

InterNutrition POINT

Aktuelles zur grünen Biotechnologie

Nr. 176
Oktober 2016

Inhalt

- GVO--Feldversuche Schweiz: Erfolgreicher Abschluss der dritten Freiland-Saison an der «Protected Site»; BAFU bewilligt Prüfung von ertragreicherem Winterweizen* S. 1
- Neue Züchtungsverfahren: Nutzpflanzen mit verbesserten Eigenschaften am Laufmeter* S. 3
- China: Fütterungsversuche an Affen über 52 Wochen zeigen keine nachteiligen Auswirkungen von insektenresistentem Bt-Reis* S. 4
- Konsumenten-Nutzen: Erste kommerzielle Ernte der nicht-bräunenden Arctic® Apples in den USA* S. 5

GVO- Feldversuche Schweiz



Cisgene, pilzresistente Kartoffeln und konventionelle Vergleichspflanzen im Freiland-Versuch

Photo ©: Agroscope

Erfolgreicher Abschluss der dritten Freiland-Saison an der «Protected Site»; BAFU bewilligt Prüfung von ertragreicherem Winterweizen

Vor den Toren von Zürich, auf den Versuchsfeldern der staatlichen Forschungsanstalt Agroscope in Reckenholz, gedeihen sie, obwohl sie in Europa inzwischen Seltenheitswert bekommen haben: neue gentechnisch veränderte Pflanzen, deren Eigenschaften im Freiland genauer untersucht werden.

Während in den USA seit 1985 über 20'000 Freiland-Versuche mit Gentech-Pflanzen angemeldet wurden und jedes Jahr mehrere hundert dazukommen, lässt sich die jährliche Zahl derartiger Versuche in Europa mittlerweile an den Fingern von zwei Händen abzählen. Noch 2009 wurden in der EU 113 Freisetzungsanträge gestellt, diese Zahl ist seither ständig zurückgegangen. Forschende in immer mehr Ländern verzichten völlig auf die Forschung mit gentechnisch veränderten Pflanzen im Freiland, oder führen solche Experimente ausserhalb Europas durch. Dabei zeigt sich ein klarer Zusammenhang zwischen dem Rückgang der Grundlagenforschung und politisch motivierten Anbauverböten für in der EU eigentlich zugelassene Biotech-Pflanzen. So wurden in Frankreich 2006 noch über 30 Freisetzungsversuche beantragt. Seit dem 2007 aus angeblichen, nie bestätigten Sicherheitsgründen ausgesprochenen Verbot des kommerziellen Anbaus von insektenresistentem Mais wurden nur noch wenige Anträge eingereicht. Seit 2014 hat Frankreich, ehemals führend auf diesem Gebiet, Freilandversuche mit Biotech-Pflanzen völlig aufgegeben. Zu dem Forschungs-Niedergang haben in vielen europäischen Ländern auch wiederholte Verwüstungen von Versuchsfeldern durch Aktivisten beigetragen.

Obwohl in der Schweiz 2005 aufgrund einer Volksabstimmung ein Moratorium für den kommerziellen Anbau von gentechnisch veränderten Pflanzen eingeführt und seither mehrmals durch das Parlament verlängert wurde, wurden hier entgegen dem EU-Trend die Möglichkeiten für die Grundlagenforschung ausgebaut. Seit 2014 ist in Reckenholz die «Protected Site», eine gegen Vandalen gesicherte Forschungs-Infrastruktur mit verschiedenen Versuchsfeldern, in Betrieb. Während ein landwirtschaftlicher Anbau von

GVO-Pflanzen in der Bevölkerung der Schweiz umstritten ist, bestand stets ein breiter Konsens, die Grundlagenforschung auf diesem Gebiet weiterzuführen und so auch politische Entscheidungsgrundlagen zur Verfügung zu stellen. Ein integraler Bestandteil aller Forschungsvorhaben ist daher stets auch die Forschung zur Biosicherheit.

2016 geht jetzt die dritte Saison mit GVO-Freiland-Versuchen an der «Protected Site» zu Ende. Seit 2014 wurden Daten zu mehltaresistenten transgenen Weizenlinien der Universität Zürich erhoben. Diese tragen Resistenzgene aus anderen Weizensorten in verschiedenen Kombinationen, und weisen daher eine erhöhte Widerstandsfähigkeit auf.

Cisgene Kartoffellinien mit Resistenzgenen aus Wildkartoffeln gegen die Kraut- und Knollenfäule werden seit 2015 in Reckenholz geprüft. Im Vorjahr war aufgrund der Witterungsbedingungen der Krankheitsbefall der Pflanzen sehr gering, so dass sich kein deutlicher Unterschied zwischen cisgenen Kartoffeln und Kontrollsorten zeigte. Dieses Jahr dagegen begünstigten die vielen Niederschläge die Ausbreitung der Kraut- und Knollenfäule. So wurden bei nicht mit Fungiziden behandelten Pflanzen deutliche Symptome sichtbar: während herkömmliche Kartoffelpflanzen erkrankten und abstarben, zeigten verschiedene der cisgenen Kartoffellinien einen teilweisen oder gar vollständigen Schutz gegen die gefährliche Pflanzenkrankheit.

Neu wurden 2016 cisgene Apfelbäume mit einem Feuerbrand-Resistenzgen aus Wildäpfeln angepflanzt. Bei dem bis 2021 bewilligten Versuch sollen vor allem Daten zu den agronomischen Eigenschaften der Pflanzen erhoben werden und zu möglichen Auswirkungen der Veränderung auf die Biosicherheit. Da Feuerbrand-Epidemien nur sporadisch auftreten und eine künstliche Infektion im Freiland aufgrund der Gefährlichkeit des Erregers nicht erlaubt ist, müssen Daten zu den Resistenz-Eigenschaften der Pflanzen in geschlossenen Gewächshäusern erhoben werden.

Ab 2017 werden die gegenwärtig auf den Versuchsfeldern bei Zürich untersuchten gentechnisch veränderten Nutzpflanzen neue Gesellschaft erhalten. Ende Oktober 2016 hat das zuständige Bundesamt für Umwelt BAFU einen Freilandversuch mit gentechnisch verändertem Winterweizen für sechs Anbauperioden, bis zum Herbst 2022, bewilligt. Die von Forschenden am deutschen Leibniz-Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung (IPK) entwickelten Pflanzen tragen ein für den Zuckertransport in Pflanzen zuständiges Gersten-Gen, das gezielt in den Getreidekörnern aktiv ist (siehe [Point 173, Juni 2016](#)). In Vorversuchen wurden bei diesen Pflanzen grössere Körner und eine deutliche Steigerung des Ertrags beobachtet.

Im Gegensatz zu den aktuell untersuchten Krankheits-resistenten Weizen-, Kartoffel- und Apfellinien, die Alternativen zum Einsatz von Pflanzenschutzmitteln eröffnen, haben die neuen Winterweizen-Linien ein unmittelbar erhöhtes Ertragspotential. Sollte sich diese Eigenschaft unter realitätsnahen landwirtschaftlichen Anbaubedingungen bestätigen, könnten die Pflanzen einen Beitrag zu einer besseren Ressourcennutzung in der Landwirtschaft leisten. Ertragssteigerungen durch klassische Züchtungsverfahren sind in den letzten Jahren immer mehr zurückgegangen und können mit dem steigenden Bedarf der wachsenden Weltbevölkerung nicht mehr Schritt halten.

Sowohl die an der «Protected Site» untersuchten Krankheitsresistenzen als auch mögliche Ertragssteigerungen von Nutzpflanzen könnten einen wesentlichen Beitrag dazu leisten, die Nachhaltigkeit der Landwirtschaft zu

steigern. Ob, wann und wo diese Pflanzen den Sprung vom Versuchsfeld zu einem kommerziellen Anbau schaffen und so ihre Vorteile auch in der Praxis umsetzen können ist jedoch noch ungewiss.

Quellen: [Drittes Versuchsjahr auf der Protected Site: Gute Resistenzdaten dank schlechtem Wetter und Versuch mit Apfelbäumen gestartet](#), Agroscope Protected Site aktuell, Oktober 2016; [www.protectedsite.ch](#), Agroscope Informationsseite zu den Freilandversuchen; Henrik Nausch et al 2015, [Public funded field trials with transgenic plants in Europe: a comparison between Germany and Switzerland](#). Current Opinion in Biotechnology 32:171–178; [Feldversuch mit transgenem Weizen bewilligt](#), Agroscope-Medienmitteilung 28.10.2016; [BAFU bewilligt Freisetzungversuch mit gentechnisch verändertem Weizen](#), BAFU-Medienmitteilung 28.10.2016; [B/CH/16/01 \(B16001\): Gesuch um Bewilligung eines Freisetzungversuchs mit gentechnisch veränderten Weizenlinien mit erhöhtem Ertragspotential und Entscheid \(Verfügung B16001 vom 27. Oktober 2016\)](#), BAFU Website; [Faktenblatt Winterweizenlinien mit erhöhtem Ertragspotenzial](#), Agroscope, 28.10.2016

Neue Züchtungs- verfahren

Nutzpflanzen mit verbesserten Eigenschaften am Laufmeter

Neue gentechnische Methoden beschleunigen die Entwicklung von Pflanzen mit verbesserten Anbau- und Qualitätseigenschaften enorm und ermöglichen so einen ganz neuen Ansatz für die Verbesserung von Pflanzensorten, der als die «neuen Züchtungsverfahren» bekannt geworden ist. Vor allem die Verfügbarkeit von programmierbaren Genschere, mit denen das Pflanzen-Erbgut an vorbestimmten Stellen geschnitten werden kann (z. B. Zinkfinger-Nukleasen, TALEN und CRISPR/Cas9) ermöglicht es, gezielt Pflanzen-gene auszuschalten. Dadurch können unerwünschte Eigenschaften entfernt und Stoffwechselwege angepasst werden. Ein Beispiel für das Potential der «neuen Züchtungsverfahren» liefert das im Jahr 2010 in St. Paul, Minnesota (USA) gegründete und rasch wachsende Pflanzen-Biotechunternehmen Calyxt, dass sich ganz der gezielten Gen-Chirurgie («genome editing») bei Pflanzen verschrieben hat.

Aktuell beschreiben die Forscher von Calyxt eine neue, weiter verbesserte Sojasorte, deren Öl-Zusammensetzung durch gezieltes Ausschalten von drei Stoffwechselgenen dem des Olivenöls gleicht. Der Ölsäure-Gehalt wurde von gut 20 % auf über 80% gesteigert, derjenige der instabilen Linolensäure von über 8% auf unter 3% gesenkt. Dadurch wird das Öl nicht so leicht ranzig und muss nicht gehärtet werden um es haltbar zu machen – ein chemischer Vorgang, bei dem ungesunde trans-Fettsäuren entstehen können. Alle drei Gen-Veränderungen wurden durch gezielte Erbgut-Schnitte mit dem TALEN-Verfahren erzielt. Da den Pflanzen kein fremdes Erbmaterial eingebaut wurde, gelten sie nach den Vorschriften in den USA nicht als gentechnisch verändert, was das US Landwirtschaftsministerium dem Unternehmen im Mai 2015 bestätigte. Die Pflanzen können daher ohne Auflagen angebaut werden. Mittlerweile wurden 30 t Saatgut der neuen Soja-Sorte produziert, nach weiterer Vermehrung ist für 2018 der Start des kommerziellen Anbaus vorgesehen.

Für mit den neuen Züchtungsverfahren entwickelte Kartoffeln, die sich nach Stößen bei Ernte oder Transport nicht verfärben, sowie für eine pilzresistentere Weizensorte hat Calyxt ebenfalls dieses Jahr in den USA die Anbaufreigabe als nicht-GVO-Pflanzen erhalten. Weiterhin befinden sich bei Calyxt Kartoffeln, die bei der Lagerung in der Kälte nicht süß werden und dadurch beim Erhitzen weniger des gesundheitsschädlichen Acrylamids entwickeln in der Freiland-Erprobung. An Gluten-reduziertem Weizen und an gesünderem Rapsöl mit weniger gesättigten Fettsäuren wird gearbeitet – alles mit Hilfe der «neuen Züchtungsverfahren», die auch einem noch jungen Unterneh-

men in den USA erlauben, in kurzer Zeit Produkte zu entwickeln, die für den Markt von grossem Interesse sind.

Da sich die europäischen Behörden bisher nicht zu einer rechtlichen Einstufung der «neuen Züchtungsverfahren» durchringen konnten, sind derartige Entwicklungen durch innovative Unternehmen, die durchaus auch eine Konkurrenz für etablierte Grossunternehmen darstellen könnten, sowohl in der Schweiz als auch in der EU momentan blockiert. Europa droht, auch hier den Anschluss zu verlieren.

Quellen: Zachary L. Demorest et al. 2016, [Direct stacking of sequence-specific nuclease-induced mutations to produce high oleic and low linolenic soybean oil](#), BMC Plant Biology 16:225 (DOI: 10.1186/s12870-016-0906-1); [Inquiry from Collectis Plant Sciences Regarding the Regulatory Status of FAD3KO Soybean](#), 12.03.2015; [APHIS BRS Response to Collectis Plant Sciences](#), US Department of Agriculture, 20.05.2015; www.calyxt.com, Calyxt Website

China

Fütterungsversuche an Affen über 52 Wochen zeigen keine nachteiligen Auswirkungen von insektenresistentem Bt-Reis

China steht vor einer enormen Herausforderung: die Ernährung seiner weiter wachsenden Bevölkerung langfristig zu sichern. Bereits jetzt verfügt das Land über etwa 1/5 der Weltbevölkerung, aber nur etwa 7% der globalen Ackerfläche. Die Bevölkerung wächst weiter und verlangt nach mehr und hochwertiger Nahrung und Fleisch, während die zur Verfügung stehende landwirtschaftliche Nutzfläche weiter zurückgeht. Während China 2002 noch ein Netto-Exportland für landwirtschaftliche Produkte war, wurde es bereits 2012 zum weltweit grössten Importeur.

Seit vielen Jahren arbeitet die chinesische Regierung daher intensiv daran, die Produktivität und Effizienz der Landwirtschaft mit modernen Methoden zu steigern. Dazu gehören auch Milliarden-Investitionen in die Forschung und Entwicklung für verbessertes Saatgut. Insektenresistente, gentechnisch veränderte Bt-Baumwolle wurde 1997 eingeführt und wird inzwischen aufgrund ihrer überzeugenden landwirtschaftlichen Eigenschaften auf mehr als 95% der Baumwoll-Fläche gepflanzt. Im Lauf der letzten beiden Jahrzehnte wurden auch zahlreiche Bt-Reissorten in China entwickelt und erfolgreich im Freiland getestet, so z. B. bereits im Jahr 2000 die Linie HH1, mit dem Cry1Ab/1Ac-Gen. Die Pflanzen waren hochgradig resistent gegen Falter-Schädlinge, und benötigten daher wesentlich weniger Insektizide als konventionelle Sorten. Bei einem 90-tägigen Fütterungsversuch an Ratten, einem Standard-Test zur Prüfung neuartiger Lebensmittel, zeigten sich keine Auffälligkeiten im Vergleich zu unverändertem Reis. Aufgrund dieser Studie und weiterer Sicherheits-Prüfungen stellte das chinesische Landwirtschaftsministerium 2009 ein Biosicherheits-Zertifikat für den HH1-Reis aus, der erste Schritt zu einer Zulassung für den Anbau und als Lebensmittel.

Allerdings schüren auch in China seit Jahren internationale Organisationen die Skepsis gegenüber Lebensmitteln, bei deren Herstellung Gentechnik beteiligt ist. Besonders erfolgreich dabei ist Greenpeace – vor allem, seit 2005 der lokale chinesische Leiter durch eine erfahrene Kampagnen-Spezialistin aus der Schweiz ersetzt wurde. Die (unbewiesene) Behauptung von Greenpeace, dass Gentechnik-Lebensmittel die Gesundheit von Millionen von Chinesen auf das Spiel setzen würden, führt gerade in China, das durch verschiedene Lebensmittel-Skandale erschüttert worden ist, zu einer tiefen Verunsicherung der Konsumenten. Das hat die chinesischen Behörden bisher davon abgehalten, Bt Reis zum Anbau und als Lebensmittel freizuge-

ben.

Verschiedene Fütterungsstudien mit unterschiedlichen Bt-Reissorten an Karpfen, Ratten, Hühnern und Schweinen wurden bereits durchgeführt, um ihre Lebensmittel-Sicherheit zu bestätigen. Allerdings wurde immer wieder die Aussagekraft solcher Studien für den Menschen hinterfragt. Jetzt berichten Forscher eines staatlichen Forschungsinstituts in Peking über Fütterungsexperimente an Affen, da diese dem Menschen ähnlicher sind – nach Aussage der Forscher der weltweit erste Test von Bt-Nahrungspflanzen an Primaten.

Eine Gruppe von 70 Javaner-Affen, einer oft als Versuchstier verwendeten Makaken-Art, wurde über 52 Wochen täglich mit einer aus bis zu 60% gentechnisch verändertem HH1 Bt-Reis bestehenden Diät oder verschiedenen Kontroll-Diäten gefüttert. Die Tiere wurden während des Versuchs regelmässig untersucht und nach Ende des Experiments getötet und eingehend auf körperliche Veränderungen geprüft. Weder nachteilige oder Hinweise auf toxische Auswirkungen der gentechnisch veränderten Reissorte wurden dabei beobachtet. Die Forscher schliessen daraus, dass die transgene HH1-Reissorte als Lebensmittel gleichwertig zu konventionellem Reis ist.

Man kann sicher darüber diskutieren, ob dieser Versuch mit Affen einen wesentlichen Erkenntnisgewinn gebracht hat, und ob er geeignet ist, verunsicherte Konsumenten in China von der Sicherheit von Gentech-Lebensmitteln zu überzeugen. Aus westlicher Sicht scheint die Verwendung von Primaten für derartige Fütterungsexperimente kaum verhältnismässig – vor allem, da es keinerlei seriöse Hinweise darauf gibt, dass Gentech-Lebensmittel spezielle Risiken mit sich bringen, weder aus Fütterungsexperimenten noch aus ihrer langjährigen praktischen Verwendung als Lebens- und Futtermittel in anderen Ländern.

Offenbar ist es jedoch der chinesischen Führung ein grosses Anliegen, zu der gesellschaftlichen Diskussion um die Sicherheit gentechnisch veränderter Lebensmittel beizutragen und deren Akzeptanz zu erhöhen. Laut dem im Frühjahr 2016 vorgelegten Fünf-Jahresplan soll der Anbau insektenresistenter Baumwoll- und Maissorten in den kommenden Jahren stark ausgeweitet werden. Dabei könnte Mais auch als Futtermittel oder für industrielle Anwendungen dienen. Gentechnisch veränderter Reis und Weizen für die menschliche Ernährung sollen in den kommenden Jahren weiter erforscht werden, ihre Einführung als Lebensmittel wird in dem Fünf-Jahresplan wohl mit Rücksicht auf die laufenden Diskussionen noch nicht angekündigt.

Quellen: Jie Mao et al. 2016, [A 52-week safety study in cynomolgus macaques for genetically modified rice expressing Cry1Ab/1Ac protein](#), Food and Chemical Toxicology 95:1–1; [China to greatly expand GM crops](#), DW.com, 14.04.2016

Konsumenten -Nutzen

Erste kommerzielle Ernte der nicht-bräunenden Arctic® Apples in den USA

Zwanzig Jahre dauerte es von den ersten Anfängen bis zu diesem Moment: im Oktober 2016 gab das kanadische Unternehmen «Okanagan Specialty Fruit» bekannt, die erste Ernte ihrer Biotech-Apfelsorte Arctic® Golden für den Markt abgeschlossen zu haben. Dabei wurden etwa 50 Kisten (20'000kg) gepflückt. In Arctic-Äpfeln wurde das Enzym, das zu der bräunlichen Verfärbung an Schnittflächen beiträgt (Polyphenoloxydase), ausgeschaltet. So werden frisch geschnittene oder angebissene Äpfel nicht mehr

in wenigen Minuten unansehnlich – was bisher oft dazu führte, dass die Früchte statt im Mund im Abfall landen. Auch müssen Schnittfrüchte für eine kommerzielle Weiterverarbeitung, z. B. für Fruchtsalate, nicht mehr behandelt werden um die Verfärbung zu bremsen. So wird die Verschwendung von Nahrungsmitteln verhindert und der volle Apfelgeschmack besser bewahrt.

Die jetzt geernteten Äpfel stammen von Apfel-Plantagen im US-Bundesstaat Washington, und sollen Anfang 2017 in nordamerikanischen Testmärkten verkauft werden. 2016 wurden 70'000 Arctic® Golden und Arctic® Granny-Bäume gepflanzt, für 2017 und 2018 sollen weitere 800'000 Bäume gesetzt werden. Zusammen werden diese jährlich etwa 13 Millionen kg Äpfel produzieren.

Die bisher verfügbaren nichtbräunenden Arctic Golden- und Granny-Sorten wurden sowohl von den kanadischen als auch von den US-amerikanischen Landwirtschafts- und Gesundheitsbehörden zum Anbau und als Lebensmittel zugelassen. Anfang Oktober 2016 hat das US Landwirtschaftsministerium die Anbauzulassung für ein weiteres Mitglied der Arctic-Familie, die beliebte Fuji-Sorte, erteilt.

Ein grosser Vorteil der Verwendung biotechnologischer Verfahren bei der Entwicklung neuer Apfelsorten besteht darin, dass gut etablierte und bei den Konsumenten beliebte Apfelsorten mit neuen Eigenschaften ausgestattet werden können. Mit klassischer Kreuzungszüchtung ist das unmöglich, da dabei sämtliche Eigenschaften der Elternsorten durcheinandergemischt werden und so die klar definierten Sorteneigenschaften verloren gehen. Auch können mit klassischer Züchtung nur bereits in der Natur vorhandene Eigenschaften neu kombiniert werden, ganz neuartige Eigenschaften können damit nicht erzielt werden. Die nicht-bräunenden Arctic-Äpfel bieten einen unmittelbar erfahrbaren Konsumenten-Nutzen, und heben sich damit von den bisher hauptsächlich verwendeten gentechnisch veränderten Nutzpflanzen ab, die aufgrund verbesserter agronomischer Eigenschaften vor allem für die Landwirte Vorteile bieten.

Quellen: [First Ever Commercial Harvest of Okanagan Specialty Fruits' Arctic® Golden Apples Completed](#), Intrexon media release, 03.10.2016; [Petition to Extend Determination of Nonregulated Status to Non-Browning Apple](#), United States Department of Agriculture Animal and Plant Health Inspection Service, 23.09.2016

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](#) 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