

Mechanismen der Phosphor-Akquise von Nutzpflanzen in Mischkulturen: Die Rolle von Phosphatasen und pH-Änderungen in der Rhizosphäre

Schwerdtner, U.¹ & Spohn, M.¹

Keywords: Mischkultur, Phosphor-Akquise, Rhizosphäre

Abstract: Several studies have shown that intercropping can contribute to increased phosphorus (P) uptake by plants, resulting in higher yields. However, the underlying mechanisms of increased plant P acquisition are not yet fully understood. The aim of this study was to test potential mechanisms of P acquisition in an intercropping experiment. We investigated pH changes and phosphatase activities in the rhizosphere of maize (Zea mays) intercropped with either faba bean (Vicia faba), blue lupin (Lupinus angustifolius) or white mustard (Sinapis alba) in comparison to maize monoculture. For this purpose, plants were grown in rhizoboxes, phosphatase activity was investigated by soil zymography, and pH changes were assessed using pH-indicator gels. In addition, a field experiment was conducted with the same plant species to investigate effects of companion crops on maize biomass production. First results suggest that different companion plants use different P acquisition mechanisms (rhizobox experiment) causing different maize yields (field experiment).

Einleitung und Zielsetzung

Die Phosphatverfügbarkeit im Boden wirkt für Nutzpflanzen häufig als limitierender Wachstumsfaktor. Eine nachhaltigere landwirtschaftliche Produktionsweise, die eine effizientere Nutzung des im Boden vorhandenen Phosphors (P) durch die Nutzpflanzen fördert, ist daher unabdingbar. Bisherige Forschungsarbeiten zeigten, dass einige Nutzpflanzen in der Lage sind, vergleichsweise viel P zu mobilisieren, was in Mischkulturen auch für begleitende Pflanzen (Hauptkultur) die P-Verfügbarkeit und folglich die P-Aufnahme erhöht (Xue et al. 2016). Die Mechanismen, die dieser erhöhten P-Akquise zugrunde liegen, sind allerdings noch kaum bekannt. Zu den potentiellen Mechanismen zählen u.a., dass Nebenkulturen (i) erhöhte Phosphatase-Aktivitäten in der Rhizosphäre sowie (ii) Konzentrationen von Protonen bzw. Hydroxidionen und/ oder organischen Säuren verursachen, die P mobilisieren, was sich sowohl für die Neben- als auch für die Hauptkultur positiv auf die P-Aufnahme auswirkt.

Ziel der Studie ist es, zu einem besseren Verständnis der potentiellen Mechanismen der P-Akquise beizutragen. Dafür wurden ein Gewächshausversuch in Rhizoboxen und ein praxisnaher Feldversuch durchgeführt.

¹ AG Boden-Biogeochemie, Bayreuther Zentrum für Ökologie und Umweltforschung (BayCEER), Universität Bayreuth, Dr.-Hans-Frisch-Straße 1-3, 95448 Bayreuth, Deutschland, ulrike.schwerdtner@uni-bayreuth.de, www.bayceer.uni-bayreuth.de/soilbcg/

Methoden

Um die Mechanismen der P-Akquise zu untersuchen, wurde Mais (*Zea mays*) in Mischkultur mit entweder Ackerbohne (*Vicia faba*), Blauer Süßlupine (*Lupinus angustifolius*) oder Weißem Senf (*Sinapis alba*) sowie in Monokultur für 12 Wochen in Rhizoboxen (30 x 50 x 3 cm; je fünf Replikate) angebaut. Dafür wurde Boden von den Flächen des Feldversuchs (lehmgiger Sand; pH(H₂O) = 6,9; P(H₂O) = 244 mg/kg Boden) verwendet. Zu zwei Zeitpunkten wurden die räumliche Verteilung der Phosphatase-Aktivität in der Rhizosphäre von Haupt- und Nebenkulturen mittels Boden-Zymographie (Spohn et al. 2013) sowie die Änderung des Boden-pH mittels pH-Imaging (modifiziert nach Marschner et al. 1982) untersucht.

Im praxisnahen Feldversuch wurde *Z. mays* erneut in Monokultur sowie in Mischkultur mit entweder *V. faba*, *L. angustifolius*, *S. alba* oder Sojabohne (*Glycine max*) angebaut. Der Anbau erfolgte in je fünf Plots (2,5 x 1,7 m) mit abwechselnden Reihen von Haupt- und Nebenkultur in einem Abstand von 20 cm. Nach der Ernte wurden Trockengewicht sowie C-, N- und P-Gehalte der oberirdischen Biomasse (Blätter, Spross und Frucht) untersucht. In Bodenproben von allen Plots wurden zudem die Phosphatase-Aktivität, die pflanzenverfügbaren P- und N-Gehalte sowie die mikrobielle Gemeinschaft (Biomasse, Zusammensetzung) analysiert.

Ergebnisse und Diskussion

Erste Ergebnisse des Gewächshausversuches legen nahe, dass die gewählten Nebenkulturen unterschiedliche Mechanismen der P-Akquise nutzen: Während *V. faba* den Boden-pH in der Rhizosphäre deutlich senkt und *S. alba* ihn erhöht, zeigt *L. angustifolius* vor allem erhöhte Phosphatase-Aktivitäten in der Rhizosphäre.

Die Ergebnisse des Feldversuchs zeigen zudem, dass Biomasse und Ertrag der Maispflanzen in den Mischkulturen mit *L. angustifolius*, *G. max* und *S. alba* signifikant höher sind als in Monokultur oder in Mischkultur mit *V. faba*.

Weitere Analysen stehen für beide Versuche noch aus.

Literatur

- Marschner H, Römheld V, Ossenberg-Neuhaus H (1982) Rapid Method for Measuring Changes in pH and Reducing Processes Along Roots of Intact Plants. Zeitschrift für Pflanzenphysiologie 105: 407-416.
- Spohn M, Carminati A, Kuzyakov Y (2013) Soil zymography – A novel in situ method for mapping distribution of enzyme activity in soil. Soil Biology & Biochemistry 58: 275-280.
- Xue Y, Xia H, Christie P, Zhang Z, Li L, Tang C (2016) Crop acquisition of phosphorus, iron and zinc from soil in cereal/legume intercropping systems: a critical review. Annals of Botany 117: 363-377.