

Auxin-Signalweg steuert die Bildung von Wurzelhaaren zur Stickstoffaufnahme

Gatersleben, 11.09.2023 Wurzelhaare sind ein wichtiger Bestandteil der Wurzeloberfläche, über die Pflanzen Nährstoffe aufnehmen. Der Weg über die Wurzelhaare ist besonders effizient. Bekannt ist, dass es bei einem leichten Stickstoffmangel zu einer Verlängerung der Haupt- und Seitenwurzeln kommt. Wie Pflanzen mit ihren Wurzelhaaren auf einen derartigen Mangel reagieren und welche Mechanismen dahinterstecken, ist jedoch kaum erforscht. Einem internationalen Forschungsteam unter Führung des IPK Leibniz-Instituts ist es nun gelungen, eine dreistufige Abfolge molekularer Komponenten aufzudecken, über die das Wachstum der Wurzelhaare zur Aufnahme von Stickstoff gesteuert wird. Im Kern geht es um die Synthese, den Transport und die Signalgebung des Pflanzenhormons Auxin. Die Ergebnisse sind heute in der Zeitschrift „Current Biology“ veröffentlicht worden.

Pflanzen haben verschiedene Anpassungsstrategien entwickelt, um die Erschließung von Licht- und Bodenressourcen in ihrer Umgebung zu optimieren. Eine der bedeutsamsten Anpassungen geht über die Plastizität der Wurzelsysteme. Sie ermöglicht es Pflanzenwurzeln, effizient zu räumlich und zeitlich schwankenden Nährstoffvorräten hinzuwachsen. Als entscheidender Bestandteil der aktiven Wurzeloberfläche stellen die Wurzelhaare ein besonders leistungsfähiges morphologisches Merkmal zur Verbesserung der Wasser- und Nährstoffaufnahme dar. Wurzelhaare sind Verlängerungen von Epidermiszellen, die die Wurzeloberfläche effektiv vergrößern und die Erschließung von lokalen Wasser- und Nährstoffdepots ermöglichen. Die Entwicklung von Wurzelhaaren beginnt mit der Spezifikation der Zellen. Dabei geht es darum, ob eine Zelle zu einer haarbildenden (Trichoblast) oder einer haarlosen Zelle (Atrichoblast) wird.

„In unserer Studie haben wir zunächst gezeigt, dass ein moderater Stickstoffmangel die Wurzelhaarverlängerung in der Modellpflanze *Arabidopsis thaliana* stark stimuliert und dass diese Reaktion entscheidend für die Fitness der Pflanze unter Stickstoffmangel ist“, erklärt Prof. Dr. Nicolaus von Wirén, Leiter der Abteilung „Physiologie und Zellbiologie“ am IPK Leibniz-Institut. „Und wir haben Transkriptomstudien, molekulargenetische und zellbiologische Ansätze integriert, um nachzuweisen, dass die durch den Stickstoffmangel induzierte Wurzelhaarverlängerung auf einer räumlich koordinierten Auxin-Signalkaskade aufbaut. Diese greift über das Transkriptionsmodul RHD6-LRL3 in das Entwicklungsprogramm der Wurzelhaare ein.“

Die Signalkaskade besteht aus drei Stufen. Durch Hochregulierung der Enzyme TAA1 und YUCCA8 erhöht ein niedriger Stickstoffgehalt zunächst die Auxin-Akkumulation in der Wurzelspitze (Schritt 1, Synthese). Anschließend wird Auxin über die Transporter AUX1 und PIN2 in den Bereich geleitet, in dem sich die Wurzelhaare bilden (Schritt 2, Transport). Dort

Pressemitteilung

Wissenschaftlicher Kontakt
Prof. Dr. Nicolaus von Wirén
Tel.: +49 39482 5602
vonwiren@ipk-gatersleben.de

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

angekommen, aktiviert Auxin die beiden Transkriptionsfaktoren ARF6 und ARF8. Diese wiederum aktivieren das Transkriptionsmodul RHD6-LRL3, welches dann die Ausbildung längerer Wurzelhaare steuert (Schritt 3, Signalgebung).

„Insgesamt deuten unsere Ergebnisse darauf hin, dass die Verlängerung der Wurzelhaare eine zusätzliche systemisch induzierte Reaktion auf der Suche nach Stickstoff im Boden darstellt, die mit zunehmendem Stickstoffmangel noch mehr an Bedeutung gewinnt“, sagt Dr. Zhongtao Jia, Erstautor der Studie. „Diese Ergebnisse erweitern unser Verständnis der Reaktionen von Wurzeln in nährstoffarmen Umgebungen um ein neues Merkmal und damit die mechanistischen Grundlagen der hormongesteuerten Nährstoffsensoren in Pflanzenwurzeln“, betont Dr. Zhongtao Jia.

Da mehr und längere Wurzelhaare für Pflanzen eine effiziente Strategie sind, um ihre Wurzeln mit den Nährstoffen im Boden in Kontakt zu bringen, eröffnen diese Erkenntnisse die Möglichkeit, neue Zuchtziele für die Entwicklung von Pflanzen mit verbesserter Stickstoffaufnahme zu definieren.

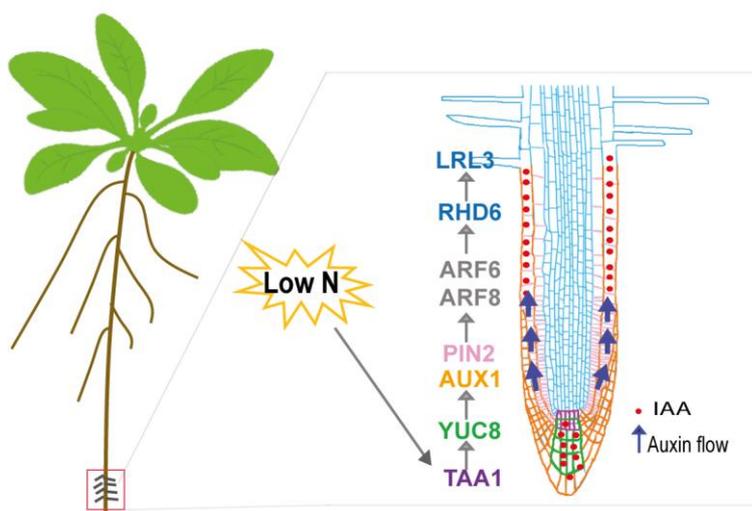
Originalpublikation:

Jia *et al.*: (2023) A spatially-concerted epidermal auxin signaling framework steers the root hair foraging response under low nitrogen. *Current Biology*.

DOI: [10.1016/j.cub.2023.08.040](https://doi.org/10.1016/j.cub.2023.08.040)

Abbildung (zur freien Verfügung):

<https://ipk-cloud.ipk-gatersleben.de/s/gATKj27DQbBbwms>



Die Modellpflanze *Arabidopsis thaliana* reagiert auf Stickstoffmangel mit der Bildung längerer Wurzelhaare. Im Kern geht es bei diesem mehrstufigen Prozess um die Synthese, den Transport und die Signalgebung des Pflanzenhormons Auxin.
Grafik: IPK Leibniz-Institut