

Koexistenz bei Mais



Test-Maissorte zur Bestimmung der Auskreuzungsrate. Gelbe Körner zeigen Fremdbestäubung an.

© ETH Zürich; Photo: Michael Bannert

Feldversuche zum Pollenflug unter realistischen Bedingungen

Im Vergleich zu den USA, wo gentechnisch veränderte Sorten bereits auf 61% der Maisanbaufläche wachsen (siehe [POINT Juli 2006](#)), steckt der Anbau von Gentech-Mais in Europa noch in den Kinderschuhen. Neben dem in einigen Ländern bereits expandierenden kommerziellen Anbau steht hier oft noch das Sammeln von Informationen im Vordergrund, um geeignete Anbaubedingungen für ein Miteinander von konventionellen und GVO-Sorten (Koexistenz) zu definieren. Hierbei spielen die Resultate von Feldversuchen, welche unter praktischen Anbaubedingungen gewonnen werden, eine besondere Rolle. In den letzten Wochen wurden hierzu einige wichtige Resultate veröffentlicht.

Im Rahmen seiner Doktorarbeit am Institut für Pflanzenwissenschaften der ETH Zürich (Gruppe Prof. Peter Stamp) beschäftigte sich Michael Bannert mit Untersuchungen zum Pollenflug bei Mais, speziell unter den alpinen Verhältnissen der Schweizer Landwirtschaft. Hierfür wurde ein genetischer Trick verwendet, der ermöglichte die Übertragung transgenen Maispollens auf benachbarte Maisfelder zu simulieren, ohne dabei gentechnisch veränderte Sorten einzusetzen. Eine spezielle, weisskörnige Maissorte wurde dabei als Pollen-Empfänger eingesetzt. Wird sie durch Pollen von einer der üblichen, gelb-körnigen Sorten befruchtet, bilden sich gelbe Körner – ihre Anzahl lässt so unmittelbar Rückschlüsse auf eine Fremdbestäubung durch Pollenflug vom Nachbarfeld zu.

Feldversuche im hügeligen Schweizer Mittelland im Kanton Zürich mit unmittelbar benachbarten Feldern zeigten, dass innerhalb der ersten Meter eines Testfeldes mit weissem Mais der Polleneintrag vom danebenliegenden Feld deutlich nachweisbar war, aber mit zunehmendem Abstand rasch zurückging. Ab einem Abstand von 15 m lag er an praktisch allen ausgewerteten Messpunkten unter 0.9%. Vor allem auf kurze Entfernung zeigte sich ein klarer Effekt der Windrichtung sowie des Blüte-Zeitpunktes: unterscheiden sich die Blütezeiten der beiden Felder um mehr als einige Tage, geht die Rate der Fremdbestäubung deutlich zurück.

Versuche im Urner Reusstal, einem tief eingeschnittenen Alpental mit gleichmässigen Windverhältnissen, sollten Aufschluss über Pollenflug über grosse Distanzen bringen. Hierbei wurden 13 Testfelder mit Abständen zwischen 55 m und 4,4 km zum nächsten gelbkörnigen Maisfeld betrachtet. Die Felder entsprachen dabei in Grösse und Abstand den üblichen Verhältnissen bei Maisfeldern in dieser Anbauregion. Unmittelbar am Rand des Testfeldes mit dem geringsten Abstand, welches zudem in der Haupt-Windrichtung lag, wurden einzelne Messpunkte mit bis zu 1.2% Fremdbestäubung beobachtet; bezogen auf das ganze Feld lag der Anteil allerdings unter 0.01%. Obwohl mit der äusserst empfindlichen Nachweis-Methode belegt werden konnte, dass einzelne Pollen noch in mehreren hundert Metern Entfernung Maisblüten bestäuben können, lag der höchste beobachtete Kreuzbestäubungs-Wert in diesen Versuchen unter realistischen Anbaubedingungen mit 0.016% für das Gesamtfeld weit unter dem Kennzeichnungs-Grenzwert von 0.9% für unbeabsichtigte GVO-Beimischungen.

Auch aus Spanien, wo in den letzten Jahren über 50.000 ha Bt-Mais ange-

baut wurden (mehr als 10% der Maisanbaufläche), liegen neue Resultate zur Koexistenz vor (Messeguer et al 2006). In zwei flachen, windigen Anbauregionen mit ineinander verschachtelten kleinen Feldern (Durchschnitt: 2 ha) mit einem hohen Anteil von Bt-Mais wurde im Jahr 2004 die Fremdbestäubung in 16 konventionellen Maisfeldern durch gentechnisch veränderten Pollen bestimmt. Da der hier angebaute Mais zu Tierfutter verarbeitet wird und Bt-Mais gleich gut wie konventioneller Mais abgesetzt werden kann, wurden von den Bauern keine Anbauregeln zur Verringerung einer Kreuz-Bestäubung angewendet.

Von den 16 untersuchten Feldern wiesen 13 einen GVO-Eintrag von deutlich unter 0.9% auf (bezogen auf das Gesamtfeld), obwohl sie zum Teil Seite an Seite mit Bt-Maisfeldern lagen. Drei Felder wiesen Werte über diesem Grenzwert auf; zwei davon waren auf mehreren Seiten von Bt-Maisfeldern umgeben. Auch hier zeigte sich eine starke Abhängigkeit vom Abstand; der GVO-Eintrag ging mit steigendem Abstand deutlich zurück und war an den Feldrändern am höchsten (bei einem Feld war eine Vermischung des Saatguts mit einer Bt-Sorte wahrscheinlich). Eine Überschneidung der Blütezeitpunkte war eine wichtige Determinante für die Wahrscheinlichkeit einer Pollen-Übertragung; lagen diese um mehr als zehn Tage auseinander, war eine Kreuz-Bestäubung unwahrscheinlich. Basierend auf ihren Daten gehen die Autoren davon aus, dass ein Abstand eines konventionellen Maisfeldes von 10 bis 20 m zum nächsten transgenen Maisfeld auch unter ungünstigen Bedingungen (hoher GVO-Flächenanteil, gleichzeitige Blüte) ausreichen sollte, um eine Fremdbefruchtung von unter 0.9% sicherzustellen – höhere Abstände, ein geringerer GVO-Flächenanteil und gestaffelte Blütezeitpunkte könnten eine Kreuzbestäubung noch deutlich weiter reduzieren.

Diese neuen Resultate stimmen sehr gut mit zahlreichen früheren Untersuchungen überein, die zeigen dass ein massvoller Sicherheitsabstand bei Mais in der Regel ausreicht, um Pollen-Übertragungen unter die Kennzeichnungs-limite von 0.9% zu senken. In Deutschland sieht die beim Anbau von Bt-Mais durch die Saatgutfirma vorgeschriebene "Gute fachliche Anbaupraxis" einen mit konventionellem Mais bepflanzten Trennstreifen von 20 m zwischen Gentech- und konventionellen Sorten vor, der bei der Ernte dem GVO-Erntegut zugeschlagen wird.

Etwas quer in der Landschaft stehen kürzlich vom bayerischen Staatsminister Josef Miller vorgetragene Resultate des Bt-Mais-Erprobungsanbaus 2005 in Bayern. Hier wurden, im Gegensatz zu eigenen Resultaten vom Vorjahr, wesentlich höhere Raten für die Fremdbestäubung beobachtet. Für einen Standort wurde für einen Abstand von 50 m zwischen Bt- und konventionellem Mais eine Einkreuzungs-Rate in Hauptwindrichtung von 1.5% gefunden, wenn die Abstandsfläche mit Mais bewachsen war, und sogar von 3.4% mit Weidelgras als Abstandshalter; erst bei 75 m Abstand wurde hier der Grenzwert von 0.9% unterschritten. Miller nahm dies zum Anlass, einen Anbauabstand von 150 Metern zu fordern. Eine Bewertung dieser Resultate und von Millers Forderung wird allerdings erst möglich sein, wenn sie mit allen Details der Versuchsdurchführung veröffentlicht werden, und so die Diskrepanzen möglicherweise erklärt werden können.

Quellen: Michael Bannert 2006, "[Simulation of transgenic pollen dispersal by use of different grain colour maize](#)", Dissertation No. 16508, ETH Zürich; www.agrisite.de, Website von Michael Bannert mit ausführlichen Informationen zu den Feldversuchen in der Schweiz sowie zu Maisanbau, Pollenflug und Koexistenz; Joaquina Messeguer et al 2006, "[Pollen-mediated gene flow in maize in real situations of coexistence](#)" Plant Biotechnology Journal (Online early edition 21.7.06); "[Koexistenz-Studien Mais. Ziel: Abstandsempfehlungen](#)",

www.biosicherheit.de; "[Bericht zum Erprobungsanbau Bayern 2005](#)"; Rede des bayerischen Staatsministers Josef Miller, 28.6.06.

Pflanzen als Pharma- Fabriken

Neuer Geschwindigkeitsrekord bei der Produktion von monoklonalen Antikörpern

Monoklonale Antikörper (mAb) sind Eiweisse, welche ganz spezifisch an bestimmte Substanzen im Körper andocken können und bei der Behandlung einer wachsenden Zahl von menschlichen Erkrankungen eine wichtige Rolle spielen. Ein Nachteil: ihre Produktion, welche bislang in Kulturen tierischer Zellen erfolgt, ist sehr teuer. Die Kosten einer mAb-Therapie kann 20'000 US\$ pro Jahr schnell übersteigen, was die Einsatzmöglichkeiten deutlich einschränkt. Daher wird intensiv nach alternativen Herstellungsmethoden für mAb gesucht. Eine Produktion in Pflanzen ist prinzipiell möglich und wäre deutlich kostengünstiger, allerdings waren die Ausbeuten bisher recht gering.

Forscher der Firma Icon Genetics aus Halle (Deutschland) haben nun ein neuartiges Verfahren entwickelt, mit dem innerhalb kurzer Zeit grosse Mengen von mAb aus Tabak-Pflanzen gewonnen werden können. Bereits zuvor konnten sie zeigen, dass Pflanzen als wirksame Produktionsstätten für verschiedene Proteine eingesetzt werden können wenn sie mit einem Pflanzen-Virus, dem die entsprechenden Erbinformation eingebaut wurde, infiziert werden. Monoklonale Antikörper sind Proteine welche aus zwei unterschiedlichen Eiweissketten zusammengesetzt sind, welche separat produziert werden müssen. Versuche, die genetische Information für beide Ketten separat durch Varianten des gleichen Virus (Tabak-Mosaikvirus, TMV) in die Pflanzenzellen einzubringen waren wenig erfolgreich – die infizierten Zellen produzierten bevorzugt die eine oder die andere Antikörper-Kette, aber nicht wie erforderlich beide zugleich. Möglicherweise entwickelte sich in den infizierten Zellen eine Art Konkurrenz, in der entweder die eine oder die andere Virusvariante rasch überhand nahm und so eine gleichzeitige Produktion der beiden erforderlichen mAb-Komponenten verhinderte.

Dieses Problem konnte umgangen werden, indem die Informationen für die beiden Ketten zwei verschiedenen Viren eingebaut wurde (TMV und Kartoffelvirus X, PVX) welche zusammen in einer Pflanzenzelle existieren können ohne sich zu konkurrenzieren. Kurz nach der gleichzeitigen Infektion von Tabakpflanzen mit beiden Viren, für die das Bodenbakterium *Agrobacterium tumefaciens* als Transportvehikel verwendet wurde, begannen die Tabakpflanzen erhebliche Mengen eines monoklonalen Antikörpers zu produzieren, welcher korrekt aus zwei Ketten zusammengesetzt war. Das beschriebene System wurde erfolgreich zur Herstellung verschiedener mAb eingesetzt. Neben der effizienten Antikörper-Produktion stellt die Geschwindigkeit, mit der die ersten grösseren Mengen hergestellt werden können, einen Durchbruch dar: während in dem beschriebenen transienten Pflanzen-Expressionssystem die Produktion im Gramm-Massstab bereits nach 2-3 Wochen anlief, dauert dies bei traditionellen Verfahren deutlich länger. In tierischen Zellkulturen können vergleichbare Mengen erst in 6-12 Monaten produziert werden, in stabil transformierten transgenen Pflanzen dauert dies mindestens 2 Jahre. Das neue Verfahren hat daher das Potential, die Entwicklung neuer therapeutischer mAb entscheidend zu beschleunigen.

Quellen: Anatoli Giritch et al. 2006, "[Rapid high-yield expression of full-size IgG antibodies in plants coinfecting with noncompeting viral vectors](#)", Proc. Natl. Acad. Sci. USA rapid online

publication, 14.9.06; Andrew Hiatt & Michael Pauly 2006, "[Monoclonal antibodies from plants: A new speed record \(commentary\)](#)", Proc. Natl. Acad. Sci. USA rapid online publication, 25.9.06; "[Icon Genetics and Bayer CropScience publish milestone paper about the production of antibodies in plants](#)", Icon Genetics press release, 15.9.06

Nutzen für Konsumenten

Neue Sojasorten ermöglichen Lebensmittel mit weniger trans-Fettsäuren

Trans-Fettsäuren sind in den letzten Jahren vermehrt ins Gerede gekommen. Sie kommen in verschiedenen Lebensmitteln vor, und begünstigen die Entstehung von Herz-Kreislaferkrankungen. Neben geringen, in manchen Fleisch- und Milchprodukten enthaltenen Mengen stellen industriell teilweise gehärtete Fette eine mögliche Quelle in der Ernährung dar. In den USA muss daher seit Beginn dieses Jahres der Gehalt an trans-Fettsäuren bei Lebensmitteln deklariert werden, in Dänemark wurden Höchstwerte für Nahrungsmittel festgelegt. Neue Sojasorten ermöglichen nun die Produktion von Lebensmitteln mit weniger trans-Fettsäuren.

Sojaöl ist ein wertvoller Bestandteil vieler Lebensmittel. Sein natürlicher Gehalt an Linolensäure ist allerdings problematisch – er führt dazu, das Sojaöl rasch ranzig wird, und damit hergestellte Lebensmittel nicht lange haltbar sind. Eine teilweise Härtung des Sojaöls behebt dieses Problem, wandelt aber zugleich Linolensäure zu unerwünschten Trans-Fettsäuren um. Dieses Problem haben US-Pflanzenzüchter durch die Entwicklung neuer Sojasorten mit niedrigem Linolensäuregehalt angegangen, die inzwischen von Monsanto (Vistive™) und von Pioneer (TREUS™) angeboten werden und bei deren Verarbeitung weniger trans-Fettsäuren entstehen. Diese Pflanzen wurden durch klassische Kreuzungen in Kombination mit High-tech Selektionsverfahren, also ohne gentechnische Veränderung, gezüchtet. Da mittlerweile aber 89% des US-Sojaanbaus mit gentechnisch veränderten, herbizidtoleranten Sorten erfolgt, wurden die neuen Sojasorten ebenfalls mit dieser Eigenschaft ausgestattet. Das daraus gewonnene Öl gilt daher als GVO-Produkt, und müsste in Europa bei einer Verwendung als Lebensmittel entsprechend gekennzeichnet werden. Da die meisten Lebensmittel-Geschäfte derartige Produkte aber nicht in ihr Sortiment nehmen, müssen Konsumenten in der Schweiz und der EU auf Produkte mit diesem gesünderen Sojaöl gegenwärtig noch verzichten.

Quellen: "[DuPont and Bunge Broaden Soy Collaboration to Include Industrial Applications and Biofuels](#)", Bunge / Du Pont press release, 29.8.06; "[VISTIVE Low-Linolenic Soybeans](#)", Monsanto product information website; "[Pioneer® brand low linolenic soybean varieties used to produce TREUS™ brand low linolenic soybean oil](#)", Pioneer product information website

LLRice601

Gesundheits- oder Wirtschaftsrisiko?

Im August wurde bekannt, dass US-amerikanischer Langkornreis teilweise Spuren der unbewilligten, gentechnisch veränderten Reissorte LL601 enthält. In mehreren europäischen Ländern, auch in der Schweiz, wurden in Importreis geringe Mengen von LL601 entdeckt. Verdächtige Lieferungen wurden sofort gestoppt, möglicherweise betroffenen Produkte aus den Regalen der Grossverteiler entfernt.

Noch ist unklar, wie die herbizidtolerante Reissorte, deren Entwicklung 2001 eingestellt wurde und deren kommerzieller Anbau nicht geplant war, in Saatgut für US-Langkornreis gelangen konnte. Das in dieser Reissorte enthaltene Gen PAT, welches Resistenz gegen ein Herbizid verleiht, ist auch in

zahlreichen anderen in vielen Ländern (z. T. auch in der Schweiz) als Lebensmittel zugelassenen GVO-Pflanzen enthalten. Die Aufsichtsbehörden gehen daher nicht von einer direkten Gesundheitsgefahr aus – der Verkauf möglicherweise betroffener Produkte ist trotzdem nicht gestattet, da die Reissorte nicht die erforderliche strenge Prüfung durchlaufen hat und die für eine Bewertung vorliegenden Daten noch unvollständig sind.

Die Auswirkungen der Vermischung mit LL601 sind daher momentan vor allem wirtschaftlicher Natur, und haben trotz der gefundenen winzigen Mengen (6 Körner pro 10'000) bereits enorme Kosten (Analysen, Produkt-Rücknahmen etc.) verursacht. Die Behörden stehen hier vor einer schwierigen Situation – eine Toleranz für nicht zugelassene GVO-Produkte wäre nur dann möglich, wenn diese eine vollständige Sicherheitsbeurteilung durchlaufen haben, was momentan aufgrund unvollständiger Daten noch nicht der Fall ist. Und so stellt sich die Frage, wie mit tausenden von Tonnen von Reis verfahren werden soll, dessen Verzehr allem Ermessen nach keine nachteiligen Folgen hätte. Da Analysemethoden immer empfindlicher werden und GVO-Pflanzen weltweit immer verbreiteter eingesetzt werden, wird sich diese Frage in Zukunft wohl öfters stellen.

Quellen: ["Fragen und Antworten zum gentechnisch veränderten Reis LLRice 601"](#), Website Bundesamt für Gesundheit BAG, Bern; ["Statement of the Scientific Panel on Genetically Modified Organisms in response to the request of the European Commission on inadvertent presence of genetically modified rice LLRICE601"](#), EFSA, 15. 9. 2006; ["GM rice situation reviewed at the Standing Committee on the Food Chain and Animal Health"](#), EU press release, 12.9.06; ["Gene-Altered Profit-Killer - A Slight Taint of Biotech Rice Puts Farmers' Overseas Sales in Peril"](#), Washington Post, 21.9.06

Tagungs- ankündigung

Pflanzenbiotechnologie in der Schweiz — Ein Jahr nach der Gentechfrei-Initiative

Im November jährt sich die Annahme der Gentechfrei-Volksinitiative – seit diesem Zeitpunkt ist der kommerzielle Anbau von GVO-Pflanzen in der Schweiz (für den allerdings noch keine Anträge vorlagen) grundsätzlich für fünf Jahre verboten. Eine durch das Zürich-Basel "Plant Science Center" PSC veranstaltete Fachtagung an der ETH Zürich am 3. November 2006 untersucht die Auswirkungen des Moratoriums auf die Schweizer Pflanzenforschung. Neben einer Standortbestimmung der einheimischen Biotech-Forschung werden Koexistenz, rechtliche Aspekte sowie das neue Nationale Forschungsprogramm NFP59 "Nutzen und Risiken der Freisetzung gentechnisch veränderter Pflanzen" wichtige Schwerpunkte bei den Tagungsthemen sein. Detailinformationen sind auf der Website des PSC unter http://www.plantscience.unizh.ch/events/2006_11_03 erhältlich.

Kontakt

Wir freuen uns auf Ihre Fragen und Anregungen!

InterNutrition, Postfach, CH-8035 Zürich

Telefon: 043 255 2060

Fax: 043 255 2061

Homepage: <http://www.internutrition.ch>, e-mail: info@internutrition.ch

Text: Jan Lucht