

Phosphordüngewirkung karbonisierter Biogasgärreste

Leong KI¹, Lohr D², von Tucher S¹ & Meinken E²

Keywords: pyrolysis, TCR, hydrothermal carbonization, HTC, P-recycling.

Abstract

P-recycling from biogas residue may play a future key role for sustainable P supply in organic farming. However, in particular transportation costs of residue need to be reduced e.g. by pretreatment. One approach is carbonization by pyrolysis or hydrothermal carbonization (HTC). In a pot trial with maize on a P-deficient, acidic sandy loam P uptake after application of two chars from pyrolysis (400 and 700 °C) and HTC (6 and 8 h dwell time) all made of the same residue was compared to P uptake after application of the raw residue and water soluble KH₂PO₄ respectively. P uptake was the same for KH₂PO₄, raw residue and both HTC treatments, but was significant lower in treatments with pyrolytic chars. Neither dwell time nor temperature had an effect. However, whereas pyrolysis raised P concentration, in HTC chars it was the same as in the raw residue. Also P was extracted from soil of pots without plants at beginning, half and end of the trial using H₂O, CAT, CAL and Na-formate respectively. For CAT, CAL and Na-formate significant correlations between P uptake by maize and extractable P at all dates exist, whereas for H₂O this was only true for extractable P at the end of the trial.

Einleitung und Zielsetzung

Die weltweiten Reserven an Rohphosphaten – insbesondere an solchen mit hohen P-Gehalten und einer nur geringen Schwermetallbelastung – werden in absehbarer Zeit zu Neige gehen. Gleichzeitig gibt es in Regionen mit einer hohen Dichte an Biogasanlagen auf Grund der geringen Transportwürdigkeit der anfallenden P-reichen Gärreste erhebliche P-Bilanzüberschüsse. Eine Möglichkeit die Transportwürdigkeit zu erhöhen, ist die Karbonisierung. Hierbei wird zwischen der Verschwelung unter Luftabschluss (Pyrolyse) und der Konvertierung unter hohem Druck und hoher Temperatur im wässrigen Milieu – der Hydrothermalen Karbonisierung (HTC) – unterschieden (Libra et al., 2011). In einem Gefäßversuch mit Mais wurde untersucht, wie das Karbonisierungsverfahren und die Prozessparameter die P-Verfügbarkeit beeinflussen.

Material und Methoden

Das Ausgangsmaterial war ein getrockneter und pelletierter Gärrest (BGR), der einmal in einem zweistufigen Verfahren pyrolysiert (TCR[®]; 1 Stufe: 400 °C; 2 Stufe: 400 °C (Pyr 400) bzw. 700 °C (Pyr 700)) sowie in einem Batchreaktor für 6 (HTC 6) bzw. 8 Stunden (HTC 8) hydrothermal karbonisiert wurde. Der BGR und die Kohlen wurden auf Basis von 100 mg Gesamt-P/kg in einen P-armen (CAL-P 15 mg/kg), sauren (pH 4,9) sandigen Lehm (mit ackerbaulicher Vornutzung) eingemischt. Um bei den übrigen

¹ TU München, Lehrstuhl für Pflanzenernährung, Emil-Ramann-Straße 2, 85354 Freising, Deutschland, tucher@wzw.tum.de, <http://www.pe.wzw.tum.de>

² Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Institut für Gartenbau, Am Staudengarten 14, 85354 Freising, Deutschland, elke.meinken@hswt.de, <http://www.hswt.de>

Nährstoffen eine identische Versorgung sicherzustellen, wurden die jeweils eingetragenen Nährstoffe mit Einzelsalzen ergänzt. Als Kontrollen dienten zum einen der Boden ohne P-Düngung (Kon 0) sowie mit 100 mg P/kg als KH_2PO_4 (Kon P).

Der Versuch wurde in 2,5 l-Containern (Inhalt: 3 kg Boden) in einer Vegetationshalle von KW 33 bis 40/2015 in vierfacher Wiederholung durchgeführt. Je Gefäß wurden acht Körner ausgesät. Nach dem Auflaufen (BBCH 9-10) wurde auf vier Pflanzen je Gefäß vereinzelt. Zusätzlich zu den bepflanzt Gefäßen wurden je Variante vier weitere Gefäße ohne Pflanzen in gleicher Weise (Bewässerung, N-Kopfdüngung nach drei Wochen) behandelt. Zu Versuchsbeginn, drei Wochen nach Aussaat und zu Versuchsende wurden die Gehalte an H_2O -, CAT-, CAL- und Na-Formiat-löslichem P sowie die N_{min} -Gehalte und pH-Werte in den Böden bestimmt. Für die Analyse nach drei Wochen wurden zwei der unbepflanzten Gefäße entnommen. Zu Versuchsende erfolgten die Analysen sowohl bei den beiden verbliebenen unbepflanzten Gefäßen als auch bei den vier bepflanzt. Zudem wurden die Frisch- und Trockenmasse sowie der Gesamt-P-Gehalt der Pflanzen bestimmt und deren P-Aufnahme errechnet.

Ergebnisse und Diskussion

Während in den Varianten mit BGR, HTC 6 und HTC 8 die P-Aufnahme vergleichbar war wie in der Kontrolle mit P, war sie bei den beiden Varianten mit Pyrolysekohle signifikant geringer, allerdings deutlich höher wie in der 0-Kontrolle. Des Weiteren wiesen die Pflanzen bei Verwendung von Pyrolysekohle Anthocyanverfärbungen in den Blättern auf, die aber schwächer ausgeprägt waren wie in der 0-Kontrolle. Unterschiede zwischen dem unbehandelten Gärrest, den Pyrolyse- und den HTC-Kohlen zeigten sich auch bei den extrahierbaren P-Gehalten. Sowohl beim CAT-, CAL- und Na-Formiat-löslichen P bestanden hochsignifikante Korrelationen zwischen den extrahierbaren P-Gehalten zu Versuchsbeginn bzw. zu den weiteren Analyseterminen (unbepflanzte Gefäße) und der P-Aufnahme ($r \geq 0,88$). Beim H_2O -löslichen P war nur bei der Analyse zu Versuchsende eine lineare Korrelation ($r = 0,92$) zu beobachten. Im Gegensatz zu anderen Versuchen (Atkinson et al., 2010) wurde in diesem Versuch kein Kalkungseffekt durch die Pyrolysekohle beobachtet. Auch bei keiner der übrigen Varianten waren pH-Wert-Veränderungen erkennbar, die Unterschiede in der P-Verfügbarkeit hätten verursachen können. Bei keinem der beiden Karbonisierungsverfahren beeinflussten die Prozessparameter (Temperatur bzw. Verweildauer) die P-Aufnahme oder die extrahierbaren P-Gehalte.

Der Versuch zeigt, dass der HTC-Prozess die P-Verfügbarkeit – zumindest auf einem sauren Boden – nicht negativ beeinflusst. Allerdings wurde auch keine P-Anreicherung im Vergleich zum BGR erzielt ($\leq 0,1$ % P). Umgekehrt kommt es durch die Pyrolyse zwar zu einer starken P Anreicherung (Pyr 400: Faktor 2,2; Pyr 700: Faktor 3,0), gleichzeitig wird aber die P-Verfügbarkeit reduziert. Damit lässt sich die Frage, ob die Karbonisierung – pyrolytisch oder hydrothermal – geeignet ist die Transportwürdigkeit von BGR zu erhöhen, nicht eindeutig beantworten.

Literatur

- Atkinson C.J, Jean D.F & Neil A Hipps (2010) Potential mechanisms for achieving agricultural benefits from biochar application to temperate soils: a review. *Plant Soil* 337(1-2): 1-18.
- Libra J.A, Kyoung R.S, Kammann C, Funke A, Berge N.D, Neubauer Y, Titrici M-M, Fühner C, Bens O, Kern J & Emmerich K-H (2011): Hydrothermal carbonization of biomass residuals: a comparative review of the chemistry, processes and applications of wet and dry pyrolysis. *Biofuels*, 2(1): 89-124.