

Feldversuch mit cisgenen Apfelbäumen auf der Protected Site in Zürich-Reckenholz

Agroscope, Oktober 2015

Ausgangslage

2012 hat das Parlament das seit 2005 geltende Gentechnik-Moratorium für den kommerziellen Anbau von gentechnisch veränderten Pflanzen (GVP) bis 2017 verlängert. Laut Bundesrat soll dies genutzt werden, um Chancen und Risiken der Gentechnik besser zu evaluieren.

Im Labor von Prof. Cesare Gessler, Gruppe Phytopathologie an der ETH Zürich, wurden Apfelbäume entwickelt, denen apfeleigene Gene (sogenannte Cisgene) gentechnisch eingefügt wurden. Agroscope hat diese Apfelbäume zur Prüfung von Chancen und Risiken übernommen, da Prof. Gessler 2014 pensioniert wurde. Agroscope verfügt über Kompetenzen in Bezug auf moderne Obstanbausysteme und bietet mit der Protected Site am Standort Zürich-Reckenholz eine Möglichkeit, um GVP in Feldversuchen zu testen.

Die Apfelpflanzen sind Prototypen, welchen ein Gen des Wildapfels *Malus x robusta* 5 zugefügt wurde. Sie sind cisgen gemäss Definition von Schouten et al. (*). Das Gen verleiht den Pflanzen eine Feuerbrand-Resistenz. Methodisch bedingt trägt dieser Prototyp noch kurze apfelfremde DNS-Abschnitte in sich. Eine Kommerzialisierung des Materials ist nicht vorgesehen. Ziel ist es, mehr Wissen zur Cisgenetik beim Apfel zu erhalten.

Warum braucht es diese Forschung?

Resistente Apfelsorten (Resistenz gegen Krankheiten: Schorf, Feuerbrand, Mehltau, etc.) sind der wichtigste Grundpfeiler für eine umwelt- und ressourcenschonende Obstproduktion. Die klassische Resistenzzüchtung von Obstsorten ist zeitaufwändig. Zusammen mit den gewünschten Resistenzeigenschaften aus den Wildäpfeln werden bei der klassischen Züchtung auch viele unerwünschte Eigenschaften mitvererbt (z.B. kleine, ungeniessbare Früchte). Diese unerwünschten Eigenschaften müssten mittels aufwändiger weiteren Kreuzungen wieder herausgezüchtet werden. Dieser Prozess kann 20 bis 25 Jahre dauern. Deshalb sind Methoden zur Beschleunigung dieses Prozesses attraktiv, dazu gehört die Gentechnologie. Mit ihr sollte es möglich sein, einzelne Merkmale zu bereits im Markt erfolgreichen Apfelsorten hinzuzufügen, ohne andere Eigenschaften zu verändern. Agroscope prüft deshalb den möglichen Beitrag der GV-Pflanzen der ETH zu einem Apfelanbau, der verstärkt auf resistente Sorten setzt und baut Kompetenzen im Umgang und der Evaluation von Nutzen und Risiken dieser Pflanzen auf.

* Schouten et al. (2006) *EMBO Reports* 7.8: 750-753

Gesetzliche Grundlage und Auftrag

Grundlage der vorgesehenen Feldstudien ist das bereits erwähnte Gentechnik-Moratorium, in dessen Rahmen auch Chancen und Risiken der Gentechnik zu prüfen sind. Zudem ist die Evaluation des Nutzens von GVP im Vergleich zu herkömmlichen landwirtschaftlichen Erzeugnissen gemäss Landwirtschaftsgesetz (Art. 187d) Aufgabe des Bundes. Im gleichen Artikel wird vom Bund eine Strategie zur Reduktion des Antibiotika-Einsatzes verlangt. Dazu könnten langfristig auch feuerbrandresistente Kernobstsorten beitragen.

Welche Untersuchungen hat Agroscope am Pflanzenmaterial der ETH durchgeführt?

Im April 2014 übernahm Agroscope in Wädenswil die cisgenen Pflanzen der ETH Zürich. Wie im Obstbau üblich hat man Knospen der Pflanzen auf herkömmlichen Apfelunterlagen veredelt. Die daraus gewachsenen jungen Apfelbäume haben die Forschenden seither im Gewächshaus gehalten und analysiert. Diese Untersuchungen umfassten die genetische Charakterisierung der Pflanzen, insbesondere die Bestimmung der Anzahl Kopien des Cisgens, die im Erbgut eingefügt worden waren und deren Position im Erbgut, sowie die Genaktivität. Zusätzlich erfolgte eine phänotypische Charakterisierung. Dabei wurde untersucht, ob die Pflanzen im Gewächshaus gleich wie nicht gentechnisch veränderte Pflanzen wachsen und wie ihre Resistenz gegenüber Feuerbrand ist. Zudem wurde der Anteil an Fremdsequenzen quantifiziert. Diese sind kurze, apfelfremde DNS-Abschnitte, die aus Gründen der benutzten Transformationsverfahren in der Pflanze zurückbleiben.

Was unterscheidet diese GVP von den bereits kommerziell angebauten GVP?

In herkömmlichen GVP werden meistens entweder Herbizid- oder Insektenresistenzgene ins Erbgut eingefügt. Diese Gene stammen aus Organismen, die natürlicherweise nicht kreuzbar sind mit den Organismen, in die sie eingefügt wurden. Deswegen werden sie als „transgen“ bezeichnet. In solchen Fällen entsteht eine neue genetische Kombination mit einem Gen, das seine Wirkung in einem artfremden zellulären Umfeld ausübt. Das kommt bei Verwendung von Cisgenen nicht vor, da diese Gene in ihrem natürlichen Umfeld (Apfelgene in Apfelzellen) exprimiert werden. Allfällig aus dem Transformationsprozess noch vorhandene Fremdsequenzen könnten nur zu einer neuen aktiven genetischen Kombination führen, wenn sie auch als RNA vorkommen (transkribiert).



werden). Ob dies der Fall ist, wird bei den Versuchspflanzen ebenfalls weiter untersucht.

Was wird im Feldversuch untersucht?

Basierend auf den Untersuchungen im Gewächshaus und Labor ist ein Freilandversuch auf der Protected Site am Agroscope-Standort Reckenholz in Zürich geplant. Das entsprechende Freisetzungsgesuch wurde Anfang Oktober 2015 beim BAFU eingereicht. Die Bewilligung des BAFU vorausgesetzt, werden die ersten Freilandexperimente im Frühjahr 2016 starten. Die Untersuchungen sollen unter anderem zeigen, ob wichtige physiologische und agronomische Eigenschaften der transformierten Sorte ‚Gala Galaxy‘ trotz gentechnischer Veränderung erhalten bleiben.

Im geplanten Feldversuch werden cisgene Bäume, in welche das Feuerbrand-Resistenzgen *FB_MR5* des Wildapfels *Malus x robusta* 5 eingefügt worden ist, mit der untransformierten Ausgangssorte ‚Gala Galaxy‘ und mit weiteren natürlich entstandenen Gala-Mutanten (Kontrollen) über mehrere Jahre evaluiert und verglichen. Eine Serie von Merkmalen des Baumwachstums, der Blüten (Feuerbrand „Blütenresistenz“ inbegriffen), der Samen, des Pollens und der Früchte werden dabei erfasst. Ausserdem werden aus den Blättern der Pflanzen (cisgen und Kontrollen) ausgewählte Biomoleküle (RNA, Proteine oder Metaboliten) extrahiert und verglichen. Werden Unterschiede zwischen cisgenen Pflanzen und der Ausgangssorte gefunden, so werden diese Unterschiede verglichen mit den entsprechenden Unterschieden zwischen den verschiedenen Kontrollgenotypen (Gala-Mutanten).

Für die Erforschung der Biosicherheit der cisgenen Linie wird in einem weiteren Versuch überprüft, ob die genetische Veränderung, die zur cisgenen Linie geführt hat, im Blattmaterial Veränderungen bewirkt, welche einen Effekt auf ausgewählte Arthropoden haben, die im Boden beim Abbau dieser organischen Substanz beteiligt sind.

Durch all diese Untersuchungen im Feld kann abgeschätzt werden, ob das Resistenzgen Einfluss auf agronomisch wichtige Faktoren hat und ob die cisgene Linie unbeabsichtigte weitere phänotypische und genetische Unterschiede im Vergleich zur Ausgangssorte ‚Gala Galaxy‘ aufweist.

Welche Massnahmen werden zur Risikoreduktion unternommen?

Versuche auf der Protected Site werden nach national geltenden Biosicherheitsvorschriften durchgeführt. Um eine unbeabsichtigte Pollenverbreitung durch Bienen und weitere Insekten zu verhindern, wird die Apfelanlage komplett eingezäunt.

Welcher Nutzen wird von den Versuchen erwartet?

Die Versuche sind aus verschiedenen Gründen interessant:

- **Für die landwirtschaftliche Praxis:** Ziel des Versuchs ist die Abschätzung der Möglichkeit, mittels cisgenetischer Veränderung aus einer anfälligen Apfelsorte eine gegen die wichtigste Kernobstkrankheit resistente Sorte zu erzeugen. Zu dieser Abschätzung gehört auch die Prüfung von Risiken, die sich aus der Pflanzung von solchen cisgenen Bäumen ergeben können. Beim geplanten Versuch mit den gegen Feuerbrand resistenten Apfelbäumen

handelt es sich um eine grundlegende Abklärung. Für praxistaugliche Sorten, welchen dauerhaft feuerbrandresistent wären, müsste die Resistenz von *Malus x robusta* 5 mit weiteren Feuerbrandresistenzen kombiniert werden. Eine Verwendung der untersuchten cisgenen Versuchspflanzen im Schweizer Obstbau ist nicht vorgesehen.

- **Für die Umwelt:** Cisgenetik könnte in Zukunft zur rascheren Entwicklung von resistenten Sorten beitragen. Krankheitsresistente Apfelsorten wiederum tragen wesentlich zu einer Reduktion des notwendigen Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln und damit zu einer umweltschonenderen Produktion bei.
- **Für die Wissenschaft:** Umfassende Labor- und Felddaten über cisgene Apfelpflanzen werden produziert und veröffentlicht. Die Daten aus dem Feldversuch werden den Vergleich von Effekten, welche durch die cisgenetische Veränderung hervorgerufen wurden, mit der natürlich vorkommenden Variabilität ermöglichen. Diese kann auch durch natürlich auftretende Mutationen verursacht werden, wie zum Beispiel in den als Kontrolle verwendeten Gala-Mutanten. Dazu gewinnen Forschende Erfahrungen im Umgang mit und in der Beurteilung von GVP. Diese Kenntnisse werden in der Schweiz künftig für die Beurteilung von GVP wichtig sein.
- **Für die politisch-gesellschaftliche Diskussion:** Der Dialog mit der Bevölkerung über Prototypen aus neuen Züchtungstechnologien (in diesem Fall der Cisgenetik) kann anhand konkreter Beispiele und wissenschaftlicher Daten geführt werden.

Wer hat die Forschung bis anhin finanziell unterstützt?

Die Herstellung dieser GV-Pflanzen der ETH Zürich wurde durch verschiedene, vom Schweizerischen Nationalfonds (SNF) finanzierte Projekte ermöglicht: DACH 310030L_1308911 und NF-Projekt 31003A_149637 in Zusammenarbeit mit anderen öffentlichen Institutionen: Julius-Kühn-Institut, Dresden DFG (Projekte AOBJ574457 und AOBJ577770) und Universität von Wageningen.

Die aktuellen Untersuchungen werden vom SNF-Projekt 31003A_163386 finanziert.

Kontaktadressen

Agroscope, Institut für Pflanzenbauwissenschaften IPB
Postfach, 8820 Wädenswil, Schweiz

Robert Baur

Leiter Forschungsbereich Pflanzenschutz und Extension Obst- und Gemüsebau
robert.baur@agroscope.admin.ch +41 (0)58 460 63 33

Andrea Patocchi

Projektleiter Grundlagen und neue Züchtungstechnologien beim Apfelbaum,
Forschungsgruppe Phytopathologie Obst- und Gemüsebau
andrea.patocchi@agroscope.admin.ch +41 (0)58 460 63 13

Giovanni Broggini

Wissenschaftlicher Mitarbeiter, stellvertretender Projektleiter Neue Züchtungstechnologien Obstbau, Forschungsgruppe Phytopathologie Obst- und Gemüsebau
giovanni.broggini@agroscope.admin.ch +41 (0)58 460 63 08