



6.568 Zeichen
Abdruck honorarfrei
Beleg wird erbeten

Wie Pflanzen sich mit Eisen versorgen

Bayreuther Untersuchungen zum pflanzlichen Stoffwechsel zeigen: Aromastoffe (Cumarine) haben eine Schlüsselfunktion für den pflanzlichen Mineralhaushalt

Eisen ist in nahezu allen Lebewesen unentbehrlich für lebenswichtige Stoffwechsellvorgänge. Beim Menschen schädigt Eisenmangel insbesondere die Blutbildung. Weil pflanzliche Nahrung häufig zu wenig Eisen enthält, leiden aktuellen Schätzungen zufolge rund 30 Prozent der Weltbevölkerung unter einer mehr oder weniger stark ausgeprägten Anämie. Deshalb besteht weltweit ein starkes Interesse an der Züchtung und am Anbau von Pflanzen, die einen hohen Anteil von Eisen in ihren essbaren Bestandteilen abspeichern – und zwar so, dass das Eisen vom menschlichen Organismus aufgenommen und verarbeitet werden kann. „Biofortifikation“ ist das Ziel einer noch jungen Forschungsrichtung, die darauf abzielt, den Anteil lebenswichtiger Mineralien wie Eisen oder Zink in Pflanzen systematisch zu erhöhen.

Überhöhte pH-Werte im Boden: Ein Hindernis für die Absorption von Eisen

Eisen ist zwar ein Mineral, das im Erdboden besonders häufig vorkommt. Doch in der Regel ist es hier ein Bestandteil von Eisenoxiden und damit schwer löslich, so dass es von den Wurzeln der Pflanzen nicht unmittelbar absorbiert werden kann. Wie gut das Eisen im Boden für die Pflanzen verfügbar ist, hängt deshalb entscheidend vom jeweiligen pH-Wert des Bodens ab. Je höher der pH-Wert ist, desto ungünstiger sind die Bedingungen für die Absorption des Eisens. Weltweit ist der pH-Wert heute auf etwa 30 Prozent der landwirtschaftlich nutzbaren Flächen überhöht, so dass hier die landwirtschaftliche Produktivität durch Eisenmangel beschränkt ist.

Grundsätzlich unterscheidet die Forschung zwischen zwei Strategien, mit denen es Pflanzen dennoch gelingt, sich ausreichend mit Eisen zu versorgen. Bei Pflanzen, die keine



Gräser sind, besteht diese Strategie aus drei Schritten: Zunächst sondern ihre Wurzeln Substanzen ab, die den Säuregehalt im Boden erhöhen und somit dessen pH-Wert senken. In einem weiteren Schritt werden die Eisenoxide, infolge des erhöhten Säuregehalts im Boden, an der Oberfläche der Pflanzenwurzeln gelöst und in zweiwertiges Eisen umgewandelt. Erst jetzt sind die Pflanzen in der Lage, das Eisen zu absorbieren und ihre Zellen damit zu versorgen. „Nur wenn diese Strategie bis ins Detail aufgeklärt ist, kann eines Tages die gezielte Züchtung von Pflanzen gelingen, die möglichst viel Eisen aus dem Erdboden aufnehmen und abspeichern“, erklärt Prof. Dr. Stephan Clemens, der an der Universität Bayreuth den Lehrstuhl für Pflanzenphysiologie innehat.

Vergleichende Analysen von Stoffwechselprodukten

Von besonderem Interesse für die Forschung sind Substanzen, welche die Versorgung von Pflanzen mit Mineralstoffen auch dann gewährleisten, wenn die Absorption aus dem Erdboden erschwert ist. Gibt es derartige Substanzen?

Um diese Frage beantworten zu können, hat die Bayreuther Forschungsgruppe um Prof. Clemens einen Forschungsansatz gewählt, der die Stoffwechselprodukte der Pflanzen in den Blick nimmt. An den Wurzeln der Schotenkresse (*Arabidopsis thaliana*), die in der pflanzenphysiologischen Forschung heute oftmals als ‚Modellpflanze‘ dient, haben die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler vergleichende metabolomische Analysen durchgeführt. Dabei wurden möglichst viele der am Stoffwechsel beteiligten Abläufe und Substanzen – insbesondere die Zwischen- und Endprodukte des Stoffwechsels – erfasst. Zuerst wurden die Wurzeln von Pflanzen untersucht, die bestens mit Eisen versorgt waren. Es folgten Pflanzen, die einer Nährlösung ohne Eisen ausgesetzt waren. Schließlich richtete sich die metabolomische Analyse auf Pflanzen, die in einer eisenhaltigen Nährlösung mit hohem pH-Wert überleben mussten.

Cumarine: Schlüsselsubstanzen für den Eisenhaushalt von Pflanzen

Die Pflanzen, denen die Absorption von Eisen infolge des überhöhten pH-Werts erschwert war, bildeten in ihren Wurzeln eine auffällig große Menge von Cumarinen; viel mehr als die anderen Pflanzen, die optimal bzw. überhaupt nicht mit Eisen versorgt waren. Besonders



Pflanzen (Schotenkresse) auf alkalischem Boden mit einem pH-Wert von 7,7. Links Wildtyp-Pflanzen, rechts die Mutanten, die aufgrund eines genetischen Defekts keine Cumarine synthetisieren können.

das Skopoletin war in den Pflanzenwurzeln sehr häufig anzutreffen. Cumarine sind Aromastoffe, die zur Klasse der Phenole gehören und beispielsweise in der Lebensmittelindustrie als aromatische Verstärker verwendet werden.

Untersuchungen an speziellen Mutanten der Schotenkresse sollten im Anschluss an diese Befunde zeigen, ob Cumarine wirklich wichtig sind für die Eisernahrung der Pflanzen. Bei den Mutanten war die Bildung von Cumarinen aufgrund eines genetischen Defekts gestört. Tatsächlich erwiesen sie sich als unfähig, das in der Nährlösung mit hohem pH-Wert enthaltene Eisen zu absorbieren; nur zusätzliche eisenhaltige Nährstoffe konnten ihr Überleben sichern. Auf alkalischen Böden können die Mutanten also nicht wachsen. In diesem Zusammenhang stellte sich heraus, dass Pflanzen mit einer ungestörten Cumarin-Synthese solche Mutanten ‚retten‘ können, falls diese sich in unmittelbarer Nähe befinden. Die über das Wurzelwerk abgegebenen Cumarine machen das Eisen also auch für die genetisch defekten Nachbarn verfügbar.



„Forschungsarbeiten an verschiedenen Instituten haben in jüngster Zeit zeigen können, dass von den Wurzeln abgesonderte Phenole eine zentrale Funktion für den pflanzlichen Mineralhaushalt spielen“, erklärt Prof. Clemens „Die metabolomischen Untersuchungen, die wir hier in Bayreuth vorgenommen haben, konnten die aktiven Substanzen jetzt eindeutig nachweisen – und zwar auch deshalb, weil wir sehr viele der Stoffwechselprodukte im Wurzelbereich analysieren konnten. Unsere Erkenntnisse sind ein hochinteressanter Anknüpfungspunkt für die Züchtung und den Anbau von Nutzpflanzen, die dem weltweit verbreiteten Eisenmangel entgegenwirken und die Produktivität auf Böden mit zu hohem pH-Wert steigern können.“

Metabolomik – eine vielversprechende Forschungsrichtung

Die metabolomischen Analysen und ihre detaillierte Auswertung sind aus einer engen interdisziplinären Zusammenarbeit von Biologen und Chemikern auf dem Bayreuther Campus hervorgegangen. Sie wären nicht möglich gewesen ohne die Forschungstechnologien, die dabei zum Einsatz kamen, insbesondere die Gaschromatographie mit Massenspektrometrie-Kopplung (GC-MS) und die Flüssigkeitschromatographie-gekoppelte Flugzeitmassenspektrometrie (UPLC-ESI-QTOF-MS). „Die Metabolomik kann viel zur Aufklärung der Prozesse beitragen, durch die sich Pflanzen in ihrer Umwelt behaupten, und sie kann helfen, die Inhaltsstoffe von Pflanzen zu charakterisieren. Wir wollen metabolomische Verfahren an der Universität Bayreuth auch künftig anwenden, um neue Erkenntnisse über die Zusammensetzung pflanzlicher Nahrungsmittel zu gewinnen“, so Prof. Clemens.

Veröffentlichung:

Holger Schmidt, Carmen Günther, Michael Weber, Cornelia Spörlein, Sebastian Loscher, Christoph Böttcher, Rainer Schobert, Stephan Clemens,
Metabolome Analysis of *Arabidopsis thaliana* Roots Identifies a Key Metabolic Pathway for Iron Acquisition,
in: PLOS ONE, Research Article ,published 24 Jul 2014
DOI: 10.1371/journal.pone.0102444



Ansprechpartner:

Prof. Dr. Stephan Clemens
Lehrstuhl für Pflanzenphysiologie
Universität Bayreuth
D-95440 Bayreuth
E-Mail: stephan.clemens@uni-bayreuth.de



Text und Redaktion:

Christian Wißler M.A
Stabsstelle Presse, Marketing und Kommunikation
Universität Bayreuth
D-95440 Bayreuth
Tel.: +49 (0)921 55-5356
E-Mail: mediendienst-forschung@uni-bayreuth.de

Fotos:

S. 3: Lehrstuhl für Pflanzenphysiologie, Universität Bayreuth;
mit Quellenangabe zur Veröffentlichung frei.

S. 5: Chr. Wißler; zur Veröffentlichung frei.

In hoher Auflösung zum Download unter:

www.uni-bayreuth.de/presse/images/2014/152/



Kurzporträt der Universität Bayreuth

Die Universität Bayreuth ist eine junge, forschungsorientierte Campus-Universität. Gründungsauftrag der 1975 eröffneten Universität ist die Förderung von interdisziplinärer Forschung und Lehre sowie die Entwicklung von Profil bildenden und Fächer übergreifenden Schwerpunkten. Die Forschungsprogramme und Studienangebote decken die Natur- und Ingenieurwissenschaften, die Rechts- und Wirtschaftswissenschaften sowie die Sprach-, Literatur und Kulturwissenschaften ab und werden beständig weiterentwickelt.

Gute Betreuungsverhältnisse, hohe Leistungsstandards, Fächer übergreifende Kooperationen und wissenschaftliche Exzellenz führen regelmäßig zu Spitzenplatzierungen in Rankings. Die Universität Bayreuth belegt 2014 im weltweiten Times Higher Education (THE)-Ranking ‚100 under 50‘ als eine von insgesamt sechs vertretenen deutschen Hochschulen eine Top-Platzierung.

Seit Jahren nehmen die Afrikastudien der Universität Bayreuth eine internationale Spitzenposition ein; die Bayreuther Internationale Graduiertenschule für Afrikastudien (BIGSAS) ist Teil der Exzellenzinitiative des Bundes und der Länder. Die Hochdruck- und Hochtemperaturforschung innerhalb des Bayerischen Geoinstituts genießt ebenfalls ein weltweit hohes Renommee. Die Polymerforschung ist Spitzenreiter im Förderranking der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG). Die Universität Bayreuth verfügt über ein dichtes Netz strategisch ausgewählter, internationaler Hochschulpartnerschaften.

Derzeit sind an der Universität Bayreuth rund 13.000 Studierende in mehr als 100 verschiedenen Studiengängen an sechs Fakultäten immatrikuliert. Mit ca. 1.200 wissenschaftlichen Beschäftigten, davon 224 Professorinnen und Professoren, und rund 900 nichtwissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern ist die Universität Bayreuth der größte Arbeitgeber der Region.