

**ARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR LEBENSMITTEL-
VETERINÄR- UND AGRARWESEN**



**„Makro- und Nanoplastik – vom Boden und Wasser
auf den Teller ”**



Tagungsbericht 2022

**" Makro- und Nanoplastik –
vom Boden und Wasser
auf den Teller "**

30. - 31. Mai 2022

Tagungsort
Steiermarkhof
Ekkehard-Hauer-Straße 33
8052 Graz

Tel. +43 316 8050 7111
Fax. +43 316 8050 7151

www.steiermarkhof.at

Impressum

Herausgeber

Arbeitsgemeinschaft für Lebensmittel, Veterinär- und Agrarwesen

Präsident

Univ.-Doz. Dr. Gerhard Bedlan

Für den Inhalt verantwortlich

Die Autorinnen und Autoren

Zusammengestellt von

Mag. Astrid Plenk

Umschlagfoto: © Foto Pachernegg

ISSN 1606-612X (print-Ausgabe)

ISSN 2791-5107 (online-Ausgabe)

Mykorrhizierung unterschiedlicher Roggensorten unter konventioneller und ökologischer Bewirtschaftung

Mycorrhization of rye cultivars under conventional and organic agriculture

Jordan Lebesmühlbacher^{1,2*}, Karin Hage-Ahmed² und Heinrich Grausgruber¹

Einleitung

Arbuskuläre Mykorrhiza Pilze (AMP) sind Pilze, welche in einer Symbiose mit Pflanzen leben. AMP wachsen in den Cortex der Pflanzenwurzeln hinein, und versorgen die Pflanze mit Nährstoffen wie N, P, K, so wie S, Mg und Spurenelemente. Weiteres bieten AMP Schutz vor biotischem, so wie abiotischem Stress (Smith und Read 2008). Neben Pflanzen interagieren AMP mit anderen Mikroorganismen im Boden und sind Bestandteil des Bodennahrungsnetzwerks (Ordoñez et al. 2016). Durch ihr Hyphenwachstum und der Ausscheidung von Stoffen wie Glomalin, stabilisieren sie Bodenaggregate und erhöhen die Bodenfruchtbarkeit (Agnihotri et al. 2022)

Obwohl die Symbiose sich im Allgemeinen positiv auf die Pflanzenentwicklung auswirkt, kann es unter Umständen auch zu negativen Auswirkungen kommen. Die Interaktion zwischen Pilz und Pflanze wird von zahlreichen Faktoren beeinflusst. Dazu zählen beispielsweise Klima, Nährstoffversorgung der Böden, Pflanzenart und Bewirtschaftungsmaßnahmen (Smith und Read 2008).

Die Symbiose mit AMP ist im Pflanzenreich weit verbreitet und kommt in fast allen Ökosystemen vor. Nach Schätzungen gehen etwa 80% aller Pflanzenarten diese Symbiose ein. Jedoch kommen bei manchen Pflanzenfamilien, bzw. bei manchen Gattungen die Symbiose nicht vor. Weiteres gibt es, wie beispielsweise bei Weizen, zwischen Sorten derselben Art Unterschiede in der Fähigkeit diese Symbiose zu bilden und von ihr profitieren zu können (Smith und Read 2008).

Während viele Kulturarten im Hinblick auf ihre Interaktion mit AMP schon weitgehend untersucht wurden, gibt es zu anderen, wie beispielsweise Roggen (*Secale cereale*), noch kaum Daten. Wegen seiner hohen Widerstandskraft und seinen geringen Ansprüchen an Boden und Klima wird Roggen vor allem in ungünstigeren Lagen kultiviert. Während des Mittelalters war Roggen das meistangebaute Getreide Nord- und Mitteleuropas. Durch die hofeigene Vermehrung von Saatgut, entstanden unter der natürlichen Selektion, regional angepasste Landsorten. Die gezielte Züchtung von Roggen begann gegen Ende des 19. Jahrhunderts mit der Selektion von verbesserten Populationssorten. Die Hybridzüchtung von Roggen entwickelte sich erst ab den 1970er Jahren und setzte die Entdeckung der cytoplasmatischen männlichen Sterilität und selbstfertiler Mutanten voraus. Der züchterische Fortschritt ging daher bei Roggen langsamer voran als bei anderen Getreidearten. Als Folge ging der Roggenanbau nach dem Zweiten Weltkrieg stark zurück (Miedaner 1997).

Ziel dieser Arbeit ist die Untersuchung verschiedener Roggensorten, im Hinblick auf die Kolonisierung von AMP unter biologischer und konventioneller Bewirtschaftung.

Material und Methoden

Der Feldversuch wurde im Herbst 2020 in Raasdorf (Österreich) angelegt. Der Bodentyp ist ein kalkhaltiger Tschernosem, die Bodenart reicht von lehmigem Schluff bis Lehm. Der Standort kann insgesamt als eher hochwertiges Ackerland eingestuft werden. Die konventionelle Fläche wurde mit 160 kg N, 60 kg P, und 90 kg K pro Hektar gedüngt, die Vorfrucht war Hartweizen. Auf der biologischen Fläche wurde keine Düngung durchgeführt, die Vorfrucht war Luzerne.

Es wurden sechs Sorten aus dem Repertoire des RYE-SUS Projektes ausgewählt, darunter drei Landsorten (Sangaste aus dem Jahr 1875, Norddeutscher Champagner (1898) und Lungauer Tauern (1924)), zwei moderne Populationssorten (Elego (2009) und Elias (2013)) und eine Hybridsorte (SU Forsetti (2013)).

Der Anbau erfolgte in 6,25 m² großen Parzellen. Auf der biologischen Fläche gab es 4 Wiederholungen pro Sorte und 2 auf der konventionellen. Gesät wurde am 26. Oktober 2020 (konventionell) bzw. am 28. Oktober (biologisch). Die Probennahme zur Untersuchung der Mykorrhizierung erfolgte am 2. Juni 2021, während des Ährenschiebens (BBCH 55). Es wurden pro Parzelle vier Pflanzen entnommen, die Wurzeln wurden gewaschen und mit der Methode nach Vierheilig et al. (1998) gefärbt und nach der Methode von Trouvelot et al. (1986) mit der Unterstützung des Inoq-Calculators von Mercy (2017)

ausgewertet. Die Datenanalyse erfolgte mit R 4.0.0 (R Core Team 2020), die Daten der Mykorrhizierung wurden mit einem gemischt linearen Modell ausgewertet. Es wurde mittels ANOVA (Typ III) und F-Test zu einem Signifikanzniveau von $\alpha = 0.05$ auf Unterschiede zwischen den Sorten und der Bewirtschaftung getestet.

Ergebnisse und Diskussion

Die Daten der Mykorrhizierung zeigten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Sorten ($p > 0,05$). Sowohl die Landsorten, Populationssorten und die Hybridsorte zeigten einen hohen Anteil an kolonisierten Wurzelfragmenten (Abb. 2A). Die Auswertung der Kolonisierung erfolgte anhand einer einmaligen Probenahme, welche während eines bereits fortgeschrittenen Entwicklungsstadiums erfolgte. Die Daten müssen somit als Momentaufnahme betrachtet werden. Der Kolonisationsverlauf von AMP folgt typischerweise einer sigmoidalen Kurve, mit einer anfangs langsamen Kolonisierung, gefolgt von einer raschen Besiedelung, bis die maximale Kolonisierung erreicht ist und die Kurve abflacht (Smith und Read 2008). Je nachdem wie lange die erste Phase dauert, kann es sein, dass zu einem anderen Zeitpunkt stärkere Unterschiede sichtbar gewesen wären.

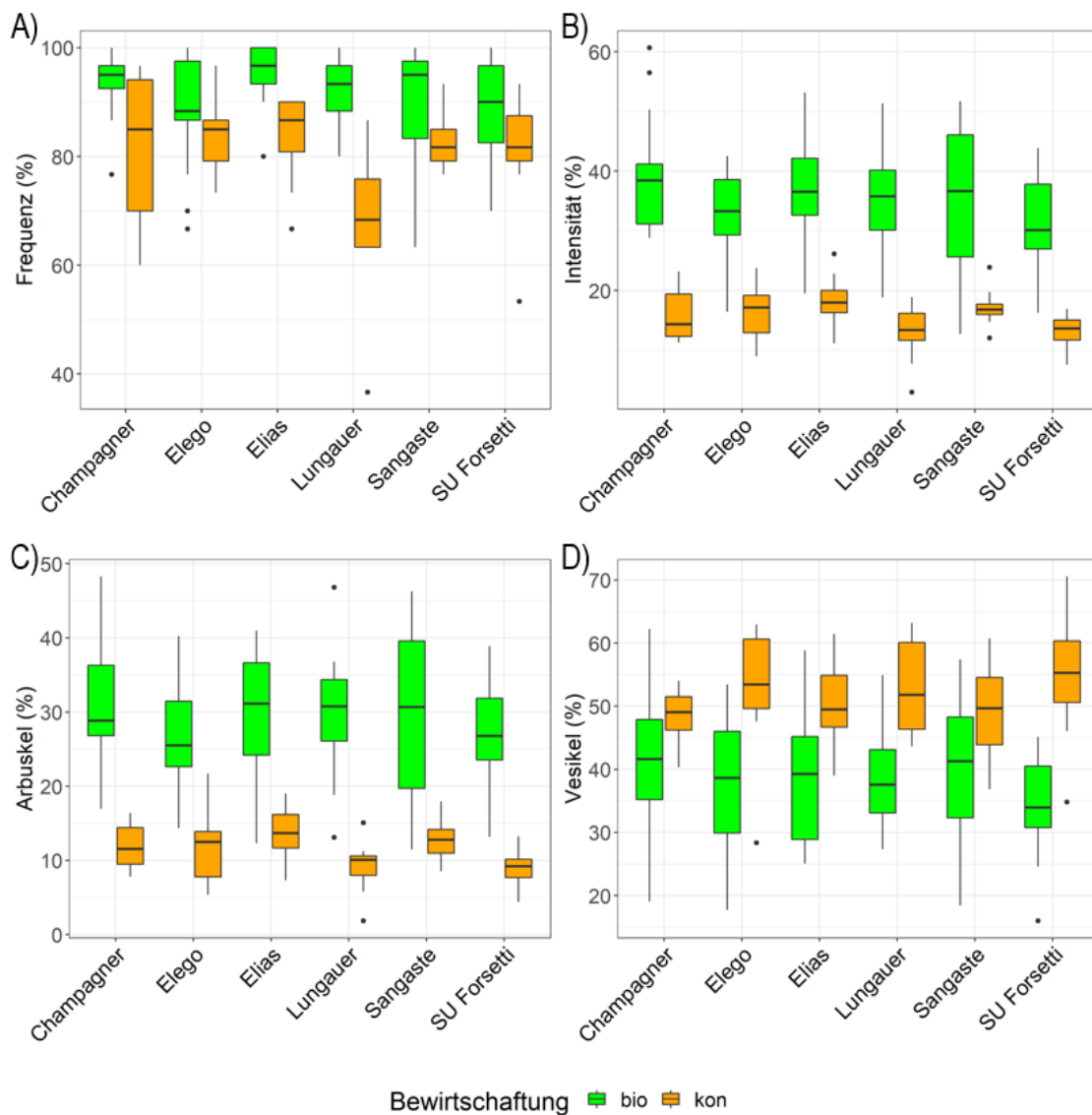


Abbildung 6: Variabilität in verschiedenen Mykorrhizierungsparameter: A) Häufigkeit der mykorrhizierten Wurzelfragmente; die Unterschiede zwischen biologischer und konventioneller Bewirtschaftung waren mit $p < 0,01$ signifikant. B) Stärke der Kolonisierung ($p < 0,001$); C) Häufigkeit der Arbuskel ($p < 0,001$); D) Häufigkeit der Vesikel (n.s.).

Zwischen den beiden Bewirtschaftungsformen, konventionell und biologisch, gab es signifikante Unterschiede (Abb. 1). In den Wurzeln der biologischen Variante konnten Mykorrhiza häufiger beobachtet werden. Die Frequenz der mykorrhizierten Wurzelstücke (Abb. 1A) lag in der biologischen Variante im Durchschnitt 11% über der konventionellen. Die Intensität der Mykorrhizierung (Abb. 1B) betrug bei der konventionellen Variante durchschnittlich 16% und in der Biologischen 35%. Die Intensität der Mykorrhizierung gibt an, wie stark die kolonisierten Wurzelfragmente besiedelt sind. Die biologische Bewirtschaftung zeigte nicht nur häufigere und stärker besiedelte Wurzeln, auch die Häufigkeit der Arbuskel (Abb. 1C) lag im Durchschnitt um 18% höher als die der konventionellen Bewirtschaftung. Die Häufigkeit der Arbuskel (Abb. 2B) ist insofern ein wichtiger Parameter, da durch sie der Nährstoffaustausch zwischen Pilz und Pflanze stattfindet und sie ein Indiz über die Funktionalität der Symbiose gibt. Die Häufigkeit der Vesikel ergab keinen signifikanten Unterschied (Abb. 1D). Vesikel sind bläschenförmige Strukturen (Abb. 2C), welche in den Wurzeln gebildet werden. Sie beinhalten vor allem Lipide und dienen der Nährstoffspeicherung. AMP können von Sporen, dem Hyphennetzwerk oder von bereits kolonisierten Pflanzenwurzeln ausgehend neue Pflanzen besiedeln. Bei Letzteren spielen Vesikel als Speicherorgan eine wichtige Rolle (Smith und Read 2008). Die Unterschiede zwischen den Bewirtschaftungsformen lassen sich auf die Praktiken der unterschiedlichen Wirtschaftsweisen zurückführen. Die Düngung mit leicht löslichen Nährstoffen und die Verwendung von Pestiziden, vor allem Fungizide, können sich negativ auf AMP auswirken. Bei hoher Nährstoffverfügbarkeit im Boden haben Pflanzen keinen Vorteil aus der Symbiose und bevorzugen die direkte Nährstoffaufnahme über die Wurzeln. Andererseits kann eine zu geringe Nährstoffverfügbarkeit die Symbiose ebenso beeinträchtigen, da der AMP die Nährstoffe selbst benötigt (Smith und Read 2008).

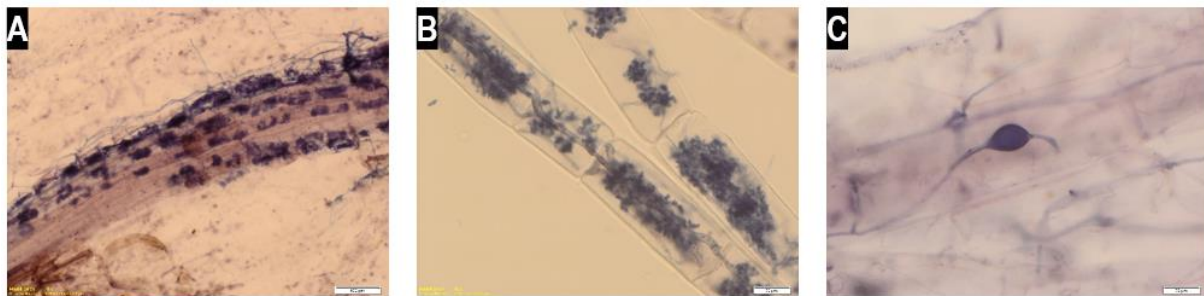


Abbildung 7: **Mykorrhizierung von Roggenwurzeln: A) Kolonisierte Wurzel; B) Nahaufnahme Arbuskel; C) Nahaufnahme Vesikel**

Zusammenfassung

Arbuskuläre Mykorrhiza Pilze (AMP) verbessern nicht nur die Nährstoffversorgung von Pflanzen, sondern erhöhen auch die Toleranz gegen biotischen so wie abiotischen Stress. Sie sind ein fester Bestandteil von Agrarökosystemen und fördern die Bodenfruchtbarkeit. In dieser Studie wurden sechs unterschiedliche Roggensorten, darunter drei Landrassen, zwei Populationssorten und eine Hybridsorte, auf die Kolonisierung mit AMP unter biologischer und konventioneller Bewirtschaftung untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass alle Sorten gleichermaßen von AMP kolonisiert werden können und es keinen Unterschied zwischen alten und neuen Züchtungen gibt. Jedoch konnte gezeigt werden, dass die Kolonisierung von AMP unter biologischer Bewirtschaftung höher ist als unter konventioneller.

Abstract

Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) support the nutrient supply of plants and increase the tolerance against biotic and abiotic stress. AMF are important soil inhabitants in agroecosystems and foster soil fertility. In this study, six different rye cultivars, among them three old landraces, two population cultivars and one hybrid cultivar, were investigated according to their mycorrhizal colonization potential under organic and conventional farming systems. The results showed no difference in colonization potential between the cultivars and no difference between old and new cultivars. However, it was demonstrated that there is a significant difference between farming systems. Mycorrhizal colonization was significantly higher under organic cultivation.

Finanzierung

This work was funded by the Austrian Federal Ministry of Agriculture, Regions and Tourism (BMLRT; grant number 101407) within the ERA-Net Cofund Action under H2020 on Sustainable Crop Production (SusCrop; grant agreement 771134). J.L. received funding by the European Union's Horizon 2020 research and innovation program under grant agreement No 771367 (ECOBREED).

Literatur

AGNIHOTRI R, SHARMA MP, PRAKASH A, RAMESH A, BHATTACHARJYA S, PATRA AK, MANNA MC, KURGANOVA, I, KUZYAKOV Y, 2022: Glycoproteins of arbuscular mycorrhiza for soil carbon sequestration: Review of mechanisms and controls. *Sci Total Env* 806, 150571. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.150571

MERCY L, 2017: INOQ Calculator Advanced. INOQ GmbH, Schnega. DOI: 10.13140/RG.2.2.13641.03684

MIEDANER T, 1997: Roggen. Vom Unkraut zur Volksnahrung. Frankfurt/Main: DLG-Verlag.

ORDOÑEZ YM, FERNANDEZ BR, LARA LS, RODRIGUEZ A, URIBE-VÉLEZ D, SANDERS IR, 2016: Bacteria with phosphate solubilizing capacity alter mycorrhizal fungal growth both inside and outside the root and in the presence of native microbial communities. *PloS one* 11, e0154438. DOI: 10.1371/journal.pone.0154438

R CORE TEAM, 2020: R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>

SMITH SE, READ DJ, 2008: Mycorrhizal symbiosis. 3rd ed. Amsterdam: Elsevier/Acad. Press.

TROUVELOT A, KOUGH JL, GIANINAZZI-PEARSON V, 1986: Mesure du taux de mycorrhization VA d'un système racinaire. Recherche de méthodes d'estimation ayant une signification fonctionnelle. In: GIANINAZZI-PEARSON V, GIANINAZZI S (eds.), *Physiological and genetical aspects of mycorrhizae*, pp. 217-221. Paris, INRA.

VIERHEILIG H, COUGHLAN AP, WYSS U, PICHÉ Y, 1998: Ink and vinegar, a simple staining technique for arbuscular-mycorrhizal fungi. *Appl Environ Microbiol* 64, 5004–5007. DOI: 10.1128/AEM.64.12.5004-5007.1998.

Adressen der Autoren

¹ Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Pflanzenzüchtung, Konrad-Lorenz-Str. 24, 3430 Tulln an der Donau

² Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Pflanzenschutz, Konrad-Lorenz-Str. 24, 3430 Tulln an der Donau

* Ansprechpartner: Jordan LEBESMÜHLBACHER, B.Sc., jordanl@students.boku.ac.at