

InterNutrition POINT

Aktuelles zur grünen Biotechnologie

Nr. 120
November 2011

Inhalt

<i>Bt-Baumwolle: Insektenresistente Sorten verbessern Nachhaltigkeit der Baumwoll-Produktion in Burkina Faso</i>	<i>S. 1</i>
<i>Pharming: Reis statt Blutplasma als Quelle für Serumalbumin</i>	<i>S. 2</i>
<i>Kraut- und Knollenfäule: BASF reicht europäischen Zulassungsantrag für phytophthora-resistente Kartoffelsorte "Fortuna" ein.....</i>	<i>S. 3</i>
<i>Pflanzen-Biotechnologie: Aufwand und Kosten für die Entwicklung von neuen Eigenschaften.....</i>	<i>S. 4</i>
<i>NFP59: Gentechnisch veränderte pilzresistente Weizenpflanzen im Wettbewerb.....</i>	<i>S. 4</i>
<i>NFP59: Geringe Auswirkungen von Bt-Mais auf den Boden.....</i>	<i>S. 5</i>

Bt-Baumwolle



Baumwollernte in Burkina Faso

Photo: [Jonathan Dueck / flickr.com](#)

Insektenresistente Sorten verbessern Nachhaltigkeit bei der Baumwoll-Produktion in Burkina Faso

Der Anbau von Baumwolle stellt eine tragende wirtschaftliche Säule für das westafrikanische Land Burkina Faso dar. In ländlichen Gebieten liefert er etwa 60% der Haushaltseinkommen, vor allem für arme Kleinbauern mit geringem Landbesitz. Ein Grossteil der Ernte wird exportiert und bringt dem Land dringend benötigte Devisen.

Ernteverluste durch Insektenfrass sind das Hauptproblem bei dem sehr anspruchsvollen Baumwollanbau. Empfohlen werden im konventionellen Anbau sechs Anwendungen von Insektiziden. Allerdings können sich nicht alle Landwirte Insektizide leisten, auch verfügen diese nur über eine teilweise Wirksamkeit. So gehen in Burkina Faso regelmässig etwa 24% der Ernte verloren, in manchen Regionen bis zu 70%. Angesichts der Ineffizienz herkömmlicher Methoden zur Schädlingsbekämpfung wurden ab 2001 die Weichen gestellt, um auch in Burkina Faso die Wirksamkeit von transgenen, insektenresistenten Bt-Baumwollsorten zu evaluieren. Diese hatten sich zuvor schon in anderen Ländern bewährt. Die seit 2003 durchgeführten Feldversuche erwiesen sich als sehr vielversprechend, und so wurde Bt-Baumwolle im Jahr 2008 zum Anbau freigegeben. Innerhalb kurzer Zeit setzten sich die Biotech-Sorten bei den Landwirten durch. 2010 wurden die neuen Sorten auf 260'000 ha angebaut und erreichten einen Flächenanteil von 65%. Etwa 80'000 Baumwollbauern nutzen mittlerweile die Technologie, und haben umfangreiche Erfahrungen gesammelt.

Ein Forscherteam aus den USA und Burkina Faso hat jetzt die Auswirkungen des Bt-Baumwollanbaus in Burkina Faso in den letzten Jahren zusammengestellt. Sie kommen zum Schluss, dass Bt-Baumwolle einen deutlichen Beitrag zur Verbesserung der Nachhaltigkeit leistet.

Da die Schädlingsresistenz von Bt-Baumwolle spezifisch nur gegen bestimmte Falterarten und deren Raupen gerichtet ist, kann nicht völlig auf Pflanzenschutzmittel verzichtet werden. Die Anzahl der Insektizid-Behandlungen konnte jedoch von sechs auf zwei reduziert werden, bei

gleichzeitig wesentlich verbesserter Effizienz der Schädlingskontrolle. Dies führte neben einer verringerten Arbeitsbelastung auch zu finanziellen Einsparungen. Da die Preise für das Bt-Saatgut aber höher lagen als für konventionelle Sorten, ergab sich für die Produktionskosten pro Hektar kaum ein Unterschied, wenn Landwirte auf Bt-Sorten umstellten.

Ein wichtiger ökonomischer Unterschied zeigte sich jedoch, wenn die Flächenerträge verglichen wurden: Bt-Baumwolle ermöglichte bei den untersuchten Bauern Ertragssteigerungen von durchschnittlich 21.3%. Daraus ergab sich für die Landwirte eine Einkommenssteigerung von 61.88 US\$ pro Hektar. Das Durchschnittseinkommen einer typischen Kleinbauern-Familie stieg so um etwa 20% - ein wichtiger Beitrag im Kampf gegen die Armut.

Quellen: Jeffrey Vitale et al. 2011, "[Enhancing Sustainability of Cotton Production Systems in West Africa: A Summary of Empirical Evidence from Burkina Faso](#)", Sustainability 2011, 3:1136-1169; Jeffrey Vitale et al. 2010, "[The Commercial Application of GMO Crops in Africa: Burkina Faso's Decade of Experience with Bt Cotton](#)", AgBioForum 13: 320-332; "[Biotech Facts & Trends: Burkina Faso](#)", www.isaaa.org

Pharming

Reis statt Blutplasma als Quelle für Serumalbumin

Serumalbumin ist ein wichtiges Bluteiweiss. Es wird therapeutisch z. B. bei der Behandlung von grossflächigen Verbrennungen und Schockzuständen eingesetzt, sowie bei schweren Erkrankungen der Leber. Auch für die Herstellung von Impfstoffen und Pharma-Wirkstoffen wird es benötigt. Der jährliche Weltbedarf liegt bei etwa 500 Tonnen. Gewonnen wird menschliches Serumalbumin vor allem aus gespendetem Blut, das nur in begrenztem Umfang zur Verfügung steht. Auch besteht bei dieser Quelle die Möglichkeit einer Übertragung von Viren, z. B. Hepatitis und HIV. Forscher suchen daher schon länger nach einem alternativen Produktionsverfahren für Serumalbumin, z. B. in Mikroorganismen oder gentechnisch veränderten Tieren. Die bisher etablierten Methoden sind jedoch aufwendig und teuer, und wären nicht in der Lage Serumalbumin in grossen Mengen zu vertretbaren Preisen zur Verfügung zu stellen.

Chinesische Forscher haben nun ein Verfahren entwickelt, mit dem menschliches Serumalbumin in Reiskörnern produziert werden kann. Den Reispflanzen wurde hierzu ein künstliches Gen eingepflanzt, welches für die Ablesung in Pflanzen optimiert wurde und diese veranlasst, ein zum menschlichen Serumalbumin identisches Eiweiss in den Samen zu produzieren. Aus einem Kilogramm Reiskörnern konnten die Forscher mit einem einfachen Reinigungsverfahren 2.75 g Albumin gewinnen – wesentlich mehr, als für eine kosteneffiziente Produktion des Eiweisses in Pflanzen erforderlich wäre. Verschiedene Analyseverfahren zeigten, dass das Serumalbumin aus Reis dem menschlichen Eiweiss tatsächlich entsprach. Auch verschiedene funktionelle Tests im Reagenzglas, in Zellkulturen und mit Versuchstieren zeigten die Gleichwertigkeit des menschlichen Albumins aus Reis.

Die chinesischen Forscher äusserten sich zuversichtlich, dass mit Hilfe des von ihnen entwickelten Produktionsverfahrens menschliches Serumalbumin kostengünstig und in grossen Mengen hergestellt werden kann. Zwar wäre Serumalbumin als körpereigenes Eiweiss unproblematisch, falls es einmal in die Nahrungskette gelangen sollte. Eine unerwünschte Verbreitung der gentechnisch eingeführten Eigenschaft auf Reispflanzen, die für die Ernährung gedacht seien, liesse sich aber leicht unterbinden, da Reis ein fast ausschliesslicher Selbstbestäuber sei. Selbst zwischen unmittelbar benachbarten Pflanzen liege der durch Fremdbestäubung ausgelöste Genfluss

deutlich unter 1%, mit einem moderaten Sicherheitsabstand liesse er sich praktisch auf Null reduzieren.

Quellen: Yang He et al. 2011, "[Large-scale production of functional human serum albumin from transgenic rice seeds](#)", Proc. Natl. Acad. Sci. USA, online 31. 10. 2011, DOI: [10.1073/pnas.1109736108](#); "[Albumin aus Reis als Alternative zu Blutplasma](#)", [schweizerbauer.ch](#), 1. 11. 2011

Kraut- und Knollenfäule

BASF reicht europäischen Zulassungsantrag für phytophthora-resistente Kartoffelsorte "Fortuna" ein

Die Vorbeugung und Bekämpfung der durch den Erreger *Phytophthora infestans* hervorgerufenen Kraut- und Knollenfäule verursacht einen erheblichen Arbeits- und Kostenaufwand beim Kartoffelanbau. In der Schweiz sind durchschnittlich acht Fungizidbehandlungen jährlich erforderlich, im europäischen Ausland z. T. noch deutlich mehr. Im Bio-Landbau werden Spritzmittel auf Kupferbasis eingesetzt.

Klassische Züchtungen phytophthora-resistenter Sorten sind sehr zeitaufwendig und waren bisher wenig erfolgreich, da sich der Krankheitserreger rasch an die neuen Resistenzen anpasste. Dauerhaftere Resistenzgene, z. B. aus der südamerikanischen Wildkartoffel *Solanum bulbocastanum*, können in der klassischen Züchtung nur unter grossem Aufwand eingesetzt werden, da die Wildkartoffeln nicht direkt mit unseren Kulturkartoffeln kreuzbar sind. Mit Hilfe der Gentechnik lassen sich Resistenzgene innerhalb nur einer Generation auch über Artgrenzen hinweg übertragen. Hierbei können gut charakterisierte und agronomisch optimal angepasste Empfängersorten verwendet werden. Bis auf die neu zugefügten Resistenzen ändern sich die Eigenschaften der Empfängersorte nicht. Verschiedene Forschergruppen konnten zeigen, dass transgene Kartoffeln mit Resistenzgenen aus Wildsorten tatsächlich eine erhöhte Resistenz gegen die Kraut- und Knollenfäule aufweisen.

Im Jahr 2003 begann die Firma BASF Plant Science mit der Entwicklung phytophthora-resistenter Kartoffeln. Dabei wurden zwei unabhängige Resistenzgene aus der südamerikanischen Wildkartoffel in die gut etablierte, auch in der Schweiz verbreitete angebaute Sorte Agria überführt. Die entstehenden transgenen Pflanzen (Sortenbezeichnung "Fortuna") stellten sich als vollständig resistent gegen alle bisher getesteten Phytophthora-Rassen heraus, sie werden auch seit 2006 erfolgreich in mehreren europäischen Ländern in Freilandversuchen auf ihre agronomischen Eigenschaften geprüft. Die Verwendung von zwei Resistenzgenen zugleich sollte ein Durchbrechen der Resistenz deutlich erschweren.

Nach Optimierung der Sorte und nach jahrelangen Feldversuchen hat BASF Plant Science Ende Oktober 2011 den europäischen Zulassungsantrag für einen Anbau in der EU eingereicht. Die Firma hält eine Markteinführung im Zeitraum 2014/15 für möglich – allerdings zeigt die Erfahrung, dass der Ablauf des Zulassungsverfahrens oft stark politisch beeinflusst wird, und daher schwer genau vorhergesagt werden kann. Die Sorte Fortuna wird durch eine deutliche Reduktion der erforderlichen Spritzbehandlungen erhebliche Arbeits- und Kosten-Einsparungen bei der Vorbeugung gegen Pilzinfektionen ermöglichen, und damit den Landwirten entscheidende Vorteile bieten.

Quellen: "[BASF stellt europäischen Zulassungsantrag für krankheitsresistente Speisekartoffel Fortuna](#)", BASF media release, 31. 10. 2011; "[Kartoffeln schützen sich selbst](#)" mit [Video](#), Website Schaugarten Üplingen [www.schaugarten-ueplingen.de](#)

Pflanzen-Bio- technologie

Aufwand und Kosten für die Entwicklung von neuen Eigenschaften

Über 15 Millionen Landwirte weltweit setzten Biotech-Nutzpflanzen ein und profitieren davon. Hinter dem stetig wachsenden Angebot an Pflanzensorten und neuen Eigenschaften steht ein gewaltiger Aufwand bei den Saatgutherstellern, um neue Eigenschaften zu entdecken, zur Marktreife zu entwickeln und zuzulassen. Eine aktuelle Studie mit Daten der sechs grössten Biotech-Saatgutfirmen gibt nun einen Eindruck hiervon.

Von der ersten Idee über die Forschungs- und Entwicklungsphase, Treibhausexperimente, umfangreiche Feldversuche, die Erfüllung regulatorischer Sicherheits-Auflagen und schliesslich die Zusammenstellung der Zulassungsdossiers kostet eine neue Biotech-Pflanzeigenschaft gegenwärtig etwa 136 Millionen US\$. Etwa ein Viertel davon entfallen auf die Entdeckungsphase, in der gegenwärtig etwa 6000 Kandidatengene oder neue Eigenschaften geprüft werden um ein einziges marktreifes Produkt zu entwickeln. Ein weiteres Viertel der Kosten fällt bei den Zulassungstests und der Zusammenstellung der Zulassungsunterlagen an. Etwa die Hälfte der Gesamtkosten entfällt auf die Entwicklungskosten – also die Umsetzung von der Entdeckung, mit der eine neue Eigenschaft erzielt werden kann, bis zum gebrauchsfähigen Produkt.

Der Zeitraum von der ersten Entdeckung bis zum fertigen, zugelassenen Produkt beträgt gegenwärtig etwa 13 Jahre. Fünfeinhalb Jahre davon werden alleine für die Zulassung benötigt, wobei diese Zeitdauer tendenziell eher noch zunimmt. Für die Forschungs- und Entwicklungsphase dagegen zeichnet sich in den letzten Jahren eine Beschleunigung ab, da die zunehmende Erfahrung diese Abläufe effizienter macht.

Quellen: Phillips McDougall 2011, "[The cost and time involved in the discovery, development and authorisation of a new plant biotechnology derived trait](#)", Consultancy Study for Crop Life International; "[Getting a Biotech Crop to Market](#)", www.croplife.org, September 2011

NFP59

Gentechnisch veränderte pilzresistente Weizenpflanzen im Wettbewerb

In der Natur stehen Lebewesen im Wettbewerb nicht nur mit anderen Arten, sondern auch mit identischen und nahe verwandten Individuen ihrer eigenen Art. Oft bewirken feine Unterschiede, dass einzelne Individuen bei der Vermehrung erfolgreicher sind als andere. Über mehrere Generationen kann es so zu einer Verschiebung der Zusammensetzung der Population kommen. Um solche Unterschiede zu erfassen, haben Forscher der Universität Zürich aus der Gruppe von Prof. Bernhard Schmid Versuche mit gentechnisch veränderten Weizenlinien mit Pilzresistenzgenen gemacht. Diese fanden im Rahmen der Feldversuche mit gentechnisch veränderten Weizenpflanzen des Nationalen Forschungsprogramms NFP59 statt. Untersucht wurden transgene Weizenlinien mit spezifischen (*Pm3b* aus Weizen) und unspezifischen (*Chitinase*, *Glucanase*) Resistenzgenen, sowie nicht gentechnisch veränderte Kontrollpflanzen.

Der spezielle Ansatz dieser Arbeit lag in der Verwendung von sogenannten Phytometer-Pflanzen. Diese Weizenpflanzen insgesamt 15 verschiedener Linien keimten im Labor unter optimalen Bedingungen, und wurden später ins Freiland überführt – und zwar in kleine Parzellen von Pflanzen der gleichen 15 Linien, die im Freiland ausgesät worden waren. So wurde jede

Phytometer-Pflanzenlinie mit ihresgleichen und den anderen 14 Linien kombiniert, um herauszufinden wie sich die Pflanzen im Wettbewerb gegeneinander behaupten.

Durch Beobachtung des Mehltaubefalls der Phytometer-Pflanzen wurde bestätigt, was zuvor auch in normalen Feldversuchen beobachtet worden war: die transgenen *Pm3b*-Weizenpflanzen, die ein spezifisches Weizen-Resistenzgen verstärkt ausprägten, wiesen in der Tat einen bis zu fünffach reduzierten Pilzbefall im Vergleich zu nicht-transgenen Kontrollpflanzen auf. Da die Ausgangslinie für die transgenen Weizenpflanzen mit unspezifischen Resistenzgenen bereits eine hohe Pilzresistenz aufwies, war hier kaum eine weitere Reduktion des Befalls zu beobachten.

Offensichtlich verursacht die permanente starke Ablesung der *Pm3b*-Pilzresistenzgene aber auch Nachteile für die Pflanzen: unter Wettbewerbsbedingungen war ihre biologische Fitness beeinträchtigt, und zwar umso mehr, je stärker die Genablesung erfolgte. So sank der Ertrag bei der am stärksten beeinträchtigten Linie um über 50%, auch die Zahl der Körner war um knapp die Hälfte reduziert. Die Pflanzenmasse ging um 27% im Vergleich zu Kontrollpflanzen zurück. Auch wenn die pilzresistenteren transgenen Pflanzen im direkten Wettbewerb mit nicht transgenen, anfälligeren Kontrollpflanzen standen, wiesen sie schlechtere Werte für die untersuchten Fitness-Parameter auf. Es wäre also nicht zu erwarten, dass sie in der freien Natur Wachstumsvorteile hätten, die dort zu einer Ausbreitung führen könnten. Grundsätzlich konnte die Mehltaresistenz der Weizenpflanzen durch Einbau eines Resistenzgens tatsächlich gesteigert werden - um agronomisch nützlich zu sein, müsste die Ablesung dieses Gens wohl so optimiert werden, dass die Resistenzeigenschaften zwar erhalten bleiben, die hohen Fitnesskosten aber soweit verringert werden dass sie den Ertrag nicht schmälern.

Quelle: Olena Kalinina et al. 2011, "[Competitive Performance of Transgenic Wheat Resistant to Powdery Mildew](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0028091)", PLoS ONE 6(11): e28091. [doi:10.1371/journal.pone.0028091](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0028091)

NFP59

Geringe Auswirkungen von Bt-Mais auf den Boden

Im Jahr 2009 wurden weltweit 817,000,000 Tonnen Mais produziert – eine gewaltige Menge, die auf 160,000,000 ha angebaut wurde. 29% der Anbaufläche wurde mit gentechnisch veränderten Maissorten bepflanzt, ein Grossteil davon mit insektenresistentem Bt-Mais. Selbst kleine, unerwünschte Auswirkungen könnten bei diesen Grössenordnungen zusammengenommen zum Problem werden. Daher werden mögliche unerwartete Wirkungen von GVO-Pflanzen seit Jahren intensiv untersucht. Im Blickpunkt stehen dabei vor allem Wirkungen auf nicht-Ziel-Organismen, also andere Lebewesen als den Schädlingen die durch Bt-Mais kontrolliert werden sollen, vor allem Wirbeltiere, Insekten und andere Gliederfüsser. Weniger intensiv wurden mögliche Wirkungen auf das sehr komplexe System Boden untersucht, bei dem eine Vielzahl von biologischen und chemisch-physikalischen Prozessen ineinander greifen.

Das Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL hat sich mit insgesamt drei Projekten am NFP59 zu Nutzen und Risiken des Anbaus gentechnisch veränderter Pflanzen beteiligt. Die Resultate von einem dieser Projekte, das Auswirkungen von Bt-Mais auf den Boden untersuchte, wurden kürzlich veröffentlicht.

Acht konventionelle Bt-Maissorten und zwei Bt-Sorten wurden in Klima-

kammern zwei Mal hintereinander in den selben Kübeln ausgesät. Pflanzenmaterial und Bodenproben wurden gründlich untersucht und miteinander verglichen. Dabei wurden Messwerte wie Ertrag, Kohlenstoff- und Fasergehalt, mikrobielle Biomasse und Bodenatmung erhoben. Die Bt-Maissorten zeigten eine etwas grössere Pflanzenmasse und einen höheren Gehalt löslicher Kohlenstoff-Verbindungen in den Blättern. Die untersuchten Bodeneigenschaften wurden zwar von der Pflanzensorte beeinflusst, dabei machte es aber keinen Unterschied ob es sich um konventionelle oder GVO-Sorten handelte. Insgesamt schliessen die Autoren: "Für die untersuchten Parameter waren die Unterschiede zwischen nicht-Bt-Maissorten untereinander ähnlich zu den Unterschieden zwischen Bt- und nicht-Bt-Sorten". Ein Risiko für die Boden-Mikroorganismen durch Bt-Mais wurde in diesen Versuchen nicht beobachtet. Dieser Befund darf natürlich nicht als Beweis der absoluten Unschädlichkeit von Bt-Mais für den Boden interpretiert werden – es ist wissenschaftlich unmöglich, einen derartigen Beweis zu führen, da es immer Bedingungen gibt, die noch nicht untersucht wurden. Allerdings weisen die Studien-Autoren selber darauf hin, dass ihre Resultate mit den meisten früheren Studien zum Einfluss von Bt-Mais auf die bakterielle Biomasse und – Aktivität im Boden übereinstimmen, die mögliche Effekte als vorübergehend und vernachlässigbar einstufen.

Quelle: Andreas Fließbach et al. 2011, "[Effects of conventionally bred and Bacillus thuringiensis \(Bt\) maize varieties on soil microbial biomass and activity](#)", *Biology and Fertility of Soils*, online 14. 10. 2011, DOI: 10.1007/s00374-011-0625-6

Kontakt und Impressum



POINT erscheint monatlich in elektronischer Form auf Deutsch und Französisch. Er fasst aktuelle Meldungen aus Forschung und Anwendung rund um die grüne Biotechnologie zusammen. Für ein kostenloses Abonnement (e-mail) können Sie sich auf unserer Website www.internutrition.ch anmelden, dort steht auch ein [Archiv](#) der vorherigen Ausgaben zur Verfügung. Wir freuen uns auf Ihre Fragen und Anregungen!

Text und Redaktion: [Jan Lucht](#)

InterNutrition, Postfach, CH-8021 Zürich

Telefon: 044 368 17 63

Homepage: www.internutrition.ch, e-mail: info@internutrition.ch

Eine Initiative von

scienceINDUSTRIES
S W I T Z E R L A N D