

Gut vernetzt

27.5.2026 - | Leibniz-Gemeinschaft

Ob Pflanzen eine Symbiose mit Bodenpilzen eingehen, entscheiden sie per molekularem Schalter. Dieser neu entdeckte Mechanismus könnte künftig dabei helfen, eine nachhaltigere Landwirtschaft zu gestalten.

Pflanzen haben im Laufe der Evolution elegante Strategien entwickelt, um einem Mangel an Phosphat im Erdreich zu begegnen: Sie gehen Symbiosen mit Bodenpilzen ein. Diese Mykorrhizapilze versorgen ihre pflanzlichen Partner effizient mit Phosphat und weiteren lebenswichtigen Mineralien. Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen des Leibniz-Instituts für Pflanzenbiochemie (IPB) in Halle haben jüngst gemeinsam mit Partnern der Universität Bonn einen molekularen Schalter entdeckt, der den Phosphatgehalt in der Pflanze erfasst und dann das Startsignal für oder gegen die Symbiose gibt. Dieser Signalweg könnte künftig genutzt werden, um Pflanzen zu befähigen, die Partnerschaft mit den Bodenpilzen auch dann einzugehen, wenn genügend Phosphat verfügbar ist. Die Studie in der renommierten Fachzeitschrift *Science Advances* bietet einen Lösungsansatz für ein langjähriges Problem in der Landwirtschaft und eröffnet neue Wege zur Reduktion von Düngemitteln.

Pflanzen haben im Laufe der Evolution elegante Strategien entwickelt, um einem Mangel an Phosphat im Erdreich zu begegnen: Sie gehen Symbiosen mit Bodenpilzen ein. Diese Mykorrhizapilze versorgen ihre pflanzlichen Partner effizient mit Phosphat und weiteren lebenswichtigen Mineralien. Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen des Leibniz-Instituts für Pflanzenbiochemie (IPB) in Halle haben jüngst gemeinsam mit Partnern der Universität Bonn einen molekularen Schalter entdeckt, der den Phosphatgehalt in der Pflanze erfasst und dann das Startsignal für oder gegen die Symbiose gibt. Dieser Signalweg könnte künftig genutzt werden, um Pflanzen zu befähigen, die Partnerschaft mit den Bodenpilzen auch dann einzugehen, wenn genügend Phosphat verfügbar ist. Die Studie in der renommierten Fachzeitschrift *Science Advances* bietet einen Lösungsansatz für ein langjähriges Problem in der Landwirtschaft und eröffnet neue Wege zur Reduktion von Düngemitteln.

Die Beimpfung von Nutzpflanzen mit Mykorrhizapilzen ist eine entscheidende Maßnahme, um die Erträge in der Landwirtschaft zu steigern. Die feinen Pilzhyphen wirken wie ein erweitertes Wurzelsystem und erhöhen die Aufnahme von Mineralien und Nährstoffen erheblich. Besonders Phosphat ist als zentraler Garant des pflanzlichen Energiehaushaltes ein überlebenswichtiger Nährstoff für die Pflanze, den sie mit Hilfe der Symbiose effizient aus dem Boden zieht. Für Pflanzen ist diese Partnerschaft jedoch mit Kosten verbunden: Sie müssen einen Teil ihrer produzierten Kohlenhydrate an die Pilze abgeben.

„Dieser Aufwand ist für die Pflanze so groß, dass sie die Symbiose unterdrückt, wenn genügend Phosphat im Boden verfügbar ist“, erklärt Martina Ried-Lasi, Leiterin der Arbeitsgruppe Symbiose-Signaling am IPB. Der Verzicht auf die Symbiose wirkt sich, trotz ausreichender Phosphatversorgung, nachteilig auf die Erträge aus, da die Pilze auch die Aufnahme von Stickstoff, Magnesium und Kalium fördern. „Für die Landwirtschaft werden daher Strategien gesucht, Kulturpflanzen unabhängig vom Phosphatgehalt im Boden mykorrhizieren zu können“, sagt Gabriel Schaaf von der Universität Bonn. „Unsere Studie zeigt einen möglichen Ansatz, um solche Symbiosen künftig gezielt zu fördern.“

In Experimenten mit der Modellpflanze *Lotus japonicus* identifizierte das Forschungsteam das Enzym VIH2 als zentralen Schalter der Symbiosebildung. VIH2 steuert die Erzeugung von Inositol-

Pyrophosphaten – das sind Signalmoleküle, die den Phosphatstatus anzeigen. Ist wenig Phosphat in der Zelle vorhanden, bildet VIH2 nur wenige Inositol-Pyrophosphate und die Zelle erhält das Signal, ein Notprogramm zu starten. Dazu gehört die Aktivierung von Phosphatmangel-Genen, der Umbau der Wurzelarchitektur und auch die Aufnahme der Mykorrhizasymbiose. Bei guter Phosphat-Versorgung produziert VIH2 große Mengen der Signalmoleküle. Das Mangelprogramm wird entsprechend gestoppt und die Partnerschaft mit den Mykorrhizapilzen unterdrückt.

„Wir haben untersucht, ob eine gezielte Drosselung des Enzyms das Notprogramm wieder startet und damit die Mykorrhizabildung ermöglicht“, berichtet Martina Ried-Lasi. „Und in der Tat: Die Pflanzen verhielten sich so, als litten sie unter Phosphatmangel, obgleich ausreichend Phosphat im Nährmedium vorhanden war.“ In der Folge hielten die Pflanzen ihre intensive Besiedlung durch Mykorrhizapilze aufrecht, die sie unter den gegebenen Phosphatbedingungen normalerweise unterdrücken würden. Wichtigste Erkenntnis des Forschungsteams: Die erzwungene Symbiose hatte keine negativen Auswirkungen auf Wachstum und Entwicklung beider Partner. Die Pilzstrukturen in den Wurzeln blieben stabil und funktionsfähig, und die Pflanzen zeigten eine erhöhte Aufnahme von Phosphat und weiteren Nährstoffen. „Damit konnten wir die Regulation der Mykorrhizasymbiose vom Phosphatgehalt im Boden entkoppeln“, sagt Gabriel Schaaf. „Genau das gilt seit Jahrzehnten als zentrales Ziel der Mykorrhizaforschung.“

Mit VIH2 haben die Pflanzenexperten einen bedeutenden regulatorischen Schalter gefunden, der die Etablierung der Symbiose steuert. Damit könnte sich die Mykorrhizierung von Kulturpflanzen künftig gezielt beeinflussen lassen. Eine Optimierung der Symbiosebereitschaft kann – im Gegensatz zu herkömmlichen Ansätzen – flexibel und schnell über moderne Züchtungsverfahren wie der Genomeditierung erfolgen. Ob sich die Effekte auf Ertrag und Stabilität auch unter Feldbedingungen bestätigen lassen, muss indes noch geprüft werden. Dennoch eröffnet die Studie bereits jetzt ein neues konzeptionelles Modell, das die Phosphatwahrnehmung der Pflanze direkt mit der Steuerung symbiotischer Beziehungen verknüpft.

Phosphor spielt in Form von Phosphat eine zentrale Rolle im Energiestoffwechsel aller Lebewesen. Phosphat gilt als begrenzte, nicht erneuerbare Ressource. Zudem sind viele Rohphosphatvorkommen mit Schwermetallen belastet. Etwa 90 Prozent der jährlich weltweit geförderten 200 Millionen Tonnen Rohphosphate werden für die Produktion von Düngemitteln verwendet, ohne die ein ertragreicher Anbau von Kulturpflanzen nicht möglich wäre. Gleichzeitig führt der übermäßige Einsatz von Phosphat- und Mineraliendüngern zu erheblichen Umweltproblemen wie der Belastung der Böden mit Schwermetallen, der Verunreinigung des Grundwassers und der Eutrophierung von Gewässern. Die Mykorrhizierung von Nutzpflanzen ist ein entscheidender Hebel, um die Phosphat-Problematik in der Landwirtschaft zu entschärfen. Mit den pilzlichen Helfern im Boden können Landwirte den Einsatz von mineralischen Düngern reduzieren und gleichzeitig die Gefahr der Eutrophierung senken.

Originalpublikation

Raj, K., Gaugler, V. et al. Lotus japonicus VIH2 is an inositol pyrophosphate synthase that regulates arbuscular mycorrhiza. Science Advances (2026). <https://doi.org/10.1126/sciadv.aec5607>

<https://www.leibniz-gemeinschaft.de/ueber-uns/neues/forschungsnachrichten/forschungsnachrichten-single/newsdetails/gut-vernetzt>