

- 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. KOTTKE, 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.