

Neuer Ansatz zur Untersuchung der Verteilung und der Transportwege von Elementen in Pflanzen

Gatersleben, 13.06.2023 Die Kartierung der Verteilung einzelner Mineralstoffe in unterschiedlichen Zelltypen ist von entscheidender Bedeutung, um zu verstehen, wie Nährstoffe und toxische Elemente über die Wurzeln auch in oberirdische Organe der Pflanze gelangen und physiologisch wirksam werden. Ein internationales Forschungsteam unter Leitung des IPK Leibniz-Instituts hat eine neue Methode entwickelt, die fluoreszenzaktivierte Zellsortierung (FACS) kombiniert mit induktiv gekoppelter Plasma-Massenspektrometrie (ICP-MS). Damit kann die Konzentration von Mineralstoffen in verschiedener Zellpopulationen in den Wurzeln von *Arabidopsis thaliana* erfasst werden. Die Studie, die heute in der Fachzeitschrift ‚Nature Communications‘ erscheint, beschreibt eine neue Methode, mit der die Verteilung von Elementen in Pflanzengewebe untersucht werden kann.

Pflanzenwurzeln spielen eine entscheidende Rolle bei der Aufnahme, Anreicherung und Speicherung verschiedener Mineralstoffe und versorgen auch entfernte Pflanzengewebe mit Nährstoffen. Gleichzeitig halten sie überschüssige Mengen an Metallen und nicht-essentiellen toxischen Elementen zurück. Eine Reihe von Membrantransportern steuert aktiv die Aufnahme über die Wurzeln, die Weiterleitung und die intrazelluläre Anreicherung verschiedener Mineralstoffe. Die meisten Transporter weisen charakteristische gewebe- und zelltypspezifische Lokalisationsmuster auf, die sich als Reaktion auf interne Signale oder externe Reize verändern können. Um die Rolle der Membrantransporter und Transportwege in Wurzeln vollständig zu verstehen, muss ihr Beitrag bei der Verteilung der Elemente in Zellen und Geweben bestimmt werden.

Die beste Methode zur gleichzeitigen Quantifizierung mehrerer Elemente ist die induktiv gekoppelte Plasmamassenspektrometrie (ICP-MS). Allerdings ist die ICP-MS immer noch weitgehend auf die Analyse ganzer Gewebe beschränkt und nicht auf spezifische Zelltypen anwendbar. Die Möglichkeiten, die Verteilung der Mineralstoffe entlang verschiedener Wurzelzellschichten gleichzeitig zu kartieren, sind damit stark eingeschränkt. Das jedoch wäre ein entscheidender Schritt, um zu verstehen, wie Wurzeln ihre empfindlichen Stammzellen vor toxischen Elementen schützen aber gleichzeitig essenzielle und förderliche Elemente über die Wurzel in oberirdische Pflanzenorgane leiten.

„Daher haben wir eine Methode entwickelt, bei der unterschiedliche Zelltypen, die aus Wurzeln verschiedener Reporterlinien isoliert wurden, durch fluoreszenzaktivierte Zellsortierung vor der Elementanalyse mit ICP-MS getrennt werden“, sagt Dr. Ricardo Giehl, Erstautor der Studie. „So konnten wir die Konzentration von bis zu elf Mineralstoffen in verschiedenen Zelltypen bestimmen und die Folgen einer gestörten Xylembeladung oder

Pressemitteilung

Wissenschaftlicher Kontakt
Dr. Ricardo F. H. Giehl
Tel.: +49 39482 5293
giehl@ipk-gatersleben.de

Medienkontakt
Christian Schafmeister
Tel.: +49 39482 5461
schafmeister@ipk-gatersleben.de

auch einer veränderten Nährstoffverfügbarkeit mit hoher räumlicher Auflösung untersuchen.“

Mit der neuen FACS-ICP-MS-Methode konnte das Forschungsteam des IPK nachweisen, dass die Konzentration fast aller Elemente von den äußeren zu den inneren Zellschichten der Wurzeln zunahm. „Die mit unserer Methode ermittelte zellulären Konzentrationen der meisten Makro- und Mikronährstoffe können als Referenz für zukünftige Studien dienen“, betont Prof. Dr. Nicolaus von Wirén, Leiter der Forschungsabteilung „Physiologie und Zellbiologie“ am IPK.

Die Methode ermöglichte es den Forschern auch, eine zelltypspezifische Anreicherung von Mangan in den Wurzeln von Pflanzen zu identifizieren, die unter Eisenmangel wuchsen. Durch die Platzierung eines Mechanismus zur Mangan-Speicherung in bestimmten Zelltypen fanden die Forscher heraus, dass die Wurzelhaare eine entscheidende Rolle bei der Speicherung des überschüssigen Mangans spielen, das von Pflanzen unter Eisenmangel vermehrt aufgenommen wird. So wird letztlich verhindert, dass sich im Spross Mangan in toxischen Konzentrationen anreichert.

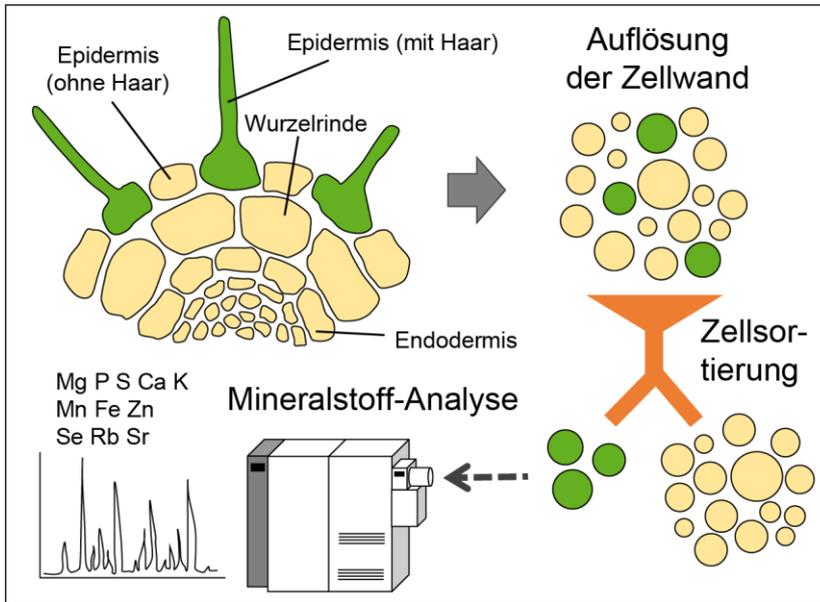
„Unsere Ergebnisse unterstreichen die Bedeutung der spezifischen „topographischen“ Lokalisierung von Membrantransportern für den gerichteten Transport von Ionen in die Sprosse oder für eine effiziente Metallsequestrierung in den Wurzeln. Der Überschuss wird also sicher in der Vakuole der Wurzelzelle abgelegt“, sagt Dr. Ricardo Giehl. „Die Möglichkeit, unsere Methode mit Genexpressionsanalysen zu kombinieren und sie in Richtung Einzelzell-ICP-MS weiterzuentwickeln, bietet die Möglichkeit, Transkriptom-Ionom-Netzwerke mit sehr hoher räumlicher Auflösung zu untersuchen“, erläutert der Erstautor der Studie. „Dieses Wissen ist entscheidend, um Transportwege zu steuern und die Effizienz der Nährstoffnutzung zu erhöhen oder die Anreicherung toxischer Elemente in oberirdischen Pflanzengeweben zu verhindern.“

Originalpublikation:

Giehl *et al.*: (2023) Cell type-specific mapping of ion distribution in *Arabidopsis thaliana* roots. Nature Communications. DOI: [10.1038/s41467-023-38880-0](https://doi.org/10.1038/s41467-023-38880-0)

Abbildung (zur freien Verfügung):

<https://ipk-cloud.ipk-gatersleben.de/s/FekjRQRNp8zGiDF>



Mit FACS-ICP-MS werden verschiedene Wurzelzelltypen, die durch den Abbau der Zellwand isoliert wurden, anhand der Expression fluoreszierender Reporter getrennt. ICP-MS bestimmt dann die Konzentration mehrerer Mineralstoffe in diesen aufgeteilten Zelltypen.