

Tagungsbeitrag zu:
 Bodenbiologische Indikatoren für eine nachhaltige Bodennutzung
 Kommission III „Bodenbiologie und Bodenökologie“ der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft, Sitzung 28.-29. Februar 2008 in Osnabrück
 Bericht der DBG (nicht begutachtete online Publikation), <http://www.dbges.de>

Auswirkungen der Applikation von mit *Trichoderma harzianum* inokulierter Knochenkohle auf die mikrobielle Biomasse, Enzymaktivitäten und die Zusammensetzung der organischen Substanz des Bodens

Christel Baum¹, Peter Leinweber¹, Kai-Uwe Eckhardt¹, Edward Someus² und Magdolna Halasz²

Zusammenfassung

Knochenmehl kann als Abprodukt der Tierproduktion thermisch aufbereitet werden, um die Verbreitung von pathogenen Mikroorganismen zu verhindern. Die entstehende Knochenkohle kann anschließend zur P-Düngung eingesetzt werden. Eine Inokulation mit *Trichoderma harzianum* kann die Nährstoffmobilisierung beschleunigen. In einem 8-wöchigen Inkubationsversuch mit drei Böden aus landwirtschaftlicher (2) bzw. forstwirtschaftlicher (1) Nutzung wurde die Wirkung einer Knochenkohle-Applikation (1% w/w) mit und ohne Inokulation mit *Trichoderma harzianum* (10^6 Konidien/ g Knochenkohle) auf die mikrobielle Biomasse, die β -Glucosidaseaktivität, die Phosphataseaktivität und die Zusammensetzung der organischen Substanz der Böden untersucht. Aufgrund ihrer hohen P- und Ca-Gehalte (192 g kg⁻¹ und 288 g kg⁻¹) verbessert die Knochenkohle die Nährstoffversorgung und hebt den pH-Wert saurer Böden.

¹Institut für Landnutzung, Universität Rostock, Justus-von-Liebig-Weg 6, D-18051 Rostock

²Terra Humana Clean Technology Engineering Ltd. Széchenyi u. 59, H-1222 Budapest, Hungary

Die Kombination mit *Trichoderma harzianum* beeinflusste die Wirkung der Knochenkohle auf den Gehalt des Bodens an P in der mikrobiellen Biomasse. In dem Boden mit dem geringsten Gehalt an organischer Substanz (28,6 g SOM kg⁻¹), wurde der Gehalt an P in der mikrobiellen Biomasse durch die Inokulation erhöht, in den beiden übrigen Böden dagegen geringfügig reduziert. Die Unterschiede in der Zusammensetzungen der organischen Substanz der Böden ermöglichen die Erklärung der Unterschiede in der mikrobiellen P-Umsetzung in den Behandlungsvarianten über die Verknüpfung mit dem Kohlenstoffkreislauf der Böden.

Schlüsselworte: Fermentation, Phosphor, Knochenkohle, *Trichoderma*, organische Bodensubstanz, Phosphatase

Material und Methoden

Es wurde ein Gefäßversuch mit 9 Varianten (3 Böden x 3 Düngungsvarianten) und 4 Wiederholungen je Variante angelegt. Die Düngungsvarianten umfaßten eine ungedüngte Kontrolle, eine mit unbehandelter Knochenkohle gedüngte Variante und eine Variante mit mit *Trichoderma harzianum* (Stamm DAR5) behandelter Knochenkohle. Ausgewählte chemische und physikalische Eigenschaften der Versuchsböden sind in Tab. 1 dargestellt. Die Versuchsgefäße enthielten je 300 g Boden und waren mit je einem Tomatensämling (Sorte: Cœur de Bœuf) bepflanzt. Nach 8 Wochen erfolgte die Ernte von Boden und Pflanzenmaterial.

Tab. 1: Ausgewählte chemische und physikalische Eigenschaften der im Gefäßversuch verwendeten Böden

Bodenbezeichnung	pH (CaCl ₂)	Ton (%)	Olsen -P (mg kg ⁻¹)	C _t (g kg ⁻¹)	Vorherige Nutzung
N	4,1	2	57	16,5	Grasland
D	5,0	4	46	23,0	Grasland
W	2,9	2	8	29,8	Forst

Im Boden wurden der Biomasse-P (P_{mic}) mit der Fumigation-Extraktionsmethode nach Brookes *et al.* (1982), die Aktivitäten der sauren und alkalischen Phosphomonoesterasen nach Tabatabai und Bremner (1969) und die Aktivität der β -Glucosidase nach Eivazi und Tabatabai (1988) gemessen. Die Zusammensetzung der organischen Bodensubstanz wurde mittels Pyrolysis-Field Ionisation Mass Spectrometry (Py-FIMS) untersucht. Die statistische Auswertung erfolgte nach Prüfung auf Normalverteilung mittels Shapiro-Wilks W-Test mit der einfachen Varianzanalyse (STATISTICA). Der Auswertung der Massenspektren erfolgte mittels Principal Component Analysis (PCA) und Partial Least Square Regression (PLS-R).

Ergebnisse und Diskussion

Sowohl die Applikation der unbehandelten Knochenkohle als auch die Applikation der mit *Trichoderma* behandelten Knochenkohle erhöhten den Gehalt an P_{mic} im Boden signifikant (Ausnahme: unbehandelte Knochenkohle auf Boden N). Diese Wirkung war im Boden D mit dem höchsten Tongehalt am größten.

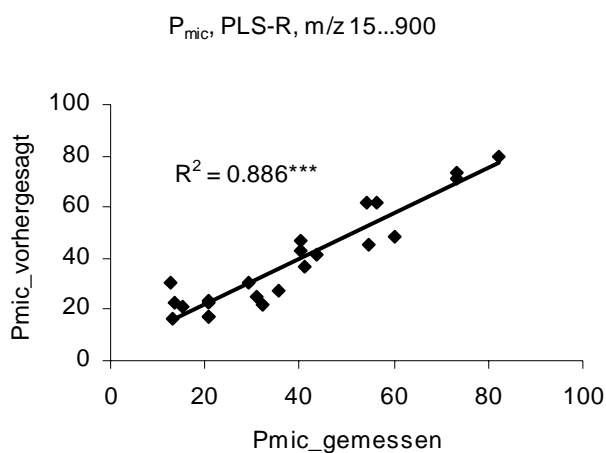


Abb. 1: Korrelation zwischen den mittels Massenspektrometrie vorhergesagten und mittels Fumigations-Extraktionsmethode gemessenen P_{mic} Gehalten (mg kg^{-1}) des Bodens

Der Einfluß von *Trichoderma harzianum* variierte in Abhängigkeit vom

Versuchsboden. Im Boden N wurde der P_{mic} Gehalt nach Knochenkohleapplikation durch *Trichoderma* erhöht, während er in den beiden anderen Böden (D, W) im Vergleich zur unbehandelten Knochenkohle verringert wurde. Die multivariate Regressionsanalyse (PLS-R) wies eine enge Korrelation zwischen den PyFI Massenspektren und den gemessenen P_{mic} Gehalten nach (Abb. 1). Die Aktivitäten der untersuchten Bodenenzyme unterschieden sich signifikant zwischen den drei Versuchsböden. Die höchsten Phosphataseaktivitäten wurden im Boden D und die höchsten β -Glucosidaseaktivitäten im Boden W gemessen. Es bestand eine signifikante Korrelation zwischen den Aktivitäten der alkalischen und sauren Phosphatasen ($R^2 = 0,71$; $n = 36$; $P < 0,05$). Die Applikation von Knochenkohle verringerte die alkalische Phosphataseaktivität und die β -Glucosidaseaktivität in den Böden.

Sie übte keinen signifikanten Einfluß auf die saure Phosphataseaktivität in den Böden aus. Die Wirkung der mit *Trichoderma* behandelten Knochenkohle auf die Enzymaktivitäten unterschied sich nicht signifikant von der Wirkung der unbehandelten Knochenkohle.

Unterschiede in der Wirkung von behandelter und unbehandelter Knochenkohle auf die mikrobielle Biomasse konnten durch die Analyse der chemischen Zusammensetzung der organischen Bodensubstanz mittels PyFIMS erklärt werden.

Die chemische Zusammensetzung der organischen Bodensubstanz unterschied sich signifikant a) zwischen den drei Versuchsböden und b) zwischen den drei Behandlungsvarianten auf jeweils dem gleichen Boden. Sowohl die Wirkung der Applikation von Knochenkohle als auch die Wirkung der Behandlung der Knochenkohle mit *Trichoderma harzianum* konnte in der chemischen Zusammensetzung der organischen Bodensubstanz nachgewiesen werden.

Eine Wirkung von *Trichoderma harzianum* auf die Zusammensetzung der organischen Bodensubstanz kann a) direkt auf der mikrobiellen Biomasse von *Trichoderma harzianum* und ihrer artspezifischen Zusammensetzung (Daniel und Filho, 2007)

beruhen und/oder b) indirekt durch die Wirkung des *Trichoderma harzianum* Stammes auf die bodenmikrobielle Diversität und/oder Aktivität (Naseby *et al.*, 2000) hervorgerufen werden.

Damit erwies sich die chemische Zusammensetzung der organischen Bodensubstanz unter den untersuchten Parametern zum Nachweis der bodenökologischen Wirkung von mit *Trichoderma harzianum* behandelte Knochenkohle als der empfindlichste Indikator.

Literatur

Brookes, P.C., Powlson, D.S., Jenkinson, D.S. (1982): *Soil Biol. Biochem.* 14: 319-329.

Daniel, J.F. de S., Filho, E.R. (2007): *Nat. Prod. Rep.* 24, 1128-1141.

Eivazi, F., Tabatabai, M.A. (1988): *Soil Biol. Biochem.* 20, 601-606.

Naseby, D.C., Pascual, J.A., Lynch, J.M. (2000): *J. Appl. Microbiol.* 88, 161-169.

Tabatabai, M.A., Bremner, J.M. (1969): *Soil Biol. Biochem.* 1: 301-307.

STATISTICA

WEB:

<http://www.statsoftinc.com>.

Danksagung

Diese Untersuchung wurde gefördert durch Mittel der EU im Rahmen des Projekt „Recycling and upgrading of bone meal for environmentally friendly crop protection and nutrition - PROTECOR“ (Food-2005-514082).