. TRIPATHI, A. VARMA, 2009: *Piri-formospora indica*, a cultivable root endophyte with multiple biotechnological applications. *Symbiosis* **49**, 1-17.
- SELOSSE, M.-A., S. SETARO, F. GLATARD, F. RICHARD, C. URCELAY, M. WEISS, 2007: Sebacinales are common mycorrhizal associates of Ericaceae. *New Phytologist* **174**, 864-878.
- SELOSSE, M.-A., M. WEISS, J.-L. JANY, A. TILLIER, 2002: Communities and populations of sebacinoïd basidiomycetes associated with the achlorophyllous orchid *Neottia nidus-avis* (L.) L.C.M. Rich. and neighbouring tree ectomycorrhizae. *Molecular Ecology* **11**, 1831-1844.
- SETARO, S., M. WEISS, F. OBERWINKLER, I. KOTKE, 2006: Sebacinales form ectendomycorrhizas with *Cavendishia nobilis*, a member of the Andean clade of Ericaceae, in the mountain rain forest of southern Ecuador. *New Phytologist* **169**, 355-365.
- URBAN, A., M. WEISS, R. BAUER, 2003: Ectomycorrhizae involving sebacinoïd mycobionts. *Mycological Research* **107**, 3-14.
- WEISS, M., M.-A. SELOSSE, K.-H. REXER, A. URBAN, F. OBERWINKLER, 2004: Sebacinales: a hitherto overlooked cosm of heterobasidiomycetes with a broad mycorrhizal potential. *Mycological Research* **108**, 1003-1010.
- WEISS, M., Z. SÝKOROVÁ, S. GARNICA, K. RIESS, F. MARTOS, C. KRAUSE, F. OBERWINKLER, R. BAUER, D. REDECKER, in rev.: Sebacinales everywhere: previously overlooked ubiquitous fungal endophytes. *PLoS One* **6**(2) e16793 doi: 10.1371/journal.pone.0016793.

2) Erfahrungen aus der praktischen Anwendung von AM in Verbindung mit Bodenhilfsstoffen und Düngemitteln

Dieter HENZLER

Bahnhofstr. 168; 70736 Fellbach

E-Mail: dieter.henzler@mack.bio-agrar.de

Durch eine intensive, rund fünfundzwanzigjährige Forschung ist es uns gelungen, das Milieu im Boden so aufzubauen und zu steuern, dass sich die Arbuskuläre Mykorrhiza (AM) optimal entwickeln kann. Auch unter schwierigen Bedingungen kann durch die Unterstützung und Ernährung mit unseren Produkten (spezielle flüssige und gekörnte aktive Mikronährstoffe sowie Homöopathie) der Aufbau eines gesunden Milieus sicher erfolgen. Es werden auch Bakterien gefördert, die sich teilweise durch Ihre Ausscheidungen aktiv an der Ernährung der AM beteiligen.

In der Praxis kann man deutlich erkennen, dass bodenbürtige Krankheiten bei frühzeitigem, vorbeugendem Einsatz stark verdrängt werden. Die Ernährung der Pflanzen und die Widerstandskraft gegenüber Schaderregern verbessern sich wesentlich.

Bei der Anwendung in Baumschulen, bei Stadtbäumen, Obst und Beerenobst, Zierpflanzen, Gemüse bis zu landwirtschaftlichen Sonderkulturen konnten über Jahre ähnliche gute Ergebnisse erzielt werden. Wertvolle Pflanzensammlungen in Botanischen Gärten und Parks in ganz Europa werden inzwischen so regeneriert und gesund weiterkultiviert.

Die Nachfrage nach dem kompletten System steigt jedes Jahr kräftig an. Eine große Rolle spielt dabei auch die organische Düngung, die in der Kombination mit AM und Pflanzenstärkung um 30–50% reduziert werden kann. Die nachhaltige Fruchtbarkeit der Böden wird deutlich verbessert und die Nährstoffauswaschungen in die Umwelt verringert.

Wir stellen den Kulturpflanzen die geeigneten AMP zur Verfügung damit sie, auch wenn sie nicht grundsätzlich mykorrhizieren, im Bedarfsfall (Mangel) darauf zurückgreifen können. Dadurch erhöhen wir die Kultursicherheit in den Betrieben. In der Praxis hat sich unser System mit dieser speziellen, veränderten Düngung schon bestens bewährt und wird von immer mehr Gartenbaubetrieben angewendet.

Durch unsere Entwicklung von Zuschlagstoffen und speziellen, für ein optimales Milieu verantwortlichen Nährstoffen, können wir bei der AM eine verbesserte, stärkere und schnellere Anwuchsphase erreichen.

Durch die gleichzeitige direkte Stärkung und Ernährung der Pflanze kann diese den zur Besiedelung mit Mykorrhiza notwendigen energetischen Aufwand ausgleichen. Die Pflanze wird gut besiedelt und wächst in der Regel ohne Verzögerung weiter.

Wichtig sind natürlich in dieser Phase Faktoren wie Düngung, pH-Werte, Wasser und Licht die nicht immer beeinflusst werden können. Bei Kübelpflanzen, Dachgärten und Dachbegrünungen bringen wir die Mykorrhiza und die Nährstoffe jedes Jahr aufs Neue aus.

Wir haben mit dieser Art der Pflanzenpflege über 10 Jahre lang die besten Erfahrungen gemacht und konnten feststellen, dass die Kosten gegenüber konventioneller Düngung sogar deutlich günstiger wurden.

Schon 2005 haben Manjula GOVINDARAJULU und Kollegen von der New Mexico State University in Las Cruces sehr interessante Details über den Nährstofftransport und die Stickstoffweitergabe der Mykorrhiza an die Wurzeln erforscht. Pilze, deren Myzel sowohl um die Pflanzenwurzel herum als auch in die Wurzelrinde hineinwachsen, geben den Stickstoff in einem zweistufigen Prozess an die Pflanzen ab. Sie nehmen den Stickstoff als Nitrat aus dem Boden auf, reduzieren ihn und bauen ihn in die Aminosäure Arginin ein. Das Arginin wird dann quer durch das Pilzgeflecht zu den in und um die Wurzelrinde gelegenen Pilzmyzel transportiert, wo die Pflanzen- und Pilzzellen in engem Kontakt stehen. Dort lösen die Pilze den Stickstoff wieder aus dem Arginin heraus und geben ihn an den Symbiosepartner ab, der ihn als Ammoniumion über einen speziellen Träger aufnimmt. Der Kohlenstoffanteil des Arginins wird von dem Pilz weiter verwertet. Bemerkenswert ist die räumliche Trennung der beiden Reaktionen. Sie äußert sich in einer unterschiedlichen Enzymausstattung. Im Umgebungsgeflecht werden die Enzyme für die Nitratreduktion und die Argininsynthese gebildet. Im Wurzelgeflecht indessen finden sich die Enzyme für den Abbau des Arginins, sie ähneln jenen, mit denen auch Tierzellen Proteine abbauen. Weiterhin ist bemerkenswert, dass der reduzierte Stickstoff zwar in Form von Arginin transportiert, aber nicht in dieser Form von den Pflanzen aufgenommen wird. Der Pilz behält das Kohlenstoffgerüst zurück und gibt nur den reduzierten Stickstoff an die Pflanze ab.

Der Einsatz von arbuskulärer Mykorrhiza wird schon alleine durch diesen Zusatzeffekt sinnvoll und wirtschaftlich. Es wurde in zahlreichen Versuchen festgestellt, dass die Mykorrhiza den Nitratstickstoff im Boden bindet und zur Pflanzenwurzel transportiert. Die Pflanzen haben dadurch deutlich kräftigere Zellwände und entsprechend weniger Probleme mit Schadpilz- und Insektenbefall. Das Pflanzenwachstum wird mehr „Wurzeldominant“ und dadurch unempfindlicher. Das System der Ammoniumbetonten Punktdüngung (auch als Cultantverfahren bekannt) ist eine gute und kostengünstige Lösung für den Land- und Gartenbau. In der konventionellen Landwirtschaft wird dieses Verfahren bereits großflächig angewendet.