

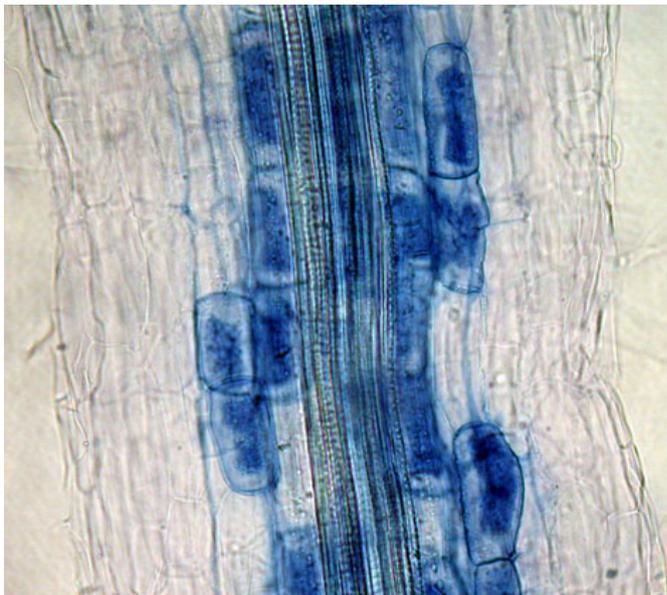
Forschungsmeldung

26. Mai 2014

Wer pumpt, wächst besser

Der Phosphattransport von Pilzen zu Pflanzenwurzeln benötigt eine Protonenpumpe

Phosphor (P) ist ein lebenswichtiges Element für alle Lebewesen. Er ist Bestandteil der DNA, also unseres Erbgutes, und spielt eine wichtige Rolle im Energiehaushalt. Pflanzen nehmen Phosphor in Form von Phosphaten, also Salzen, aus dem Boden auf. Viele unserer Böden sind an Phosphaten verarmt und weltweit gehen die Phosphatquellen zur Neige, die bisher zur Produktion von Düngern genutzt werden. Eine optimale P-Versorgung unserer Nutzpflanzen ist aber notwendig, um gute Ernteerträge zu erzielen. In diesem Zusammenhang könnte zukünftig eine bislang wenig beachtete Lebensgemeinschaft zwischen Pflanzen und Pilzen eine große Bedeutung erlangen. Etwa 80 Prozent der Landpflanzen können nämlich eine „Ehe“ mit bestimmten Pilzen eingehen, die dadurch gekennzeichnet ist, dass der Pilz Phosphat aus dem Boden aufnimmt und an die Pflanzen abgibt, während er für seine Dienstleistung von der Pflanze mit Zucker versorgt wird. Bisher war nicht bekannt, wie der Transport vom Pilz in die Pflanze funktioniert. Wissenschaftler um Franziska Krajinski vom Max-Planck-Institut für Molekulare Pflanzenphysiologie haben nun herausgefunden, dass das Phosphat mit Hilfe einer ganz speziellen Protonenpumpe in die Pflanze gelangt (Plant Cell, DOI 10.1105/tpc.113.120436)



Mit blauem Farbstoff markierte arbuskuläre Mykorrhizastrukturen in einer Wurzel unter dem Lichtmikroskop. © Max-Planck-Institut für Molekulare Pflanzenphysiologie

Gibst Du mir – geb' ich dir!

Diese Gemeinschaft oder auch Symbiose von Pflanzen und Wurzelpilzen ist eine uralte Erfolgsgeschichte, denn bereits bei der Besiedelung des Festlandes vor über 400 Millionen Jahren erhielten die Pflanzen Unterstützung von Pilzen. Genauer gesagt handelt es sich um arbuskuläre Mykorrhiza-Pilze, die man - anders als zum Beispiel Steinpilze - oberirdisch nicht sehen kann. Diese Pilze dringen mit ihren Pilzfäden (Hyphen) in die Wurzel der Pflanze ein, mit der sie in Symbiose leben. Dort bilden sie Strukturen, die einem Bäumchen, lateinisch *arbuscula*, ähneln, daher nennt man sie Arbuskel. Wie bei jeder guten Gemeinschaft, wirkt sich die Symbiose positiv auf beide Partner aus. Die Pflanze, die den Pilz mit Zucker versorgt, den sie mit Hilfe der Photosynthese hergestellt hat, erhält im Gegenzug vom Pilz das, für sie lebenswichtige, Phosphat.

Ohne Energie läuft nichts

Die Forschungsobjekte, an denen die Wissenschaftler um Franziska Krajinski vom MPI-MP die Transportvorgänge untersuchten sind der Schneckenklee *Medicago truncatula* und der Wurzelpilz *Rhizophagus irregularis*. Auch in der Wurzel sind Pflanzen- und Pilzzellen durch Membranen voneinander getrennt. Auf dem Weg vom Pilz in die Pflanze muss das Phosphat diese Barrieren überwinden. Dafür sind bestimmte Proteine verantwortlich, die pflanzenseitig in der sogenannten periarbuskulären Membran sitzen und wie kleine Laster ihre Fracht vom Pilz in die Pflanze transportieren. Genau wie die echten Laster benötigen sie dafür Energie. „Proteine können aber nicht einfach an einer Tankstelle halten, um Energie zu tanken, sondern müssen ihre Energie aus einer anderen Quelle beziehen“, kommentiert Dr. Daniela Sieh die Forschungsarbeit. „Unsere Aufgabe war es herauszufinden, woher die Energie für den Transport kommt. Dazu konnten wir auf frühere Arbeiten zurückgreifen, in denen es uns gelungen war ein Gen des Schneckenklee zu identifizieren, das die Informationen für eine Protonenpumpe enthält“, ergänzt Prof. Franziska Krajinski.

Die Pflanze, die ein großes Interesse daran hat vom Pilz mit Phosphat versorgt zu werden, stellt Energie zur Verfügung, in dem sie auf der Grundlage des bereits identifizierten Gens ein Protein herstellt, das - wie die kleinen Laster, oder besser Transportproteine - ebenfalls in der periarbuskulären Membran lokalisiert ist und Protonen, das sind kleine positiv-geladene Teilchen, in den Zwischenraum zwischen Pilzmembran und periarbuskulären Membran pumpt. Auf diese Weise entsteht ein Konzentrationsgefälle, das heißt, außerhalb der Pflanzenzelle sind sehr viel mehr Protonen vorhanden als innerhalb. Die Transportproteine, betanken sich sozusagen mit diesen Protonen und nutzen sie als Energiequelle, um das Phosphat in die Pflanzenzelle zu transportieren.

Ohne Protonenpumpe kein Phosphat vom Pilz

Um zu beweisen, dass diese Protonenpumpe tatsächlich die Energie für den Phosphattransport bereitstellt, haben die Forscher in ihren aktuellen Versuchen das Gen, das im Schneckenklee die Information für eine Protonenpumpe in sich trägt, ausgeschaltet, so dass es nicht mehr funktionsfähig war. Die Protonenpumpe konnte also nicht mehr hergestellt werden. Anschließend verglichen die Wissenschaftler die symbiotische Phosphataufnahme und das Wachstum dieser Pflanzen mit sogenannten Wildtyp-Pflanzen, bei denen das Gen weiterhin funktionsfähig und folglich die Protonenpumpe vorhanden war. Die Experimente zeigten, dass der Pilz die Wurzeln beider Pflanzen besiedelte. Unter Phosphatmangel-Bedingungen zeigten die Wildtyp-Pflanzen, allerdings ein deutlich besseres Wachstum, als diejenigen Pflanzen, die auf Grund des stillgelegten Gens keine Protonenpumpe mehr herstellen konnten.

Um die Rolle der Protonenpumpe noch genauer zu untersuchen, verglichen die Wissenschaftler zusätzlich die Phosphataufnahme beider Pflanzentypen. Während bei Wildtyppflanzen eine für die Mykorrhiza-Symbiose typische Aufnahme von Phosphat in die Wurzeln und den Spross nachweisbar war, konnte dieser Prozess bei Pflanzen ohne Protonenpumpe nicht beobachtet werden. „Wir konnten beweisen, dass ohne die arbuskuläre Protonenpumpe kein Phosphattransport vom Pilz in die Pflanze möglich ist“, sagt Franziska Krajinski, „Ohne diese Pumpe sind die Pflanzen nicht in der Lage, auf phosphatarmen Böden mit Hilfe der Mykorrhizasymbiose gut zu wachsen.“ Vor dem Hintergrund der zunehmenden Knappheit der weltweiten Phosphatvorräte, ist das Verständnis der symbiotischen Prozesse auch für den Nutzpflanzenanbau von großer Bedeutung. Mykorrhiza-Produkte werden bereits im Bioanbau als Ersatz für mineralischen Dünger verwendet, in der Zukunft könnten sie jedoch noch eine viel größere Rolle für die Nährstoffversorgung unserer Nutzpflanzen und damit auch für unsere Ernährung spielen.

KD/URS

Kontakt

Prof. Dr. Franziska Krajinski

Max-Planck-Institut für Molekulare Pflanzenphysiologie

Tel. 0331/567 8360

Krajinski@mpimp-golm.mpg.de

<http://www.mpimp-golm.mpg.de/8316/2krajinski>

Kathleen Dahncke

Presse- und Öffentlichkeitsarbeit

Max-Planck-Institut für Molekulare Pflanzenphysiologie

Tel. 0331/567 8275

dahncke@mpimp-golm.mpg.de

<http://www.mpimp-golm.mpg.de>

Originalveröffentlichung

Franziska Krajinski, Pierre-Emmanuel Courty, Daniela Sieh, Philipp Franken, Haoqiang Zhang, Marcel Bucher, Nina Gerlach, Igor Kryvoruchko, Daniela Zoeller, Michael Udvardi, Bettina Hause

The H⁺-ATPase HA1 of Medicago truncatula is essential for P transport and plant growth during arbuscular mycorrhizal symbiosis

Plant Cell, online April 29, 2014, DOI 10.1105/tpc.113.120436