

InterNutrition POINT

Aktuelles zur grünen Biotechnologie

Nr. 200
Dezember 2018



Inhalt

- Reis: Ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Samen als grosser Durchbruch für die PflanzenzüchtungS. 1*
- Welt-Ernährung: Baumwolle mit essbaren Samen erhält erste Anbau-Zulassung, Nahrungspotential für MillionenS. 2*
- Lebensmittel-Sicherheit: Französische Studie findet keine Hinweise für angebliche Gefährlichkeit von gentechnisch verändertem MaisS. 4*
- Lebensmittel Schweiz: Resultate der GVO-Kontrollen der Vollzugsbehörden für 2016 - 2017S. 5*

Reis



Hybridreis sichert hohe Erträge

Photo ©: [International Rice Research Institute \(IRRI\)](#)

Ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Samen als grosser Durchbruch für die Pflanzenzüchtung

Bei dem Gedanken an ungeschlechtliche Fortpflanzung haben viele wohl eher gemischte Gefühle. Bei Pflanzenforschern jedoch beginnen die Augen zu leuchten. Die Entstehung von Samen ohne Befruchtung ist ein lange und bisher erst mit wenig Erfolg angestrebtes Forschungsziel, es wurde sogar als «heiliger Gral der Pflanzenzüchtung» bezeichnet. Ein Forscherteam aus den USA und Frankreich hat jetzt für Reispflanzen von einem wissenschaftlichen Durchbruch berichtet.

Bei der geschlechtlichen Fortpflanzung werden die Erbanlagen der beiden Eltern vermischt und neu kombiniert. Das trägt zur genetischen Vielfalt einer Art bei und erhöht so ihre Anpassungsfähigkeit im Lauf der Evolution. Es gibt aber Situationen, wo die ständige Neu-Zusammenstellung von Eigenschaften nicht vorteilhaft ist, und die Fixierung günstiger Merkmale erwünscht wäre. Dies ist besonders bei Hybrid-Saatgut der Fall. Dieses entsteht durch Kreuzung von zwei genetisch unterschiedlichen Elternlinien. Aus den dabei gebildeten Samen entstehen besonders kräftige und ertragreiche Pflanzen. Dieser Heterosis-Effekt (engl. «hybrid vigor») wird in der Pflanzenzüchtung schon lange eingesetzt, so sind fast alle kommerziell angebauten Maispflanzen Hybrid-Sorten.

Hybridsorten liefern zwar deutlich mehr Ertrag, haben aber einen entscheidenden Nachteil: der Effekt verliert sich in der nächsten Generation wieder, da dann die Erbanlagen der Elternlinien neu kombiniert werden und so heterogene Pflanzen entstehen, die für einen kommerziellen Anbau ungeeignet sind. Hybrid-Saatgut muss daher für jede Aussaat neu durch Kreuzung hergestellt werden, das ist aufwändig und teuer. Wenn es möglich wäre, die Durchmischung der Gene in den Nachkommen von Hybridsorten zu verhindern und identische Kopien der ertragreichen Pflanzen zu erzeugen, könnte Hybrid-Saatgut wesentlich einfacher und kostengünstiger produziert werden – und vor allem durch die Landwirte selber, die dann nicht jedes Jahr das Saatgut neu kaufen müssten. Das wäre vor allem für Kleinbauern in Entwicklungsländern wichtig, die nur über beschränkte Ressourcen verfügen.

Venkatesan Sundaresan von der University of California in Davis mit seinem

Team ist jetzt genau das gelungen: Reispflanzen zu produzieren, die ohne Befruchtung Samen produzieren, aus denen identische Kopien der Elternlinie entstehen. Dieser als Apomixis bezeichnete Vorgang der ungeschlechtlichen Fortpflanzung kommt in der Natur bei etwa 400 Pflanzenarten vor, konnte bisher aber nicht in wichtige Nutzpflanzen eingeführt werden.

Um Apomixis bei Reis zu ermöglichen, mussten die Forscher an zwei Stellen in den Prozess der Samenbildung eingreifen. Normalerweise wird bei der Bildung der männlichen und weiblichen Geschlechtszellen der Chromosomensatz halbiert (Meiose), so dass nach ihrer Verschmelzung bei der Befruchtung wieder ein vollständiger Satz entsteht. Mit Hilfe der CRISPR/Cas9 Genome Editing-Technik wurden drei an der Meiose beteiligte Reisgene ausgeschaltet. So behalten die Eizellen ihren vollständigen Chromosomensatz. Dann mussten die Forscher eine Eizelle dazu anregen, sich auch ohne Befruchtung zu teilen. Sie konnten zeigen, dass hierzu normalerweise ein Gen (BABY BOOM1, BBM1) erforderlich ist, welches über den Pollen vom männlichen Befruchtungspartner beigestragen wird. Durch den Einbau eines BBM1-Reisgens, dessen Ablesung in den Eizellen durch einen spezifischen Promoter angetrieben wird, konnten sie auch ohne Befruchtung das Startsignal geben, damit sich die Eizellen teilen und einen Pflanzen-Embryo bilden, der dann vom Samenkorn umschlossen wird.

Tatsächlich waren die Nachkommen dieser genetisch veränderten Reispflanzen identisch zu der Mutterpflanze, und ebenso die folgenden Generationen. Durch die ungeschlechtliche Vermehrung konnten so die Eigenschaften der Mutterpflanze unverändert erhalten werden, die Nachkommen waren Klone der Vorfahren (wie das auch bei Stecklingen der Fall ist). Die Forscher sehen grosse Chancen darin, mit ihrem relativ einfachen Ansatz die Herstellung von Hybridsaatgut stark zu vereinfachen und auch Landwirten selber dies zu ermöglichen. Sie gehen davon aus, dass die von ihnen für Reis demonstrierte Strategie auch für andere Getreidearten funktionieren könnte.

Das langfristige Ziel der Forscher ist es, ihren Ansatz der ungeschlechtlichen klonalen Samenproduktion Kleinbauern in Entwicklungsländern zur Verfügung zu stellen, da diese am meisten vom Zugang zu Hohertrags-Sorten profitieren würden – mit den hier präsentierten Resultaten sind sie diesem Traum einen grossen Schritt näher gekommen.

Quellen: Imtiyaz Khanday et al. 2018, [A male-expressed rice embryogenic trigger redirected for asexual propagation through seeds](#), Nature (published online 12.12.2018, DOI:10.1038/s41586-018-0785-8); [Rice Plants That Reproduce as Clones From Seed - Ability to Grow Hybrid Varieties a Potential Breakthrough for Global Agriculture](#), UC Davis News, 12.12.2018; [First Clonal Rice Seeds Are an Agricultural Dream Come True](#), Innovative Genomics Institute News, 12.12.2018.

Welt- ernährung

Baumwolle mit essbaren Samen erhält erste Anbau-Zulassung, Nahrungspotential für Millionen

Was wäre, wenn man mit dem bestehenden landwirtschaftlichen System, ohne dafür die Anbaufläche auszuweiten oder andere Kulturen zurückzudrängen, Eiweiss für die Ernährung von über 100 Millionen Menschen zusätzlich produzieren könnte? Das war die Vision von Keerti S. Rathore, der auf dem Land in Indien aufwuchs und vor 23 Jahren seine Forschungstätigkeit an der Texas A&M Universität aufnahm. Sein Ansatz: Baumwoll-Samen für die menschliche Ernährung nutzbar zu machen.

Baumwollpflanzen produzieren für jedes Kilogramm Fasern etwa 1.6 kg Samen. Diese haben einen hohen Eiweissgehalt, sind aber ungeniessbar: Sie enthalten, wie die ganze Baumwollpflanze, die chemische Substanz Gossypol. Dieses wirkt als natürlicher Schutz gegen Insektenfrass, ist aber giftig für Menschen. Es gelang zwar, durch Züchtung Baumwollpflanzen mit reduziertem Gossypol-Gehalt zu produzieren, diese wurden jedoch auf dem Feld von Schädlingen vernichtet.

Rathore wählte einen gentechnischen Ansatz. Durch das gezielte Ausschalten der Gossypol-Produktion ausschliesslich in den Samenkörnern mittels der RNAi-Technologie konnten er und seine Mitarbeiter Baumwollpflanzen produzieren, welche ihre Widerstandsfähigkeit gegen Schädlinge behielten, aber in den Samen einen so geringen Gossypol-Gehalt aufwiesen, dass diese zu Speisezwecken verwendet werden können. Die ersten Resultate mit Pflanzen im Labor konnte Rathore dann im Jahr 2006 präsentieren – und wies schon damals darauf hin, dass es noch ein Jahrzehnt dauern könne bis die Technologie auf dem Acker eingesetzt werden könnte ([POINT 61, 11-2006](#)).

Er lag mit dieser Einschätzung nur wenig daneben. Nach intensiver Weiterentwicklung und Überprüfung der Pflanzen auch in Freilandversuchen, und Verzögerungen der Forschungsarbeiten wegen technischen Hindernissen, Finanzierungs- und Ressourcenproblemen, hat das US Landwirtschaftsministerium im Oktober 2018 den unbeschränkten Anbau der Gossypol-reduzierten Baumwollsorte in den USA gestattet. Die Baumwollsamensamen entsprechen den Anforderungen der Weltgesundheitsorganisation WHO und der US-amerikanischen Aufsichtsbehörde FDA für Lebensmittel.

Die Welt-Jahresproduktion von Baumwollsamensamen beträgt 48.5 Mio. Tonnen, der Eiweissgehalt liegt bei 23%. Das ergibt eine grosse Menge Eiweiss – mehr als sämtliche Hühnereier der Welt. Etwa 20 Millionen Landwirte bauen in 80 Ländern Baumwolle an – oft in Regionen, in denen Kalorien in Form von Kohlehydraten (z. B. Reis) zur Verfügung steht, die Eiweissversorgung jedoch mangelhaft ist. Hier können die essbaren Baumwollsamensamen einen wichtigen Beitrag zu einer ausgewogeneren Ernährung leisten. Auch als Tierfutter könnten Baumwollsamensamen künftig eingesetzt werden. Bauern haben so die Möglichkeit, mit einer Pflanze sowohl Fasern, Nahrung als auch Futter produzieren. Die Baumwollsamensamen können zu Mehl verarbeitet, oder auch geröstet als Snack verzehrt werden. Rathore hat sie selbst probiert – offenbar schmecken sie wie Hummus.

Demnächst wird auch das grüne Licht für die Verwendung der Samen als Lebens- und Futtermittel durch die FDA erwartet. Gegenwärtig werden die Baumwollpflanzen vermehrt, um genug Samen für Verarbeitungsversuche und Test-Anwendungen zu haben, und ein Vertriebspartner gesucht. Als treibende Kraft für seine langjährige Forschungsarbeiten für die essbaren Baumwollsamensamen weist Rathore auf die Erfahrungen seiner eigenen Jugend in Indien hin, und auf die dort verbreitete Mangelernährung. Auch haben ihn Kollegen wie der inzwischen verstorbene Norman Borlaug, der «Vater der grünen Revolution», bei seinen Arbeiten stets unterstützt und ermutigt. Jetzt ist Rathore dem Ziel seiner beharrlichen und ausdauernden Forschungsarbeiten, einen Beitrag für eine bessere Ernährung der Welt zu leisten, einen grossen Schritt näher gekommen.

Quellen: Emily Waltz 2018, [First edible cottonseed go-ahead](#), Nature Biotechnology 36:1126; [Edible cottonseed now exists — and it could have big implications for world hunger](#), VOX.com, 19.10.2018; [Edible Cottonseed Research At Texas A&M Receives Key USDA](#)

[Approval](#), Texas A&M Today, 16.10.2018; [USDA Announces Deregulation of GE Low-Gossypol Cotton](#), United States Department of Agriculture APHIS, 16.10.2018; Ganesan Sunilkumar et al. 2006, [Engineering cottonseed for use in human nutrition by tissue-specific reduction of toxic gossypol](#), PNAS 103:18054-18059

Lebensmittel- Sicherheit

Französische Studie findet keine Hinweise für angebliche Gefährlichkeit von gentechnisch verändertem Mais

«Oui, les OGM sont des poisons» (Ja, GVO sind Gift!) lautete die fette Titelschlagzeile des «Nouvel Observateur» im September 2012, die sich auf die inzwischen berüchtigte Ratten-Studie von Prof. Gilles-Éric Séralini bezog. Dabei waren Versuchstiere zwei Jahre lang mit gentechnisch verändertem Mais NK603 gefüttert worden, der in vielen Ländern als Lebens- und Futtermittel zugelassen ist. Angeblich zeigten sie daraufhin häufigere Tumorerkrankungen und eine höhere Sterblichkeit.

Aufgrund massiver experimenteller Mängel wurde die Séralini-Studie von wissenschaftlichen Fachkreisen kritisiert, Zulassungsbehörden weltweit stuften sie als wertlos und ohne Aussagekraft ein ([Point 130, Oktober 2012](#)). In der Politik löste die Studie allerdings einen Sturm aus: mit dem Wunsch, die aufgeworfenen Fragen zu klären und einer Verunsicherung der Konsumenten entgegenzutreten, wurden mehrere umfangreiche Studien in Auftrag gegeben, um zu überprüfen ob GVO tatsächlich schädlich sind. Jetzt wurden die Resultate einer Studie aus Frankreich in der Fachzeitschrift «Toxicological Sciences» veröffentlicht. Sie zeigen, dass es sich bei der behaupteten Giftigkeit von GVO um «fake news» handelt.

13 renommierte Partner-Institutionen aus Frankreich hatten 2013 den Auftrag der Regierung für das Forschungsprojekt GMO90+ erhalten, in dem Ratten sechs Monate lang mit den beiden gentechnisch veränderten Maislinien MON 810 oder NK603 gefüttert wurden. Dabei wurden zahlreiche Gesundheits-Parameter beobachtet und Biomarker mit Hochdurchsatz-Verfahren getestet (Metabolomics, Transcriptomics), um herauszufinden ob es messbare Veränderungen gibt, die im Zusammenhang mit der GVO-Fütterung stehen und auf gesundheitliche Auswirkungen hinweisen könnten.

Die Beobachtungszeit von sechs Monaten ist das Doppelte der üblichen Versuchsdauer von drei Monaten, welche von den Europäischen Zulassungsbehörden gemäss OECD-Protokoll verlangt wird. Auch in diesem längeren Zeitraum konnten jedoch keine biologisch bedeutsamen Veränderungen bei den Biomarkern oder im Stoffwechsel im Zusammenhang mit der GVO-Diät gefunden werden. Auch makro- oder mikroskopische anatomische Veränderungen an den Organen (Leber, Niere, Fortpflanzungsorgane) wurden keine beobachtet, oder sonstige offenbaren Gesundheitsauswirkungen. Zusammengefasst fanden die Forscher keine schädlichen Auswirkungen von MON810 oder NK603 auf Gesundheit oder Stoffwechsel der Versuchstiere, und keine biologisch relevanten Reaktionen auf den Verzehr von GVO. Die Forscher hinterfragen daher auch den Wert der in der EU vorgeschriebenen 90-Tage Fütterungsstudien für die Zulassung von GVO Lebensmitteln – ohne klare Hypothese, wie ein möglicher Schaden aussehen könnte, ist es kaum möglich einen solchen zu finden.

Die Resultate der französischen GMO90+ - Studie ergänzen diejenigen von zwei Projekten, die parallel dazu von der Europäischen Kommission in Auftrag gegeben wurden. Im GRACE Projekt wurden vier 90-Tage-Studien und eine chronische 1-Jahrestudie an Ratten mit der GVO-Maislinie MON810

durchgeführt, in der G-TWYST Studie wurden mit der GVO-Maislinie NK603 zwei 90-Tage-Studien, eine 1-Jahresstudie (auf chronische Toxizität) und eine 2-Jahresstudie (auf Karzinogenität) durchgeführt. Auch in diesen Studien wurden keinerlei schädliche Gesundheitsauswirkungen von Gentech-Mais auf die Ratten gefunden.

Insgesamt wurden für die drei Studien tausende von Versuchstieren geopfert und insgesamt rund 15 Millionen Euro Steuergelder verbraucht, ohne irgendwelche Hinweise auf die Stichhaltigkeit der Behauptungen von Séralini, dass von Gentech-Mais Gesundheitsgefahren ausgehen können. Ob diese Forschungsergebnisse aber die erhoffte Wirkung haben werden, einer Verunsicherung der Konsumenten bezüglich der Risiken von gentechnisch veränderten Nahrungsmitteln entgegenzuwirken, ist wenig wahrscheinlich: über die Resultate der Studien, die keine Hinweise auf Gesundheitsgefahren gaben, wurde in den Medien kaum berichtet.

Der Journalist Sylvestre Huet erklärt das auf seinem Wissenschafts-Blog bei Le Monde mit der typischen Denkweise vieler Journalisten: Ein Hund, der einen Mann beisst, ist kaum eine Nachricht wert, wohl aber der Mann, der einen Hund beisst – mit solchen überraschenden «news» kann man Zeitungen verkaufen. Ebenso ist eine lebensgefährliche transgene Pflanze eine Nachricht – aus einer harmlosen gentechnisch veränderten Pflanze dagegen kann man keine fette Schlagzeile machen. Die meisten Journalisten oder ihre Chefredakteure hätten daher kaum Interesse daran, solche Studien zu lesen oder gar darüber zu berichten. Diese unausgewogenen Informationen prägen allerdings die öffentliche Wahrnehmung, und machen die öffentliche Diskussion über Nutzen und Risiken gentechnisch veränderter Nutzpflanzen nicht gerade einfacher.

Quellen: Xavier Coumoul et al. 2018, [The GMO90+ project: absence of evidence for biologically meaningful effects of genetically modified maize based-diets on Wistar rats after 6-months feeding comparative trial](#), Toxicological Sciences (published online 10.12.2018, DOI:10.1093/toxsci/kfy298); INRA: [Maïs OGM MON 810 et NK603 - pas d'effets détectés sur la santé et le métabolisme des rats](#), Communiqué de presse, 12.12.2018; [OGM-poisons ? La vraie fin de l'affaire Séralini](#), Sylvestre Huet /Le Monde blog, 11.12.2018; [Policy Brief: Animal Feeding Studies for GMO Risk Assessment: Lessons from two large EU research projects \(G-TWYST and GRACE\)](#); [GMO90plus](#), (GMO90+ Website); [www.g-twyst.eu](#) (G-TWYST Website); [www.grace-fp7.eu](#) (GRACE Website)

Lebensmittel Schweiz

Resultate der GVO-Kontrollen der Vollzugsbehörden für 2016 - 2017

Für gentechnisch veränderte Lebensmittel gibt es in der Schweiz strenge Zulassungs- und Kennzeichnungsvorschriften. Deren Einhaltung wird durch die kantonalen Kontrollbehörden regelmässig überprüft. In der Schweiz selber findet kein Anbau gentechnisch veränderter Nutzpflanzen statt, wohl aber in vielen anderen Ländern – darunter wichtige Handelspartner der Schweiz. Darum werden vor allem Importprodukte oder solche aus ausländischen Rohstoffen überprüft. Jetzt hat das Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen BLV die Resultate aus den Jahren 2016 und 2017 vorgelegt.

In diesen zwei Jahren haben kantonale Vollzugsbehörden insgesamt 870 Lebensmittelproben auf einen GVO-Gehalt untersucht. Bei 101 Proben (=11.6%) wurden tatsächlich GVO-Bestandteile festgestellt. In diesen Zahlen sind auch Bio-Lebensmittel enthalten, hier waren von 120 Proben 10 GVO-positiv (8.3%, allerdings wurden hier nur geringe GVO-Spuren gefun-

den). Es muss auch bedacht werden, dass die Proben vor allem bei Produkten erhoben werden, bei denen die Möglichkeit für GVO-Beimengungen besteht, z. B. mit Soja aus Südamerika, da dort verbreitet gentechnisch veränderte Sorten angebaut werden. Die Zahlen sind daher nicht repräsentativ für den gesamten Lebensmittel-Markt der Schweiz. GVO-Bestandteile wurden vor allem bei Sportlernahrung sowie Lebensmitteln aus Mais und Soja festgestellt.

In vielen der Proben wurden Spuren von GVO gefunden, die in der Schweiz als Lebensmittel zugelassen oder toleriert sind. In drei beanstandeten Fällen lag der GVO-Gehalt über 0.9%, ohne dass die dann erforderliche GVO-Kennzeichnung angebracht war. Insgesamt 31 der 870 untersuchten Proben (3.6%) mussten wegen Nicht-Einhaltung der GVO-Vorschriften beanstandet werden. In den meisten Fällen wurden bei importierten Nischenprodukten (z. B. Maismehl oder Sportlernahrung) geringe Spuren von GVO gefunden, die in der Schweiz nicht bewilligt sind, wohl aber in der EU. Da auch dort strenge Zulassungsvorschriften gelten, ist jedoch nicht zu erwarten, dass von diesen ein Risiko ausgeht, auch wenn sie nicht den Vorschriften in der Schweiz entsprechen. GVO, für welche weltweit keine Zulassung besteht, wurden nur ganz selten identifiziert. Dabei handelt es sich meist um GVO-Reis aus China oder um gentechnisch veränderte Papaya aus Thailand. Die Behörden setzen ihre Kontrollen auch in den nächsten Jahren fort.

Quelle: [GVO-Erzeugnisse bei Lebensmitteln: Kontrollen der kantonalen Vollzugsbehörden der Jahre 2016-2017](#), Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen BLV, 03.12.2018

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