PFLANZEN MIT NEUARTIGEN INHALTSSTOFFEN

Methoden zum Einschluss neuer Gene

Weltweit arbeiten Wissenschaftler daran, Pflanzen gentechnisch so zu verändern, dass sie neue Inhaltsstoffe produzieren wie beispielsweise Arzneimittel oder industriell nutzbare Stoffe. Bevor solche gentechnisch veränderten (gv) Pflanzen genutzt werden können, muss sichergestellt sein, dass sie auch in geringen Mengen nicht in Lebens- oder Futtermittel gelangen. Deshalb werden Techniken entwickelt, die einen Gentransfer durch Auskreuzung, das heißt über Samen oder Pollen, gezielt verhindern. Im Rahmen eines vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Programms erforschen Wissenschaftler, wie sicher und zuverlässig die verschiedenen Techniken einen biologischen Einschluss (engl. „Confinement“) der neuen Gene erreichen.

Schlüsselstelle für das Confinement: der Pollen

Bei gv-Pflanzen werden neue Gene (Transgene) üblicherweise in den Zellkern der Pflanze eingebracht. Bei der Fortpflanzung können die neuen Gene dann mit dem Pollen auf andere Pflanzen übertragen werden. Eine Möglichkeit dies zu verhindern ist die Entwicklung von Pflanzen, die Pollen bilden, in denen die neuen Gene nicht vorhanden sind. Ein anderer Ansatz ist die Züchtung von Pflanzen, die überhaupt keinen Pollen mehr hervorbringen.

Kein Pollen, keine Ausbreitung

Pollen entsteht in den männlichen Blütenteilen der Pflanze, den Staubbeuteln. Wird die Pollenbildung verhindert, sind die Pflanzen männlich steril. Sie können sich nicht mehr über ihren Pollen fortpflanzen. Es gibt Pflanzen wie z. B. bestimmte Maissorten, die natürlicherweise keinen befruchtungsfähigen Pollen bilden. Sie sind cytoplasmatisch männlich steril. Diese Eigenschaft kann nur durch die Mutterpflanzen vererbt werden. Seit Jahrzehnten werden entsprechende Maislinien in der Hybridzüchtung eingesetzt, einem Verfahren zur Steigerung der Erträge.

Pflanzen, die keinen Pollen bilden, können eine gentechnische Veränderung nicht an andere Pflanzen weitergeben. Die Eigenschaft keinen Pollen zu bilden kann jedoch durch die Aktivität bestimmter Gene (Restorer Gene) oder durch extreme Umweltbedingungen verschwinden. Mitarbeiter des Julius Kühn-Instituts in Quedlinburg prüfen die Stabilität verschiedener cytoplasmatisch männlich steriler Maishybriden in unterschiedlichen Umweltbedingungen.

Eine andere Möglichkeit die Pollenbildung zu hemmen ist die Nutzung von Zellgiften. Dazu wird ein Toxingen aus einem Bodenbakterium zusammen mit einem speziellen Steuerelement in die Pflanze eingebracht. Das Steuerelement lässt das Toxingen nur in solchen Pflanzenzellen aktiv werden, die für die Entwicklung der Pollen erforderlich sind. In den Pollen bildenden Zellen entsteht ein Enzym mit toxischer Wirkung. Dadurch bilden sich an den Staubfäden (Filamenten) der Pflanzen keine Pollensäcke (Antheren). Dieses Sterilitätskonzept wird am Johann Heinrich von Thünen-Institut in Großhansdorf an gv-Pappeln überprüft.

Männlich sterile Rispen. Sie bilden nur unfruchtbaren oder gar keinen Pollen aus.

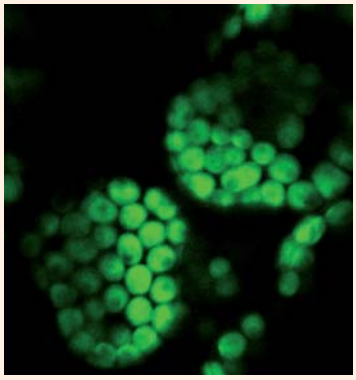
Sterile früh blühende Pappel

Plastidentransformation: Am Zellkern vorbei

Die Pflanzenzelle bietet neben dem Zellkern noch andere Orte, die neue Gene aufnehmen können, etwa die Plastiden, die über eigene Erbinformation verfügen. Plastiden übernehmen in der Zelle spezielle Aufgaben, beispielsweise bei der Fotosynthese. Bei den meisten landwirtschaftlichen Nutzpflanzen enthält der Pollen keine Plastiden. Wird ein neues Gen nun gezielt in die Plastiden-DNA einer solchen Nutzpflanze eingebracht, so wird es bei der Fortpflanzung, die über den Pollen erfolgt, nicht weitergegeben. Beim Anbau solcher Pflanzen könnten sich die Transgene nicht ausbreiten.

Die Plastidentransformation ist bisher noch nicht für alle landwirtschaftlichen Nutzpflanzen möglich. Forscher am Max-Planck-Institut in Potsdam arbeiten an einer Transformationsmethode für die Plastiden von Maispflanzen.

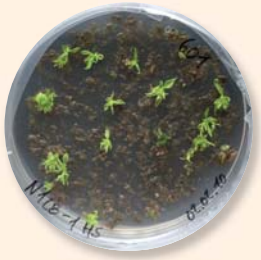
An Tabakpflanzen untersuchen sie, wie zuverlässig der Einschluss von Plastidengenen ist. Durch Versuche unter Standardbedingungen ist bereits bekannt, dass die Vererbung der Plastiden-DNA über den Pollen und durch Gentransfer nicht zu hundert Prozent ausgeschlossen werden kann. Doch wie sieht es bei wechselnden Umweltbedingungen wie z. B. Trockenheit, Hitze und UV-Licht aus? Ob diese Stressfaktoren zu einer Veränderung des Gen-Einschlusses führen, wird zunächst im Gewächshaus getestet.



Blätter von Tabaklinien unter UV-Licht. Die DNA der Plastiden enthält ein Gen das unter UV-Licht fluoresziert. Dieses Reportergen wurde über den Pollen vererbt. Die Elternpflanze wurden zum Zeitpunkt der Pollenbildung Stressbedingungen ausgesetzt (Hitze-, Trocken-, Hochlicht- und Kältestress).

Transgenfreier Pollen nach Hitzeschock

Bei dieser Methode werden zunächst Pflanzen erzeugt, die das neue Gen in allen Pflanzenteilen enthalten und es auch über den Pollen an die Folgegeneration weitergeben. Zusätzlich enthalten die Pflanzen zwei spezielle Enzyme. Diese ermöglichen es, dass zu einem frei wählbaren Zeitpunkt durch Wärmebehandlung ein Prozess eingeleitet wird, der dazu führt, dass während der Pollenbildung das Transgen entfernt wird. Ab der nächsten Generation enthalten die Pflanzen die gentechnische Veränderung in allen Geweben, aber nicht mehr im Pollen. Der Züchter führt die Wärmebehandlung am Ende des Züchtungsprozesses durch, bevor er das Saatgut vermehrt. Die aus diesem Saatgut hervorgehenden Pflanzen besitzen die neue gentechnisch vermittelte Eigenschaft, können sie aber nicht mehr über den Pollen an die Nachkommen weitergeben. Diese Methode wird an der Universität Hamburg an Mais und am Johann Heinrich von Thünen-Institut an Pappeln untersucht.



Aus hitzebehandelten Blattstücken wurden auf Nährmedium Pappelkeimlinge herangezogen. Darin konnte das System zur gezielten Transgen-Eliminierung im Pollen nachgewiesen werden. Die Effizienz der Methode wird im Gewächshaus überprüft, wenn die Pflanzen Blüten entwickeln.

Die Nachkommen der transgenen Maispflanzen zeigen kaum noch transgene Eigenschaften (nur eine von 41 Pflanzen). Die Blaufärbung des Blattmaterials wird durch ein Markergen verursacht.

Konzept	Forschungseinrichtung	Forschungsprojekt
Pollen ohne Transgen	Universität Hamburg	Verhinderung der Ausbreitung von gentechnisch verändertem Mais durch transgen-freien Pollen
	vTI Großhansdorf	Verhinderung der Ausbreitung von gentechnisch veränderten Pappeln durch transgen-freien Pollen
	MPI Potsdam	Entwicklung einer Plastidentransformationstechnologie für Mais
		Plastidentransformation zur Verhinderung der Ausbreitung gentechnisch veränderter Pflanzen
Pflanzen ohne Pollen	JKI Quedlinburg	Wie zuverlässig ist der Anbau von männlich sterilem Mais zur Begrenzung der Ausbreitung?
	vTI Großhansdorf	Transgene Zitterpappeln: Überprüfung der Zuverlässigkeit männlicher Sterilitätssysteme

Mehr Informationen zu den Forschungsinhalten sind auf **bioSicherheit.de** nachzulesen:
http://www.biosicherheit.de/forschung/biologischer-einschluss/625.biologischer-einschluss-gene.html

Fotos: www.biosicherheit.de, LMU München, MPI Potsdam, Julius-Kühn-Institut in Braunschweig, Johann Heinrich von Thünen Institut, Institut für Forstgenetik, Großhansdorf

GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung