

Forschungsmeldung

31. Januar 2012

Erbinformation auf Wanderschaft von Pflanze zu Pflanze

An Kontaktflächen tauschen nicht-kreuzbare Spezies ihre Chloroplastengenome aus

Um Stammbäume von Lebewesen zu erstellen und Verwandtschaftsbeziehungen aufzuklären, suchen Wissenschaftler meistens nach Unterschieden und Gemeinsamkeiten in der DNA. Gerade Pflanzenforscher wunderte es lange Zeit, warum die DNA aus den grünen Chloroplasten der Pflanzen sich oft dann besonders stark ähnelte, wenn verwandte Pflanzenarten das gleiche Verbreitungsgebiet hatten. Dieses Phänomen erklärten sie sich damit, dass vermutlich hin und wieder Kreuzungen zwischen verschiedenen Spezies auftraten und diese Nachkommen dann neue Kombinationen von Chloroplasten- und Kerngenom aufwiesen. „Chloroplastenfang“ oder „chloroplast capture“ taufte sie das Modell. Wissenschaftler um Ralph Bock vom Potsdamer Max-Planck-Institut für Molekulare Pflanzenphysiologie haben jetzt herausgefunden, dass ein solcher Transfer von ganzen Chloroplasten beziehungsweise ihrer Genome auch an einfachen Kontaktflächen zwischen Pflanzen und ganz ohne Fortpflanzung stattfinden kann. Das neue Chloroplastengenom lässt sich sogar an die nächste Generation vererben, was wiederum neue Eigenschaften mit sich bringen kann und sowohl für das Verständnis von Evolution als auch für Züchter von hoher Bedeutung ist [PNAS, DOI: 10.1073/pnas.1114076109].



Gezeigt ist eine natürliche Pfropfung zwischen einer Birke (links) und einer Eiche (rechts). Sexuell inkompatible Spezies können an solchen Stellen Chloroplastengenome austauschen.

Viele hölzerne Pflanze, vor allem Obstbäume und Rosenstöcke, werden von Gärtnern absichtlich beschädigt. Ihnen werden Äste abgeschnitten oder Kerben in die Rinde geschlagen, um an diesen Stellen Teile einer anderen Pflanze einzusetzen. Die Pflanze, die mit den Wurzeln im Boden steckt, heißt Unterlage. Die andere, von welcher nur ein neuer Ast stammt, nennt man fachsprachlich Pfropfreis oder Edelreis. Der Zweck dieser gärtnerischen Gräueltaten liegt unter anderem darin, besonders ertragreiche Sorten zu vermehren ohne dass einem die Mendelschen Vererbungsregeln in die Quere kommen, nach denen immer nur ein Teil der Nachkommen die gleichen Eigenschaften aufweist wie die Eltern. Mit Hilfe eines einzigen Asts einer erfolgreichen Apfelsorte wird – auf eine neue Unterlage gepfropft – ein Klon des Baumes erzeugt. Solche Veredelungen werden aber nicht nur künstlich vom Menschen ausgelöst. Auch wenn Pflanzen sehr nah beieinander stehen, können sie an Kontaktflächen zusammenwachsen.

An eben diesen Kontaktflächen kann nun ein horizontaler Gentransfer (HGT), also eine Übertragung von Genen ohne geschlechtliche Fortpflanzung, stattfinden. Früher dachte man, dass HGT nur bei Prokaryoten, also Lebewesen ohne echten Zellkern, möglich sei. Von Bakterien beispielsweise war lange bekannt, dass sie überlebenswichtige Gene, wie zum Beispiel Antibiotikaresistenzen, über horizontalen Gentransfer an andere Bakterienstämme weitergeben können. Inzwischen weiß man, dass sich HGT keinesfalls nur auf Prokaryoten beschränkt. Auch an Kontaktflächen verschiedener menschlicher Gewebe, wie beispielsweise nach einer Organtransplantation, oder eben bei zusammenwachsenden Pflanzen kann ein Austausch von Genen stattfinden. Bereits 2009 fanden Ralph Bock und Sandra Stegemann heraus, dass Erbinformation aus den grünen Chloroplasten per HGT von einer Pflanze auf eine andere übergehen kann. Ihre Erkenntnisse damals beschränkten sich jedoch auf die Übertragung von Genen innerhalb einer Art.

In ihren neuen Experimenten pflanzten sie die auf natürlichem Wege nicht kreuzbaren Tabakarten *Nicotiana benthamiana*, eine krautige Pflanzenart, und *Nicotiana glauca*, ein Baum, auf die Kulturart *Nicotiana tabacum*. Den beiden Wildarten *N. benthamiana* und *N. glauca* hatten sie vorher Gene für eine Resistenz gegen ein Antibiotikum sowie ein gelbfluoreszierendes Protein (YFP) in die DNA des Zellkerns eingebracht. Der Kulturtabak hingegen enthielt in seiner Chloroplasten-DNA eine andere Antibiotika-Resistenz und ein grünfluoreszierendes Protein (GFP). Nach dem erfolgreichen Verwachsen der Pflanzen schnitten sie die Pfropfungsstellen aus und kultivierten das Gewebe auf einem Wachstumsmedium, das beide Antibiotika enthielt. Unter diesen harschen Bedingungen kann nur überleben, wer sich gegen beide Antibiotika zur Wehr setzen kann, also solche Zellen von *N. benthamiana* und *N. glauca*, die Plastiden von *N. tabacum* bzw. deren Erbinformation aufgenommen hatten. Tatsächlich wuchsen aus etwa der Hälfte der Schnittproben neue Pflänzchen heran und unter dem Mikroskop zeigte sich in den Zellen das charakteristische grüne und gelbe Leuchten der Markerproteine.

„Besonders interessant sind jedoch die Ergebnisse der DNA-Sequenzierung“, sagt Sandra Stegemann, Erstautorin des Papers. „Das Chloroplastengenom von *N. tabacum* ist nämlich unverändert an die beiden anderen Tabaksorten weitergegeben worden.“ Bei den anderen Zellorganellen mit eigener DNA, den Mitochondrien, kommt es oft zu einer Vermischung des Erbguts von Donor und Rezipient. „Die neuen Chloroplasten jedoch hatten ihr eigenes Erbgut zu einhundert Prozent behalten und die alten vollständig aus den Pflanzenzellen verdrängt. Sie wurden sogar an die nächste Generation vererbt“, führt Stegemann weiter aus.

Nun treibt die Wissenschaftler die Frage um, auf welchem Wege die Chloroplasten ihre ursprüngliche Heimat verlassen und sich ein neues Zuhause suchen. Wandern sie durch die

Plasmodesmata, diese schmalen Tunnel, die sich zwischen Pflanzenzellen ausbilden können? Oder löst sich gar punktuell die Zellwand auf und macht so den Weg frei? „Wir wissen bisher nicht, wie die Chloroplasten von einer Zelle in eine andere gelangen“, so der Leiter der Arbeitsgruppe Ralph Bock. „Entscheidend ist aber, dass sie es tun und sich somit zum einen wichtige evolutionäre Prozesse erklären lassen und zum anderen neue Möglichkeiten für die Züchtung von Pflanzen ergeben.“ Auch die DNA von Chloroplasten trägt schließlich zur Fitness der Pflanze bei und kann ihr entscheidende Überlebensvorteile verschaffen.

[CSt]

Kontakt

Ralph Bock

Max-Planck-Institut für Molekulare Pflanzenphysiologie, Potsdam
Tel. 0331/567 8702

RBock@mpimp-golm.mpg.de

Claudia Steinert

Presse- und Öffentlichkeitsarbeit

Max-Planck-Institut für Molekulare Pflanzenphysiologie, Potsdam
Tel. 0331/567 8275

Fax 0331/567 8408

Steinert@mpimp-golm.mpg.de

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

Originalveröffentlichung

Sandra Stegemann, Mandy Keuthe, Stephan Greiner, Ralph Bock
Horizontal transfer of chloroplast genomes between plant species
PNAS Online Publikation, 30. Januar 2012, DOI: 10.1073/pnas.1114076109