

InterNutrition POINT

Aktuelles zur grünen Biotechnologie

Nr. 194
Mai 2018

Inhalt

Pilzresistente Kartoffeln: Feldversuche belegen grosses Potential cisgener Pflanzen für nachhaltigere LandwirtschaftS. 1

Neue Züchtungsverfahren: CRISPR/Cas9 für eine bessere Krankheitsresistenz in KakaoS. 2

Golden Rice: Auf der Zielgeraden? Import-Zulassung für USA, Kanada und Neuseeland, Anbauzulassung in Bangladesch erwartetS. 4

Lebensmittel: «Gentechnfrei» mit deutlichen Mehrkosten für die US-KonsumentenS. 5

Pilzresistente Kartoffeln



Cisgene, Phytophthora-resistente Kartoffeln und anfällige herkömmliche Sorte im Feldversuch

Photo ©: Ronald Hutten, Henk Schouten – Wageningen University, wikipedia.org

Feldversuche belegen grosses Potential cisgener Pflanzen für nachhaltigere Landwirtschaft

Auf über eine Milliarde EUR jährlich werden die Kosten geschätzt, welche die Kraut- und Knollenfäule für die europäische Landwirtschaft verursacht – durch die erforderlichen Bekämpfungsmassnahmen, aber auch durch Ernteverluste. In vielen EU Ländern sind mehr als 10 Fungizid-Behandlungen der Kulturen pro Saison erforderlich, in der Schweiz sind es aufgrund des günstigeren Klimas sieben bis acht. Das ist arbeitsaufwändig, teuer und wenig nachhaltig.

Das grösste Potential für eine Reduktion des Fungizidbedarfs, die auch in der Schweiz im Rahmen des «Aktionsplan Pflanzenschutzmittel» angestrebt wird, sehen Experten in der Verwendung pilzresistenter Kartoffelsorten. Allerdings existieren nur sehr wenige Sorten mit Pilzresistenz aus klassischer Züchtung, und diese decken nicht alle Bedürfnisse von Konsumenten und Verarbeitern ab. Als Alternative wurden in mehreren Forschungsprojekten Pilzresistenz-Gene aus Wildkartoffeln mit molekularbiologischen Methoden in beliebte Kultursorten übertragen. Im Rahmen des öffentlich finanzierten Projekts «DuRPh» (Durable Resistance against Phytophthora, dauerhafte Resistenz gegen den Verursacher der Kraut- und Knollenfäule *Phytophthora infestans*) an der niederländischen Universität Wageningen wurden zwischen 2006 und 2015 verschiedene «cisgene» Kartoffelsorten entwickelt. Diese enthalten im Gegensatz zu «transgenen» Pflanzen keine artfremde Erbinformation, sondern ausschliesslich kartoffeleigene Gene. Die Resistenz-Gene stammen dabei von Wildsorten, und lassen sich durch klassische Kreuzungszüchtung entweder gar nicht oder nur mit enormen Zeitaufwand in Kultursorten übertragen. Mit Hilfe der Gentechnik ist die Übertragung der Erbinformationen zwischen den verwandten Arten schnell und relativ einfach.

Um das Potential der neuen, pilzresistenten Sorten auszuloten, wurden mit einer Variante der auch in der Schweiz verbreitet angebauten Kartoffelsorte Désirée mit einem zusätzlichen Resistenzgen (*Rpi-Vnt1.1*) Freilandversuche in den Niederlanden und in Irland durchgeführt, in den Jahren 2013 – 2015. Diese resistente Sorte wurde dabei mit der anfälligen Ausgangssorte Désirée verglichen, sowie mit der klassisch gezüchteten Sorte Sarpo Mira,

einer der ganz wenigen weitgehend Phytophthora-resistenten Kartoffeln auf dem Markt. Die drei Sorten wurden auf verschiedenen Feld-Parzellen entweder ohne jede Fungizid-Behandlung, mit der herkömmlichen Infektionsvorbeugung (wöchentliche Fungizid-Behandlung) oder mit einem integrierten Pflanzenschutz-Konzept (IPM2.0) angebaut. Dieses sieht den Verzicht auf Fungizid-Behandlungen vor, solange keine Infektions-Symptome sichtbar sind. Bei den resistenten Sorten wird, falls überhaupt erforderlich, eine reduzierte Fungizid-Dosis eingesetzt. Man geht dabei davon aus, dass sich die Pflanzen weitgehend selber schützen können.

Es zeigte sich, dass ohne Fungizid-Behandlung die empfindliche Désirée-Sorte an allen Standorten früh mit Phytophthora infiziert wurde, und rasch massive Symptome entwickelte. Die cisgene Désirée-Variante und Sarpo Mira zeigten entweder keine Krautfäule-Symptome, oder erst deutlich schwächer und wesentlich weniger ausgeprägt. Die herkömmliche Fungizid-Behandlung ermöglichte in allen Fällen eine sehr gute Krankheits-Kontrolle. Mit Hilfe des integrierten Pflanzenschutz-Konzepts IPM2.0 konnte bei den resistenten Sorten je nach Standort und Jahr ganz auf Spritzbehandlung gegen Phytophthora verzichtet werden, oder erst spät und mit geringer Dosis gespritzt werden. In der Summe aller Feldversuche ermöglichte IPM2.0 bei Désirée eine Einsparung an Fungiziden von fast 10%, bei Sarpo Mira von über 80% und bei der cisgenen Désirée-Variante mit einem zusätzlichen Resistenzgenen von über 95% gegenüber der Standard-Behandlung. Dementsprechend fiel auch die Umweltbelastung für Wasser- und Bodenlebewesen sowie für das Grundwasser niedriger aus.

Die Kombination von pilzresistenten Kartoffelsorten mit angepassten, integrierten Pflanzenschutz-Ansätzen eröffnet daher die Chance für eine wesentlich nachhaltigere Kartoffel-Produktion. Darauf weisen auch die Schweizer Akademien der Wissenschaften in einem aktuellen Faktenblatt hin, welches das Potential verschiedener Ansätze zur Vorbeugung und Bekämpfung von der Kraut- und Knollenfäule bei Kartoffeln ausleuchtet. Die Cisgenese ermöglicht es, bereits am Markt etablierte Kartoffelsorten mit verschiedenen Resistenzgenen auszustatten, ohne deren sonstigen Eigenschaften zu verändern. Dadurch können auch Kombinationen mehrerer Resistenzgene eingeführt, und so die Wahrscheinlichkeit der Anpassung des Krankheitserregers verringert werden.

Auch in der Schweiz wachsen die in dieser Studie beschriebenen resistenten, cisgenen Désirée-Kartoffeln bereits: sie werden am Agroscope-Versuchsstandort Reckenholz bei Zürich seit 2015 im Freiland getestet, zusammen mit Sorten mit anderen Resistenzgenen-Kombinationen. Ob und wann sie allerdings einen Beitrag zur Nachhaltigkeits-Verbesserung der Kartoffelproduktion in der Schweiz leisten können, steht in den Sternen. Das in der Schweiz geltende Gentech-Moratorium würde ihren Anbau im Moment verbieten, und ohne Chance auf einen Anbau wird auch niemand einen aufwändigen Zulassungs-Antrag für einen Anbau stellen.

Quellen: Geert J.T.Kessel et al. 2018, [Development and validation of IPM strategies for the cultivation of cisgenically modified late blight resistant potato](#), European Journal of Agronomy 96:146-155; [More sustainable potato production through extended IPM for late blight](#), Wageningen University News, 15.05.2018; [GM Potato Can Help Cut Pesticide Use by Up to 90 Percent, Study Shows](#), sciencealert.com, 18.05.2018; [Neue Ansätze für den Schutz von Kartoffeln gegen die Kraut- und Knollenfäule](#). Swiss Academies Factsheet 13 (1), Akademien der Wissenschaften Schweiz (2018); [Cisgene Kartoffeln mit verbesserter Resistenz gegen Kraut- und Knollenfäule](#), Projekt-Information zum Agroscope Freilandversuch in Reckenholz, www.protectedsite.ch

Neue Züchtungs- verfahren

CRISPR/Cas9 für eine bessere Krankheitsresistenz in Kakaobäumen

Kaum ein Tag vergeht, an dem nicht über eine neue Anwendungsmöglichkeit von CRISPR/Cas9, des Wunderwerkzeugs der Genchirurgen, berichtet wird. Dieses ermöglicht zielgenaue Schnitte in das Erbgut von Lebewesen, und so eine Änderung ihrer Eigenschaften durch die Inaktivierung bestimmter Gene. Einerseits wird an der Präzision des Mechanismus, seiner Effizienz und der Art der möglichen Veränderungen gefeilt, andererseits wird das Spektrum der Organismen, die mittels CRISPR/Cas9 verändert werden, ständig erweitert.

Andrew S. Fister und seine Kolleginnen und Kollegen aus der Forschungsgruppe von Prof. Mark J. Guiltinan an der Pennsylvania State University berichten jetzt von der ersten Anwendung von CRISPR/Cas9 beim Kakaobaum. Ihr Ziel dabei ist der Schutz der Pflanzen vor verschiedenen Krankheiten. Kakao ist ein wichtiges Exportgut für viele Entwicklungsländer und die Lebensgrundlage für Millionen von Kleinbauern. Aufgrund der Anfälligkeit des Kakaobaums gehen allerdings Jahr für Jahr 20% - 30% der Kakaoschoten durch Pflanzenkrankheiten verloren.

Um zu untersuchen, ob CRISPR/Cas9 überhaupt als Werkzeug zur Verbesserung von Kakaobäumen eingesetzt werden kann, suchten sie sich das Zielgen *TcNPR3* aus. Von diesem weiss man, dass es an der Regulierung der Krankheitsabwehr beteiligt ist, und die Ablesung verschiedener Kakao-Gene unterdrückt. Die Wissenschaftler programmierten ein CRISPR/Cas9 Konstrukt so, dass es das *TcNPR3*-Gen erkennen und schneiden kann, und schleusten es in Blätter des Kakaobaums ein. Tatsächlich wurden knapp ein Drittel der Gen-Kopien in den vielen Zellen des Blattes geschnitten und so wahrscheinlich inaktiviert. Dies führte dazu, dass verschiedene von *TcNPR3* regulierte Abwehrgene aktiviert wurden. Die Forscher vermuteten, dass dies die Krankheitsabwehr der Blätter verbessern könnte. Nach einer zweitägigen Erholungspause infizierten sie die Blätter mit einem Pilz, der Kakaobäume befällt. Es zeigte sich, dass die isolierten Blätter eine bessere Resistenz gegen die Pilzinfektion aufwiesen als gleich behandelte Kontrollblätter ohne CRISPR/Cas9-Schnitte.

Von den hier untersuchten isolierten Kakaoblättern mit einzelnen CRISPR/Cas9-veränderten Zellen bis hin zu einem ganzen Kakaobaum mit möglicherweise verbesserter Krankheitsabwehr ist es noch ein weiter Weg, da es lange dauert aus einer einzelnen veränderten Zelle einen Baum zu regenerieren. Auch kann erst an der ganzen Pflanze untersucht werden, ob die Veränderung durch eine permanente Aktivierung von Abwehrgenen vielleicht auch nachteilige Auswirkungen auf das Pflanzenwachstum hat. Die Resultate zeigen jedoch, dass CRISPR/Cas9 grundsätzlich auch in Kakaobäumen funktioniert, und eröffnen so zahlreiche neue Möglichkeiten für eine genetische Verbesserung der Pflanzen. Die Forscher haben bereits eine lange Liste von Kandidatengenen, die sie prüfen wollen. Ihr langfristiges Ziel dabei ist es, die bedrohte Kakaoproduktion zu sichern, und so den Lebensstandard der Kakao-Kleinbauern zu verbessern.

Quellen: Andrew S. Fister et al. 2018, [Transient Expression of CRISPR/Cas9 Machinery Targeting TcNPR3 Enhances Defense Response in Theobroma cacao](#), *Frontiers in Plant Science* 9:268; [Cocoa CRISPR: Gene editing shows promise for improving the 'chocolate tree'](#), Penn State News, 09.05.2018

Golden Rice

Auf der Zielgeraden? Import-Zulassung für USA, Kanada und Neuseeland, Anbauzulassung in Bangladesch erwartet

Seit der ersten Veröffentlichung im Jahr 2000 erregt der «Golden Rice» die Gemüter. Durch gentechnische Übertragung von Stoffwechselgenen aus Pflanzen und Mikroorganismen produziert er in seinen Körnern Provitamin A, und könnte so dem gefürchteten Vitamin-A-Mangel vorbeugen, der in vielen Entwicklungsländern für Gesundheitsstörungen, Blindheit und über einer Million Todesfällen jährlich verantwortlich ist. Er soll kostenlos an Kleinbauern in Asien abgegeben werden und dort einen Beitrag zur Gesundheitsvorsorge leisten. Umwelt-Organisationen laufen Sturm gegen die gentechnisch veränderten Pflanzen, warnen vor Gefahren für Gesundheit und Umwelt. Wiederholt wurden Versuchsfelder verwüstet. Auch heute noch steht der aufgrund seiner Körnerfarbe benannte Goldene Reis aufgrund regulatorischer Hürden den Kleinbauern nicht zur Verfügung, die Erhebung der geforderten Daten ist zeitaufwändig.

Trotzdem treibt das internationale Reisforschungsinstitut IRRI die Entwicklung voran und kreuzt das Merkmal Provitamin-A Gehalt in verschiedenen asiatischen Ländern in für den lokalen Anbau geeignete Reissorten ein. In den letzten Monaten gab es eine Reihe positiver Entwicklungen: im Februar 2018 erteilte die Lebensmittel-Sicherheitsbehörde FSANZ die Importbewilligung für «Golden Rice» als Lebensmittel in Australien und Neuseeland, im März folgte Kanada, und am 24. Mai 2018 die USA, mit dem grünen Licht der «Food and Drug Administration» FDA. Zwar ist kein Import der gentechnisch veränderten Reissorte im grossen Massstab in diese Länder vorgesehen, die Zulassungen spielen aber eine wichtige Rolle um bei einem Anbau in Asien im Falle unbeabsichtigter Spurenbeimischungen Export-Probleme zu vermeiden.

In Bangladesch, wo eines von fünf Vorschulkindern und 23.7% der Schwangeren an Vitamin A Mangel leiden, wurde am dortigen Reisforschungsinstitut BIRRI das Transformationsereignis GR2E erfolgreich in die ebenfalls am BIRRI entwickelte Reissorte dhan29 eingekreuzt. Dabei handelt es sich um die ertragreichste Sorte für die Trockenzeit. Aktuell laufen Freilandversuche an fünf verschiedenen Standorten mit unterschiedlichen Klimabedingungen, nach bereits zwei Jahren beschränkter Freisetzungsversuche. Als nächstes stehen unbeschränkte Feldversuche in einem grösseren Massstab an, für welche eine Bewilligung beantragt wurde, und dann die Sortenzulassung.

Im Jahr 2017 hatten Umwelt-Organisationen Berichte von Wachstumsstörungen einer Golden Rice Sorte in Indien bejubelt, diese genüsslich als «metabolische Kernschmelze» bezeichnet, und diesen Fehlschlag als endgültiges Ende für den «Golden Rice» angekündigt. Die Berichte bezogen sich auf ein Forschungsprojekt am indischen Reisforschungsinstitut, bei denen das «Golden Rice» Transformationsereignis GR2-R1 in die lokale Sorte Swarna eingekreuzt wurde. Tatsächlich zeigten sich dabei Beeinträchtigungen der Pflanzenentwicklung.

Aus diesem Grund hatten die Forscher in Bangladesch, nachdem sie ihre Arbeiten zunächst ebenfalls mit dem GR2-R1 Konstrukt begonnen hatten, bereits vor einigen Jahren auf das GR2E Transformationsereignis umgestellt. Bei diesem zeigen sich keine Wachstumsstörungen der Pflanzen, und der erzielte Provitamin A Gehalt in den Körnern würde ausreichen, um

etwa die Hälfte des Tagesbedarfs in der Ernährung abzudecken. Sowohl in Bangladesch als auch in den Philippinen wurden im Jahr 2017 Anträge für die Zulassung von «Golden Rice» als Lebensmittel eingereicht. Die Forscher sind zuversichtlich, dass sie jetzt mit dem «Golden Rice» auf der Zielgeraden sind und er bald an die Kleinbauern abgegeben werden kann.

Quellen: [Golden Rice meets food safety standards in three global leading regulatory agencies](#), International Rice Research Institute IRRI media release, 25.05.2018; [Wait nearly over for Golden Rice release in Bangladesh](#), United News of Bangladesh, 05.02.2018; Haritha Bollinedi et al. 2017, [Molecular and Functional Characterization of GR2-R1 Event Based Backcross Derived Lines of Golden Rice in the Genetic Background of a Mega Rice Variety Swarna](#). PLoS ONE 12(1): e0169600; [Goldener Reis mit mehr Vitamin A: Die unendliche Geschichte - doch noch mit Happy End?](#), transgen.de, 25.05.2018

Lebensmittel

«Gentechnikfrei» mit deutlichen Mehrkosten für die US-Konsumenten

In der Schweiz finden sich praktisch keine Lebensmittel aus gentechnisch veränderten Organismen auf dem Markt - aufgrund der strengen gesetzlichen Anforderungen für eine solche Kennzeichnung aber auch keine Produkte, die als «Gentechnikfrei» deklariert sind. In Deutschland dagegen sind die Label-Anforderungen viel lockerer, das grüne «ohne Gentechnik» Label findet sich auf einer Flut von über 7000 Produkten. Diese liegen voll im Trend und lassen die Kassen klingeln. Laut Angaben des «Verbands Lebensmittel ohne Gentechnik» VLOG liegt ihr Jahresumsatz bei mehr als 4.6 Milliarden EUR. Allerdings werden auch Lebensmittel, die kein «Ohne Gentechnik»-Label tragen, nicht direkt aus gentechnisch veränderten Organismen hergestellt, obwohl eine Anzahl solcher (wie auch in der Schweiz) gesetzlich als Lebensmittel erlaubt wären.

Das sieht in den USA ganz anders aus: seit dem Beginn des grossflächigen Anbaus gentechnisch veränderter Nutzpflanzen 1996 werden diese ausser zu Tierfutter auch zu Lebensmitteln verarbeitet und finden sich verbreitet in Haushaltsprodukten wie Sojaöl (aus herbizidtoleranten GVO-Sojasorten) oder Tortilla-Chips (aus insektenresistentem GVO-Mais). Aber auch in den USA, wo bisher keine allgemeine GVO-Kennzeichnungspflicht gilt, hat in den letzten Jahren eine Diskussion über den Einsatz der Gentechnik in der Lebensmittel-Herstellung eingesetzt. Eine zunehmende Zahl an Konsumenten greift zu Produkten, die freiwillig als «GMO free» gekennzeichnet sind. Allerdings liegen die Produktionskosten für gentechnisch veränderte Nutzpflanzen in der Regel niedriger als für herkömmliche Sorten. Was bedeutet die Entwicklung für die Verkaufs-Preise von konventionellen Produkten und solchen «ohne Gentechnik»? Die Situation in den USA, mit Produkten aus beiden Kategorien auf dem Markt, erlaubt einen direkten Vergleich.

Die drei US Agrarökonominnen Nicholas Kalaitzandonakes, Jayson Lusk und Alexandre Magnier beschreiben in einer aktuellen Veröffentlichung in der Fachzeitschrift «Food Policy» ihre Untersuchung zu Marktpreisen verschiedener Lebensmittel. Sie griffen dabei auf die grosse AC Nielsen-Datenbank mit Verkaufspreisen zwischen 2009 und 2016 zurück. Sie wählten Kategorien mit unterschiedlichem Verarbeitungs-Grad. Je stärker ein Produkt prozessiert ist, desto niedriger ist der Anteil der Rohstoffkosten am Endprodukt. Insgesamt wurden etwa 10'000 Preisdaten ausgewertet.

Bei Speiseölen zeigte sich ein Preis-Aufschlag für «non-GMO»-Produkten von 62% im Vergleich zu herkömmlichen Produkten. Hier beträgt der Anteil des pflanzlichen Rohstoffes Öl am Verkaufspreis etwa 60%. Bei Tortilla Chips und Frühstücks-Cerealien (Pflanzen-Rohstoffkosten-Anteil ca. 23%)

betrug der «non-GMO»-Preisaufschlag etwa 25%, während bei Speiseeis (Kosten der Pflanzen-Rohstoffe weniger als 5%) der Preis-Aufschlag 10% ausmachte. Je nach Verarbeitungsgrad können die Preise für «non-GMO»-Produkte daher deutlich teurer sein als für konventionelle Ware. Dies ist für Konsumenten mit geringem Einkommen doppelt problematisch, da diese anteilmässig eher einfache, wenig verarbeitete Produkte kaufen und selber kochen, während wohlhabende Konsumenten vermehrt hoch verarbeitete Produkte wählen.

Die Untersuchung möchte auch einen Beitrag zu der laufenden Diskussion zu einer verbindlichen GVO-Kennzeichnung für Lebensmittel in den USA leisten. Die Erfahrung auch aus Europa zeigt, dass viele Produzenten ihre Rezepturen anpassen, um eine "GVO"-Kennzeichnung zu vermeiden, da diese von vielen Konsumenten als Warnhinweis missverstanden wird und zu Verunsicherung führt. Die Autoren weisen aufgrund ihrer Daten darauf hin, dass Regulierungen, die eine Verlagerung zu GVO-freien Rohstoffen fördern, einen Preisanstieg der Lebensmittel bewirken. Sie fordern dazu auf, für die USA vor einer Anpassung der Kennzeichnungs-Bestimmungen die zu erwartenden Preis-Steigerungen genauer zu untersuchen, und wen diese besonders treffen würden.

Quellen: Nicholas Kalaitzandonakes et al. 2018, [The price of non-genetically modified \(non-GM\) food](#), Food Policy (in press, online 21.03.2018, [DOI:10.1016/j.foodpol.2018.02.005](#))

Kontakt und Impressum



POINT erscheint monatlich in elektronischer Form ([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 [anmelden](#) und natürlich auch [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