

InterNutrition POINT

Aktuelles zur grünen Biotechnologie

Nr. 161
Mai 2015

Inhalt

<i>Obstbaum-Züchtung: Äpfel mit rotem Fruchtfleisch oder mit Schorfresistenz durch Cisgenese</i>	<i>S. 1</i>
<i>Biologische Anreicherung Gesundere Hühner dank Carotinoid-Mais</i>	<i>S. 2</i>
<i>Reis: Kreuzungs-Züchtung führt zu stärkeren Veränderungen als Transgen-Einbau mittels Gentechnik.....</i>	<i>S. 3</i>
<i>Forst-Biotechnologie: Schnellwachsender Eukalyptus in Brasilien zum Anbau zugelassen</i>	<i>S. 4</i>

Obstbaum- Züchtung



**MdMYB10-cisgener
Apfel mit rotem
Fruchtfleisch (unten),
unveränderte
Kontrollsorte (oben)**

Quelle / ©: [Krens et al. 2015](#)
©Agroscope

Äpfel mit rotem Fruchtfleisch oder mit Schorfresistenz durch Cisgenese

Die klassische Züchtung von Äpfeln ist sehr zeitaufwändig, und stellt die Züchter vor grosse Herausforderungen. Besonders das Einführen einer neuen, verbesserten Eigenschaft in eine bestehende Sorte, ohne deren guten Eigenschaften zu beeinträchtigen, ist mit herkömmlichen Methoden praktisch unmöglich. Bei der Kreuzung zweier unterschiedlicher Elternlinien vermischen sich deren Erbeigenschaften, und es ist extrem aufwändig durch weitere Kreuzungen die unerwünschten Eigenschaften des einen Elternteils wieder zu entfernen. Viel einfacher und schneller lassen sich Erbeigenschaften mit gentechnischen Methoden im Labor übertragen. Sofern dabei nur Gene zwischen verwandten Sorten ausgetauscht werden, die sich auch miteinander kreuzen lassen, und keine Fremdgene wie Selektionsmarker vorhanden sind, spricht man von Cisgenese (lat. cis=diesseits); im Gegensatz zur Transgenese, bei der Artgrenzen überschritten werden (lat. trans=jenseits).

Bei der Apfelzüchtung mittels Cisgenese gehören Forscher von der ETH Zürich und der niederländischen Universität Wageningen zur Weltspitze. In einer neuen Arbeit zeigen sie zwei verschiedene Ansätze zur Produktion cisgener Apfelsorten mit neuen, verbesserten Eigenschaften.

Im ersten Ansatz gelang es den Forschern, ein Apfelgen ohne Verwendung eines Selektionsmarkers zu übertragen. Der Prozess der Genübertragung im Labor ist recht ineffizient, und nur wenige Zellen des Empfängers nehmen die neue Erbinformation des Spenders auf. Daher wurden traditionell Selektionsmarker, z. B. Antibiotika-Resistenzgene, zusammen mit dem Zielgen übertragen, um die Suche nach der «Nadel im Heuhaufen» zu erleichtern. Da diese jedoch aus anderen Organismen stammen, wären die dabei entstehenden Pflanzen transgen. Um eine Genübertragung ohne Selektionsmarker zu erproben, wählten die Forscher ein Apfelgen, das eine rote Farbe des Fruchtfleischs verursacht und in einigen Apfelsorten natürlich vorkommt. Wurde dieses Gen in hellfleischige Kultursorten übertragen, konnten Zellen die das Gen aufgenommen hatten anhand einer roten Färbung identifiziert werden. Anschliessend konnten daraus Apfelbäume regeneriert werden, welche dann auch rotes Fruchtfleisch zeigten. So wurde unter anderem eine rote Variante der bekannten Sorten Apfelsorte Gala erzeugt.

In einem zweiten Ansatz übertrugen die Forscher ein Resistenz-Gen aus Wildäpfeln, das die Träger gegen den Apfelschorf schützt. Da sich die Aufnahme dieses Gens in einen Empfänger nicht wie bei dem Gen für Rotfleischigkeit optisch nachweisen lässt, wurde hier ein zweistufiger Ansatz verfolgt. Zunächst wurde eine Kombination aus Schorf-Resistenzgen und einem Antibiotika-Resistenzgen übertragen, und mit Hilfe des Antibiotikums wurden Empfängerzellen identifiziert welche die beiden Gene aufgenommen hatten. In einem zweiten Schritt wurde dann das Antibiotika-Resistenzgen mit Hilfe einer Rekombinase wieder herausgeschnitten, für welche Schnittstellen auf beiden Seiten des Antibiotika-Resistenzgens vorhanden waren. So entstanden Pflanzen, die nur noch das Apfel-Resistenzgen trugen.

Nach anfänglicher Regeneration und Wachstum in Labor und Treibhaus wurden cisgene Apfelpflanzen mit Schorf-Resistenzgen im Jahr 2011 in den Niederlanden ins Freiland gepflanzt, und über mehrere Jahre beobachtet. Wie erhofft, zeigten die cisgenen Sorten mit dem Resistenzgen aus Wildäpfeln eine deutlich verbesserte Resistenz gegen die Krankheit Apfelschorf, die bei empfindlichen Sorten eine regelmässige Behandlung mit Fungiziden erfordert.

Beide hier beschriebenen Ansätze zeigen, dass die Produktion cisgener Apfelbäume mit Eigenschaften von anderen Apfelsorten, aber ohne artfremdes Erbmateriale, inzwischen fast schon routinemässig möglich ist. Noch offen ist allerdings, wie der Gesetzgeber dieses neue Züchtungsverfahren einstuft. Während Forscher drauf hinweisen dass sich die so erzeugten Pflanzen kaum von herkömmlich gezüchteten Sorten unterscheiden, befürchten gentech-kritische Organisationen Gefahren für Umwelt und Gesundheit. Im Januar 2015 wandten sich Greenpeace, Friends of the Earth und sechs andere NGOs in einem offenen Brief an die Europäische Kommission, warnten vor unvorhersehbaren Folgen neuer Züchtungsmethoden und bezweifelten, ob gegenwärtig überhaupt eine Risikoabschätzung möglich sei. Sie sprachen sich energisch gegen jegliche Zulassungs-Erleichterungen für die neuen Züchtungsverfahren gegenüber herkömmlichen GVO aus, und forderten eine Kennzeichnungspflicht für die daraus resultierenden Produkte.

Quellen: Frans A. Krens et al. 2015, [Cisgenic apple trees; development, characterization, and performance](#). Front. Plant Sci. 6:286 (doi: 10.3389/fpls.2015.00286); Greenpeace et al. [Open letter to the Commission on new genetic engineering methods](#), 27.01.2015

Biologische Anreicherung

Gesündere Hühner dank Carotinoid-Mais

Ein biologisch mit Carotinoiden angereicherter Gentech-Mais im Hühnerfutter kann die Krankheitsresistenz der Vögel deutlich verbessern, und stellt so eine Alternative zu vorbeugenden Medikamenten oder Impfungen der Tiere dar. Das konnte eine spanisch-deutsche Forschergruppe jetzt in Fütterungsexperimenten zeigen.

Carotinoide sind natürliche gesundheitsfördernde Farbstoffe, die von Mikroorganismen und Pflanzen gebildet werden können und verschiedene Stoffwechsel-Funktionen ausüben. Für Tiere und den Menschen sind sie lebenswichtig, und müssen mit der Nahrung aufgenommen werden. Sie sind in Früchten und Gemüse vorhanden, nicht aber in Getreide, was bei einer grösstenteils auf Getreide basierenden Ernährung zu Mangelerscheinungen führen kann. Im Jahr 2008 gelang es den Forschern, durch den Einbau von zwei Schlüsselgenen der Carotinoid-Produktion aus Mais und einem Bakteri-

um den Carotinoid-Gehalt von Mais über 140-fach zu steigern. Die Körner der gentechnisch veränderten Sorte wiesen eine deutliche orange-Färbung auf.

Jetzt untersuchten die Wissenschaftler, ob ihr Carotinoid-Mais Vorteile in der Geflügelmast bietet. Dem hauptsächlich aus Soja und Mais bestehenden Hühnerfutter müssen Carotinoide zugesetzt werden, um eine gesunde und vollständige Ernährung sicherzustellen. Hühnerfutter mit dem Biotech-Mais war für die Tiere genauso bekömmlich wie herkömmliches Futter mit zugesetzten Carotinoiden. Die Carotinoide aus dem Mais konnten daher von den Tieren gut aufgenommen werden. Tatsächlich wiesen die Tiere auch im Fleisch einen höheren Gehalt der als Antioxidans wirkenden Substanzen auf, und würden so einen höheren Nährwert haben.

Ein wichtiger Unterschied zeigte sich, als die Widerstandsfähigkeit der Hühner gegen den parasitären Mikroorganismus *Eimeria tenella* untersucht wurde. Dieser verursacht die Darmkrankheit Kokzidiose, die zu Gewichtsverlust, blutigen Durchfällen und oft zum Tod der Tiere führt. In der Hühnermast werden daher vorbeugende Medikamente und Impfungen eingesetzt, um einen Ausbruch der Krankheit zu verhindern. Mit dem gentechnisch veränderten Carotinoid-Mais gefütterte Hühner zeigten nach einer Eimeria-Infektion deutlich mildere Symptome als Kontrolltiere, und schieden auch weniger Eimeria-Oozysten aus, welche die Übertragung des Parasiten ermöglichen. Die Forscher weisen darauf hin, dass einem Standard-Futter grosse Mengen Carotinoide zugesetzt werden müssten, um einen ähnlich hohen Krankheitsschutz zu erreichen, was sehr teuer wäre. Der biologisch mit Carotinoiden angereicherte Mais wäre daher eine wirtschaftlich interessante Alternative zu herkömmlichem Hühnerfutter könnte den Gesundheitszustand der Tiere verbessern und möglicherweise den Bedarf an vorbeugenden Medikamenten reduzieren.

Quellen: Carmina Nogareda et al. 2015, [Carotenoid-enriched transgenic corn delivers bioavailable carotenoids to poultry and protects them against coccidiosis](#), Plant Biotechnol J (in press, 02.04.2015, doi: [10.1111/pbi.12369](#)); [Carotenoid-rich transgenic corn could boost chicken immunity](#), feednavigator.com, 10.04.2015; Changfu Zhu et al. 2008, [Combinatorial genetic transformation generates a library of metabolic phenotypes for the carotenoid pathway in maize](#), Proc. Natl. Acad. Sci. USA 105:18232–18237

Reis

Kreuzungs-Züchtung führt zu stärkeren Veränderungen als Transgen-Einbau mittels Gentechnik

Ein oft geäussertes Kritikpunkt an gentechnisch veränderten Nutzpflanzen ist, dass die Genübertragung im Labor zu unvorhersehbaren und möglicherweise schädlichen Veränderungen in der Empfängerpflanze führen könnte. Dabei wird übersehen, dass auch bei einer auf Kreuzung zwischen verschiedenen Sorten basierenden klassischen Züchtung Neukombinationen von vielen tausenden unterschiedlichen Genvarianten beider Elternsorten auftreten, welche ebenfalls nicht ohne Folgen bleiben.

Forscher aus China und Japan haben untersucht, wie sich die Übertragung des Reis-Resistenzgens Xa21 in eine bisher krankheitssensitive Reissorte auswirkte. Sie verglichen den gentechnischen Ansatz, in dem das isolierte Xa21-Gen im Labor in die Empfängerlinie übertragen wurde, mit einer klassischen Kreuzung zwischen Spender- und Empfängerlinie, gefolgt durch sechs Rückkreuzungen mit der Empfängerlinie um die meisten unerwünschte Gene des Spenders wieder zu entfernen. Anschliessend verglichen sie die Profile der abgelesenen Gene der beiden so entstandenen Sorten mit dem

der Ausgangslinie. Die transgene Reislinie zeigte 43% weniger Unterschiede im Muster der Genablesung als die klassisch gezüchtete Sorte, die gefundenen Veränderungen in beiden Sorten betrafen ähnliche biologische Funktionen.

Die Unterschiede beider Sorten und der Ausgangslinie waren deutlich geringer als ein Vergleich der unveränderten Ausgangslinie mit einer anderen, ebenfalls unveränderten Sorte. Die unterschiedlichen Sorteneigenschaften bewirken auch deutliche Unterschiede im Muster der Genablesung, im Vergleich dazu lösen sowohl Züchtungskreuzung als auch Transgen-Übertragung nur bescheidene Veränderungen im Rahmen der natürlichen Variabilität aus. Der direkte Vergleich der Auswirkung der Xa21-Genübertragung bei Reis zeigt, dass auch klassische Züchtung die Ablesung vieler Gene verändern kann – deutlich mehr als der gentechnische Ansatz.

Quelle: Lifen Gao et al. 2013, [Do transgenesis and marker-assisted backcross breeding produce substantially equivalent plants? - A comparative study of transgenic and backcross rice carrying bacterial blight resistant gene Xa21](https://doi.org/10.1186/1471-2164-14-738). BMC Genomics 14:738 (doi:10.1186/1471-2164-14-738)

Forst-Bio- technologie

Schnellwachsender Eukalyptus in Brasilien zum Anbau zugelassen

Der weltweite Papierverbrauch ist riesig - die zunehmende Verwendung von elektronischen Daten und das «papierlose Büro» haben zu keinem Rückgang der Nachfrage geführt. Dementsprechend gehört die Holz- und Papierindustrie zu den grössten globalen Industriesegmenten, mit einem gewaltigen Ressourcenbedarf. Etwa 180 Millionen Tonnen Holzfasern werden jährlich als Rohstoff benötigt. Der zunehmende Trend zum Papier-Recycling hat zu keinem Rückgang geführt, da insgesamt mehr Papier verbraucht wird. Die Forstindustrie produziert das erforderliche Holz zu einem wesentlichen Teil in Plantagen.

Besonders geschätzt als Rohstofflieferant sind Eukalyptus-Bäume. Diese wachsen rasch und produzieren viel Biomasse, ausserdem sind ihre Holzfasern von hervorragender Qualität. Ursprünglich in Australien beheimatet, werden sie inzwischen weltweit auf etwa 20 Mio. ha in vielen tropischen und subtropischen Regionen angebaut, etwa 3.5 Mio. ha davon wachsen in Brasilien.

Im April 2015 hat die zuständige brasilianische Biosicherheits-Behörde CTNBio den kommerziellen Anbau einer gentechnisch veränderten, schneller wachsenden Eukalyptus-Sorte bewilligt. Die Biotech-Bäume wurden durch das israelische Unternehmen FuturaGene entwickelt, einem ehemaligen Ableger der Universität Jerusalem, welches 2010 durch ein grosses brasilianisches Unternehmen der Holzindustrie aufgekauft wurde. Die Forscher hatten bereits 2001 herausgefunden, dass bestimmte Pflanzen-Proteine das Pflanzenwachstum beschleunigen, indem sie die Ausdehnung der Zellwand erleichtern. Ein Gen aus dem unscheinbaren Kraut Ackerschmalwand (*Arabidopsis*) verlieh ohnehin schon schnell spriessenden Eukalyptusbäumen einen weiteren Wachstumsschub, wie umfangreiche seit 2006 durchgeführte Freisetzungsversuche in verschiedenen Regionen Brasiliens zeigten. Die Bäume produzieren auf der gleichen Fläche 15%-20% mehr Holz als konventionelle Sorten, und sind bereits mit fünfzehn Jahren erntereif statt mit sieben. Die Produktionskosten könnten um über 20% sinken, der Profit für die Anbauer um 28% steigen.

Neben den wirtschaftlichen Vorteilen, den der Anbau der neuen Turbo-

Eukalyptussorte bietet, weist FuturaGene auch auf den Nutzen für eine nachhaltigere Forstproduktion hin. Um eine vorgegebene Menge Holz zu produzieren, sei mit den neuen Bäumen eine etwa 13% geringere Fläche erforderlich – dies verringert den Druck auf die Umwandlung biodiversitätsreicher Urwälder in Holzplantagen. Ausserdem könnten durch den Anbau Treibstoffe, Transportkosten und Agrochemikalien eingespart werden.

Nachteilige Auswirkungen der gentechnischen Veränderung in den Bäumen auf die Umwelt, andere Organismen oder für die Biosicherheit wurden vor der Zulassung abgeklärt und werden nicht erwartet. Eine Gen-Übertragung durch Pollenflug auf andere Arten ist nicht zu erwarten, da in Brasilien keine Eukalyptus-Verwandten vorkommen, auch sind Eukalyptus-Bäume selber nicht invasiv und können sich nicht selbständig ausbreiten. Ein mögliches Problem liegt allerdings nicht in der gentechnischen Veränderung, aber in den verbesserten Eigenschaften der Bäume: da ihr Anbau attraktiver ist, könnte er ein Flächenwachstum für Eukalyptus-Plantagen bewirken. Diese produzieren zwar einen begehrten Rohstoff, verbrauchen aber auch grosse Wassermengen und schränken die Artenvielfalt ein. Hier müssten wirtschaftliche Vorteile und mögliche negative Auswirkungen durch eine entsprechende Forstpolitik gesteuert werden.

Quellen: [FuturaGene's eucalyptus is approved for commercial use in Brazil](#), FuturaGene media release, 09.04.2015; FuturaGene Website www.futuragene.com; [The role of genetically modified Eucalyptus in brazilian forestry production](#), Futuragene Infographic; Heidi Ledford 2015, [Brazil considers transgenic trees](#), Nature 512:357-358

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