

InterNutrition POINT

Aktuelles zur grünen Biotechnologie

Nr. 159
März 2015

Inhalt

<i>Pflanzenschutz: Kartoffeln schlagen ihre ärgsten Gegner mit deren eigenen Genen.....</i>	<i>S. 1</i>
<i>Gentechnik-Einstufung: Duftender Reis, herbizidtoleranter Raps und der Streit um neue Züchtungsverfahren</i>	<i>S. 3</i>
<i>Forschungsprojekt PRICE: Koexistenz beim GVO-Anbau ist in Europa machbar</i>	<i>S. 5</i>
<i>Konsumenten-Nutzen: Positive Gesundheitsbewertung für gentechnisch veränderte Äpfel und Kartoffeln</i>	<i>S. 5</i>

Pflanzen- schutz



**Gefräßiger
Kartoffelkäfer**

Photo: Peggy Greb, ©USDA-ARS

Kartoffeln schlagen ihre ärgsten Gegner mit deren eigenen Genen

Ein neues Konzept des Pflanzenschutzes mit Hilfe der Biotechnologie unter dem Stichpunkt «RNA Interferenz/RNAi» zieht seit einigen Jahren verstärkt die Aufmerksamkeit auf sich. Im Gegensatz zu der bereits seit vielen Jahren und in vielen Ländern erfolgreich auf grossen Flächen eingesetzten Bt-Technologie, bei der die Pflanzen ein für bestimmte Insekten schädliches Eiweiss produzieren, schalten Pflanzen mit RNAi wichtige Gene ihrer Fressfeinde ab und verhindern damit deren Entwicklung. Das funktioniert, indem den Pflanzen kurze, vom Erbgut des Schädling abgeleitete Genabschnitte eingebaut werden, die zur Produktion von doppelsträngigen RNA-Abschnitten (dsRNA) führen.

Da solche Strukturen auch bei der Infektion durch gewisse Viren auftreten, verfügen viele Organismen über einen Mechanismus der dsRNA erkennt und in kürzere Fragmente zerstückelt, welche dann die Ablesung von Genen mit der entsprechenden Sequenz verhindern. Seit seiner Entdeckung im Jahr 1998 wurde der RNAi-Mechanismus in vielen Lebewesen nachgewiesen, seine Entdecker Andrew Fire und Craig Mello wurden 2006 mit dem Nobelpreis ausgezeichnet.

Eine Fütterung von schädlichen Insekten mit von ihrem eigenen Erbgut abgeleiteten dsRNA-Fragmenten kann deren Entwicklung bremsen. Durch eine gentechnische Veränderung können solche dsRNA-Stücke auch in Nutzpflanzen produziert werden. Diese sollten sich so selber gegen die Schädlinge schützen können. Verschiedene Forschergruppen haben gezeigt, dass auch in der Praxis funktionieren kann, und z. B. Pflanzen hergestellt die sich gegen den Maiswurzelbohrer oder die Pfirsichblattlaus wehren können. Allerdings war in diesen Versuchen der Schutz gegen die gefräßigen Insekten nie komplett. Das könnte daran liegen, dass die Nutzpflanzen mit ihrem eigenen RNAi-System die dsRNA so gründlich zerstückeln, dass die verbleibenden kurzen Stücke bei einer Aufnahme durch die Insekten nur noch eine beschränkte Wirkung entfalten können.

Ideal wäre es, wenn die Insekten längere dsRNA-Stücke zusammen mit den gefressenen Pflanzenteilen aufnehmen würden, welche dann das insekten-eigene RNAi-System aktivieren würden. Aber: wie kann man Pflanzen dazu bekommen, solche längeren RNAi-Stücke zu produzieren, ohne sie gleich

selber wieder kurz und klein zu schneiden? Forscher von den deutschen Max-Planck-Instituten in Potsdam-Golm und Jena hatten hierzu eine neuartige Idee: sie bauten das Genkonstrukt, welches die dsRNA-Produktion bewirkt, nicht in das Erbgut im Pflanzen-Zellkern ein, sondern in die Chloroplasten. Das sind kleine, grüne Organellen, welche in Pflanzenzellen die Photosynthese ermöglichen und sich im Lauf der Evolution aus photosynthetisch aktiven Bakterien entwickelt haben, welche von Pflanzenzellen in Form einer Symbiose aufgenommen wurden. Die Chloroplasten verfügen daher über ein eigenes Erbgut – und genau hier setzten die Forscher an.

Sie fügten in das Chloroplasten-Erbgut von Kartoffeln Genabschnitte ein, welche von einem lebenswichtigen Gen des Kartoffelkäfers abgeleitet waren. Chloroplasten selber verfügen über kein RNAi-System, daher produzierten sie unzerstückelte dsRNA. Wenn Kartoffelkäfer oder ihre Larven von diesen gentechnisch veränderten Kartoffelblättern fressen, aktivierte die aufgenommene dsRNA das RNAi-System der Insekten, die Ablesung des lebenswichtigen Gens wurde blockiert, und die Schädlinge gingen sie innerhalb von wenigen Tagen zugrunde. So konnten sie kaum Schäden den Blättern anrichten- unveränderte Kartoffelblätter wurden innerhalb kurzer Zeit bis auf das Blattskelett abgenagt.

Die Schutzwirkung von in den Chloroplasten produzierter dsRNA ist tatsächlich deutlich höher, als dies bisher bei im Zellkern produzierter dsRNA gezeigt wurde. Die Forscher machten die Probe aufs Exempel, und übertrugen das dsRNA Genkonstrukt in den Zellkern von Kartoffelpflanzen: hier war kaum eine Wirkung auf die Kartoffelkäfer zu beobachten.

Da Kartoffelkäfer nur Blätter, nicht aber die Kartoffelknollen fressen, müssen die Knollen selber nicht speziell geschützt werden. In der Dunkelheit entwickeln sich in ihnen auch keine grünen Chloroplasten, und die Menge der dort produzierten dsRNA war – im Gegensatz zu den geschützten Blättern – sehr gering und fast nicht nachzuweisen. Da sich die Sequenz der dsRNA von Kartoffelkäfer-Genen ableitet, wirkt diese auch ganz spezifisch nur gegen diese Insekten – auf andere Organismen passt die Insekten-Sequenz einfach nicht.

Der Kartoffelkäfer ist in vielen Weltregionen ein ernster Schädling im Kartoffelanbau, da er kaum über natürliche Feinde verfügt. Ohne wirksame Kontrolle können Kartoffelfelder in wenigen Tagen kahlgefressen werden, daher werden oft Pflanzenschutzmittel eingesetzt um eine Ausbreitung des Befalls zu verhindern. Allerdings haben Kartoffelkäfer seit der Mitte des letzten Jahrhunderts Resistenzen gegen alle wichtigen Gruppen von Insektiziden entwickelt, so dass eine wirksame Bekämpfung immer schwerer wird. Da die hier beschriebene RNAi-Strategie direkt an Käfer-eigenen Genen ansetzt, ist eine Resistenzentwicklung nicht zu erwarten. Die Forscher hoffen, mit ihrem Ansatz der dsRNA-Produktion in Chloroplasten eine wirksame Methode zur Kontrolle eines Hauptschädlings im Kartoffelanbau und eine Alternative zum Einsatz von Insektiziden gefunden zu haben – und zugleich eine allgemein gültige Methode, welche sich auch auf andere Nutzpflanzen und gegen andere Schadinsekten übertragen lässt.

Quellen: Jiang Zhang et al. 2015, [Full crop protection from an insect pest by expression of long double-stranded RNAs in plastids](#), Science 347:991-994; Steve Whyard 2015, [Insecticidal RNA, the long and short of it](#), Science 347:950-951; [Mit RNA Interferenz endlich effizientes Mittel gegen Kartoffelkäfer](#), pflanzenforschung.de, 04.03.2015

Gentechnik- Einstufung

Duftender Reis, herbizidtoleranter Raps und der Streit um neue Züchtungsverfahren

2-acetyl-1-pyrrolin (2AP) klingt nicht besonders appetitanregend – ist es aber, wenn der Geruch von einem Teller mit frisch gekochtem Reis aufsteigt. Das Vorhandensein des Riechstoffs macht den Unterschied zwischen den normalen, geruchsarmen Reissorten und Duftreis-Sorten wie Basmati oder Jasmin-Reis aus. Die Substanz kommt normalerweise in Reis nicht vor, reichert sich aber an wenn in Reispflanzen ein bestimmtes Stoffwechsel-Gen (*OsBADH2*) defekt ist. Da für Duftreis höhere Preise gezahlt werden, ist diese Eigenschaft agronomisch wertvoll.

Klassische Züchtungsverfahren, um die Dufteigenschaft in nicht-riechende Reissorten zu übertragen, sind langwierig und teuer und erfordern zahlreiche Kreuzungsschritte. Chinesischen Forschern ist es nun gelungen, in einem Schritt durch einen gezielten Korrektur-Eingriff in das Reis-Erbgut das *OsBADH2*-Gen einer konventionellen, nicht riechenden Sorte zu inaktivieren, und so eine neue Duftreis-Sorte zu erzeugen. Die Veränderung erfolgte mit gentechnischen Methoden – die resultierende Pflanze ist allerdings nicht von natürlich vorkommenden Duftreis-Sorten zu unterscheiden, da sie keine Fremd-DNA oder Transgene enthält. Dies wirft die Frage auf, wie derart produzierte Pflanzen zu bewerten sind, und ob es gerechtfertigt ist sie den sehr restriktiven Vorschriften für gentechnisch veränderte Pflanzen zu unterwerfen.

Um das Reis-Gen gezielt auszuschalten, führten die Forscher ein im Labor konstruiertes Gen in Reiszellen ein, das zur Produktion eines speziellen Eiweisses (TALEN) führt welches das *OsBADH2*-Gen gezielt erkennt und spaltet. Bei der Reparatur der losen Enden durch die Pflanzenzelle gehen oft kurze Genabschnitte verloren, was zur Inaktivierung des Gens führt. In einem zweiten Schritt entfernten die Forscher das TALEN-Gen wieder, so dass nur die kleine, gezielt eingeführte Mutation im *OsBADH2*-Gen zurückblieb, aber keinerlei Fremd-DNA. Wie erhofft, produzierten die Pflanzen danach die aromatische Substanz 2AP – eine neue Duftreis-Sorte war entstanden.

In den letzten Jahren wurden verschiedene neue Techniken entwickelt, mit denen im Erbgut von Lebewesen gezielt kleine Veränderungen eingeführt werden können, und zwar an genau definierten Positionen («genome editing»). So lassen sich z. B. Gene ausschalten, oder ihre Eigenschaften ändern. Solche Veränderungen oder Mutationen treten auch spontan in der Natur auf – es gibt keine Möglichkeit, nachträglich festzustellen ob eine Mutation natürlichen Ursprungs ist oder im Labor ausgelöst wurde. Dies und die Tatsache, dass die so erzeugten Organismen keine Fremd-DNA enthalten, lässt eine Einstufung als «gentechnisch veränderter Organismus» als wenig logisch erscheinen.

Die juristischen Definitionen, was als GVO zu betrachten sei, wurden vor über 20 Jahren verfasst, als das Einpflanzen eines Fremdgens (Transgen) das übliche Vorgehen für eine gentechnische Veränderung war. Für viele der neuen, präziseren Methoden zur Genom-Veränderung passen die alten Legaldefinitionen nicht mehr, und es ist Aufgabe der Gesetzgeber, die Definitionen an den Stand der Forschung anzupassen. Dieser Prozess hinkt allerdings der raschen wissenschaftlichen Entwicklung immer neuer Methoden hinterher.

In der EU und in der Schweiz haben sich Experten mit der Einstufung der

neuen Züchtungsverfahren beschäftigt, aber die gesetzliche Umsetzung der wissenschaftlichen Beurteilungen steht noch aus.

Aktuell wird in Deutschland um die Einstufung einer mit einem neuen Verfahren gezüchteten Rapspflanze gestritten. Diese weist eine gezielt eingeführte Mutation in einem Gen auf, welche sie unempfindlich gegen ein Herbizid macht. Das Unternehmen Cibus hatte sie mit Hilfe der Oligonukleotid-gerichteten Mutagenese erzeugt, bei der kurze synthetische Nukleotidketten in Pflanzenzellen eingeführt werden. Diese sind komplementär zu dem zu verändernden Pflanzengen und können sich dort anlagern. Wenn sich die Oligonukleotide in wenigen Buchstaben von der natürlichen Sequenz des Pflanzengens unterscheiden, können sie dem Pflanzengen sozusagen einen Stempel aufdrücken – und gezielte Veränderungen auslösen. Dieses Verfahren entspricht vom Resultat her einer Mutagenese, welche in der EU nicht als gentechnisches Verfahren gilt.

Ende 2011 hatte eine EU-Expertengruppe geschlossen, dass dieses gezielte Verfahren der Genomveränderung nicht zu gentechnisch veränderten Organismen führt, und die deutsche Zentrale Kommission für die Biologische Sicherheit ZKBS hatte sich 2012 dieser Interpretation angeschlossen. Im Februar 2015 bescheinigte das deutsche Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit dem Unternehmen Cibus, dass ihre mit Hilfe der Oligonukleotid-gerichteten Mutagenese erzeugten Rapspflanzen nach gegenwärtiger Auffassung keine GVO seien. Das rief empörte Reaktionen von gentech-kritischen Organisationen wie Greenpeace hervor, die forderten die Entscheidung zurückzuziehen, die Pflanzen als GVO zu klassifizieren, und damit strengen Sicherheitsprüfungen, Zulassungs- und Kennzeichnungsvorschriften zu unterwerfen.

Interessanterweise befinden sich bereits seit einigen Jahren Rapsorten auf dem Markt, welche durch ungezielte Erbgutveränderungen (Mutagenese) erzeugt wurden und die gleichen Eigenschaften aufweisen wie die jetzt kritisierten, mit gerichteter Mutagenese produzierten Rapspflanzen. Für diese ist unumstritten, dass sie keine GVO sind – obwohl sie aufgrund ihres Herstellungsverfahrens möglicherweise neben der gewünschten Herbizidtoleranz auch unbekannte und evtl. unerwünschte Mutationen aufweisen.

Logisch ist schwer nachzuvollziehen, warum Pflanzen mit identischen Eigenschaften nur aufgrund des unterschiedlichen Züchtungsprozesses so unterschiedlich eingestuft werden sollten – sachlich wäre eine Beurteilung der Pflanzen-Eigenschaften, nicht des Verfahrens ihrer Herstellung, angezeigt. Dies passt aber nicht zu dem veralteten, prozess-orientierten Beurteilungsansatz in Europa. Die rasche Weiterentwicklung der Züchtungsverfahren mit immer neuen, immer präziseren Methoden lässt die herkömmliche Unterscheidung zwischen konventioneller Züchtung und Gentechnik immer mehr verschwimmen. Hier ist eine baldige Klärung durch den Gesetzgeber erforderlich, um zu verhindern dass Europa von der weltweiten Entwicklung abgeschnitten wird.

Quellen: Qiwei Shan et al. 2015, [Creation of fragrant rice by targeted knockout of the OsBADH2 gene using TALEN technology](#), Plant Biotech. J. (in press, 20.01.2015) DOI:10.1111/pbi.12312; Gerhart Ryffel, [Wohlduftender Reis. Oder: Was macht eine Pflanze zu einer "gentechnisch veränderten"?](#), Blog gute-gene-schlechte-gene.de, 18.02.2015; Huw D. Jones 2015, [Regulatory uncertainty over genome editing](#), Nature Plants 1, Article number: 14011 (2015), doi:10.1038/nplants.2014.11; [Neue Züchtungstechniken: Was eine Pflanze zu einer gentechnisch veränderten macht](#), transgen.de, 10.03.2015; [Position statement of the ZKBS on new plant breeding techniques](#), ZKBS (D), Juni 2012; [Bescheid Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit \(D\) zum GVO-Status einer herbizidresistenten](#)

[Rapslinie](#), BLV, 05.02.2015, [Neue Gentechnik-Verfahren regulieren! Aussaat von illegalem Gentechnik-Raps muss verhindert werden](#), Forderungs-Papier gentechkritischer NGOs, März 2015.

Forschungs- projekt PRICE

Koexistenz beim GVO-Anbau ist in Europa machbar

In einigen europäischen Ländern werden gentechnisch veränderte Pflanzen angebaut – so z. B. schon seit Jahren in Spanien, wo insektenresistenter Bt-Mais auf einem Drittel der Anbaufläche wächst. Wie funktioniert die Koexistenz zwischen verschiedenen Anbauformen in der Praxis, und wie wird sie von den Landwirten beurteilt?

Das mit EU-Mitteln geförderte Forschungsprojekt PRICE («PRactical Implementation of Coexistence in Europe») untersuchte von 2011 bis 2014 mit 14 Projektpartnern verschiedene Aspekte der Koexistenz, im Februar 2015 fand in Freising bei München die Abschluss-Konferenz statt.

Die Studienresultate zeigen, dass Koexistenz-Massnahmen, wie z. B. geeignete Abstände zwischen Feldern, auch bei kleinen Anbauflächen wie in Spanien greifen. Strenge Auflagen seien zur Erreichung des gesetzlichen Grenzwerts von 0,9% für GVO-Beimischungen nicht erforderlich. Auch bei der Produktion von Lebensmitteln ist die Koexistenz verschiedener Lieferketten, z. B. für Futtermittel, mit vertretbarem Aufwand im Rahmen der EU-Gesetzgebung möglich. Europaweit gesehen bilden GVO-freie Produkte einen Nischenmarkt. Niedrigere Grenzwerte oder verschärfte Auflagen würden unnötige Kosten und Probleme für die landwirtschaftlichen Betriebe verursachen.

Quellen: [Gentechnik in Lebensmitteln: Das Nebeneinander ist machbar](#), PRICE Medienmitteilung, 19.03.2015; [PRactical Implementation of Coexistence in Europe \(PRICE\)](#) project website

Konsumenten- -Nutzen

Positive Gesundheitsbewertung für gentechnisch veränderte Äpfel und Kartoffeln

Vor kurzem erhielten in den USA gentechnisch veränderte «Arctic»-Äpfel, die nicht mehr braun werden (siehe [POINT Nr. 158, Februar 2015](#)), und cisgene «Innate™» Kartoffeln, die beim Rösten weniger des gesundheitsschädlichen Acrylamids bilden und nicht so leicht verfärbte Druckstellen entwickeln ([POINT Nr. 155, November 2014](#)), die unbeschränkte Anbaubewilligung. Jetzt hat auch die US Gesundheitsbehörde FDA ihre Bewertung der beiden Pflanzensorten abgeschlossen. Sie beurteilt die neuen Sorten als genauso sicher und nahrhaft wie konventionelle Äpfel oder Kartoffeln. Damit steht einer Markteinführung in den USA nichts mehr im Weg.

Die «Arctic»-Äpfel wurden auch von den kanadischen Behörden positiv bewertet. Allerdings dauert die Vermehrung der neuen Sorten noch eine gewisse Zeit, so dass bislang nur beschränkte Mengen der nicht-bräunenden Äpfel zur Verfügung stehen. Sie sollen dann ab 2016 in kleinen Testmärkten angeboten werden, in den folgenden Jahren sollen die verfügbaren Mengen steigen. Für die «Innate™» Kartoffeln sollen bereits im Jahr 2015 in den USA Marktsegmente, für die Nachhaltigkeit, Qualität und Gesundheitsvorteile von besonderer Bedeutung sind, in beschränktem Umfang beliefert werden, in den kommenden Jahren ist eine Ausweitung der Anbauflächen vorgesehen.

Quellen: [FDA concludes Arctic Apples and Innate Potatoes are safe for consumption](#), FDA media release, 20.03.2015; [Arctic® Apples Receive Canadian Approval](#), Okanagan Specialty

Fruits (OSF) media release, 20.03.2015; [INNATE™ Potato Receives FDA Safety Clearance](#), J. R. Simplot media release, 20.03.2015

Kontakt und Impressum



POINT erscheint monatlich in elektronischer Form auf Deutsch und Französisch ([Archiv](#) der vorherigen Ausgaben). Der Newsletter fasst aktuelle Meldungen aus Forschung und Anwendung rund um die grüne Biotechnologie zusammen. Für ein kostenloses Abonnement können Sie sich per [E-Mail](#) an – und abmelden Wir freuen uns auf Ihre Fragen und Anregungen!

Text und Redaktion: [Jan Lucht](#)

scienceindustries, Postfach, CH-8021 Zürich

Telefon: 044 368 17 63

e-mail: jan.lucht@scienceindustries.ch

Eine Initiative von

scienceINDUSTRIES
S W I T Z E R L A N D