

## RNAi



**Maiswurzel-Bohrer**  
***Diabrotica virgifera***

Photo Mihaly Czepo /  
©www.biosicherheit.de

### Pflanzenschutz mit Erbgut-Schnipseln

Der Schutz vor Schadinsekten ist eine der wichtigsten Eigenschaften, die Pflanzen mit Hilfe der Gentechnik verliehen werden kann. Bisher wurden hierzu die Erbinformationen für bestimmte Eiweiße, mit denen sich die Pflanzen gegen Insekten wehren können, übertragen. Nun haben Wissenschaftler einen vollkommen neuen Ansatz entwickelt, wie Nutzpflanzen hochspezifisch gegen Schadinsekten resistent gemacht werden können. Hierbei machen sie sich einen biologischen Mechanismus zunutze, mit dem gezielt Gene abgeschaltet werden können, die RNA Interferenz (RNAi).

RNA (Ribonukleinsäure) ist ein wichtiger Botenstoff, der die im Erbgut kodierte Information an den Ort ihrer praktischen Umsetzung, z. B. bei der Synthese eines Eiweißes, transportiert. Kurze, doppelsträngige RNA-Stücke, die von aussen in einen Organismus aufgenommen werden, können die Umsetzung aller RNA mit dem gleichen Informationsgehalt blockieren, auch wenn diese vom Organismus selbst produziert wurden – ein Mechanismus, der sich vermutlich als Schutz gegen die Aktivität fremder Erbinformation, wie es z. B. Viren sind, entwickelt hat.

Monsanto-Forscher (Baum et al. 2007) setzten Maispflanzen ein künstliches Transgen mit einem kurzen Stück Erbinformation des Maiswurzelbohrers (einer Käferart) ein. Wenn Wurzelbohrer von diesem gentechnisch veränderten Mais fressen, nahmen sie auch in den Pflanzen produzierte doppelsträngige RNA auf, die durch RNA Interferenz in den Insekten ein lebenswichtiges Enzym stilllegte und sie dadurch abtötete. Die Maiswurzeln waren dadurch deutlich gegen Insektenfrass geschützt. Mit Fütterungsversuchen konnte gezeigt werden, dass die gleiche Strategie auch gegen Kartoffelkäfer erfolgreich ist.

"Um die Ecke" gedacht haben Forscher von der chinesischen Akademie der Wissenschaften in Shanghai (Mao et al. 2007), um Baumwoll-Pflanzen mit einem ähnlichen RNAi-Ansatz vor dem Kapselbohrer (einer Mottenart) zu schützen. Diese Insekten verfügen in ihrem Verdauungssystem ein Enzym, mit dem sie sich gegen das in Baumwollpflanzen vorkommende giftige Gossypol schützen können. Wenn dieses Enzym durch in transgenen Pflanzen produzierte, insekten-spezifische RNA blockiert wurde, waren die Insekten wesentlich empfindlicher gegen Gossypol – möglicherweise bald ein Ansatz, um Kapselbohrer-resistente Baumwolle zu züchten.

Der grosse Vorteil der hier erstmalig als Schutz gegen Schadinsekten beschriebenen RNAi-Strategie ist ihre grosse Spezifität – sie wirkt nur gegen solche Organismen, deren Erbinformation mit der in den transgenen Pflanzen produzierten doppelsträngigen RNA übereinstimmt. Zudem können mit dieser Methode massgeschneiderte Resistenzen gegen Schädlinge entwickelt werden, die mit anderen Methoden kaum zu kontrollieren sind.

**Quellen:** James A. Baum et al. 2007, "[Control of coleopteran insect pests through RNA interference](#)", Nature Biotechnology 25:1322-1326; Ying-Bo Mao et al. 2007, "[Silencing a cotton bollworm P450 monooxygenase gene by plant-mediated RNAi impairs larval tolerance of gossypol](#)", Nature Biotechnology 25:1307-1313; "[Pflanzenschutz per Gentechnik - Kleine Erbgut-Schnipsel als Waffe gegen gefräßige Insekten](#)", Deutschlandfunk Forschung aktuell, 5. 11. 2007.

## Modifizierte Bt-Eiweisse

### Neue Strategie gegen Insekten-Resistenzen

Bt-Eiweisse, die ursprünglich aus dem Bodenbakterium *Bacillus thuringiensis* stammen, sind hochspezifische Insektizide, die gegen ganz bestimmte Insektengruppen aktiv sind. Sie werden als Wirkstoff sowohl in Spritzmitteln, die auch im Bio-Landbau zugelassen sind, als auch in transgenen Nutzpflanzen eingesetzt. Bekanntes Beispiel hierfür ist der gegen den Maiszünsler resistente Bt-Mais, der in vielen Ländern grossflächig angebaut wird.

Natürliche Evolutionsvorgänge ermöglichen es Schadinsekten, sich oft in relativ kurzer Zeit an Pflanzenschutzmassnahmen anzupassen. Aufgrund strenger Anbauvorschriften wurde bisher trotz mehr als zehnjährigem Anbau noch keine Resistenzentwicklung von Insekten gegen gentechnisch veränderte Bt-Pflanzen im Feld beobachtet, wohl aber liegen Berichte von resistenten Schädlingen aus mit Bt-Spritzmitteln behandelten Kulturen vor. Es ist daher klar, dass Insekten grundsätzlich die Möglichkeit haben, gegen das Bt-Eiweiss unempfindlich zu werden. So ist es auch nicht ausgeschlossen, dass die gegenwärtig verwendeten insektenresistenten Bt-Nutzpflanzen eines Tages ihren Schutz verlieren könnten.

Forscher von der mexikanischen Universidad Nacional Autónoma haben nun eine neue Strategie vorgestellt, wie auf eine solche Resistenzentwicklung reagiert werden könnte. Ein entscheidender Schritt für die insektizide Wirkung von aktivierten Bt-Eiweissen ist eine Bindung an ein Protein, Cadherin, in der Darmwand der Zielinsekten. Hierdurch wird die Abspaltung eines Fragmentes des Bt-Eiweiss ausgelöst, mehrere gespaltene Bt-Eiweissmoleküle lagern sich mit spezifischen insekten-eigenen Molekülen zusammen und bilden Poren in den Darmzellen, was schliesslich zum Absterben der Insekten führt. Veränderungen im Cadherin-Protein der Insekten können diesen komplexen Vorgang unterbrechen – tatsächlich ist dies ein Resistenzmechanismus, der mehrfach beobachtet wurde.

In Zusammenarbeit mit einem US-amerikanischen Kollegen, Bruce E. Tabashnik, veränderten Forschungsleiterin Alejandra Bravo und ihre Mitarbeiter das Bt-Eiweiss derart, dass das Fragment welches üblicherweise erst nach Bindung an das Insekten-Cadherin abgespalten wird, bereits von Anfang an gar nicht vorhanden ist. Dieses modifizierte Eiweiss konnte sich im Reagenzglas auch ohne Cadherin zusammenlagern, was beim unveränderten Bt-Molekül nicht der Fall ist. Ob die neue Version des Bt-Eiweisses tatsächlich Resistenzmechanismen bei Insekten umgehen kann, wurde an einem Bt-resistenten Stamm des Baumwoll-Kapselwurms geprüft, der eine Veränderung im Cadherin-Gen aufweist und daher eine tausendfach verringerte Empfindlichkeit gegen das Standard-Bt-Eiweiss zeigt. Es zeigte sich, dass diese Insekten kaum einen Schutz gegen das modifizierte Bt-Protein besaßen – sie wurden selbst durch niedrige Konzentrationen des neu entwickelten Bt-Eiweisses abgetötet.

Zusammen mit natürlich vorkommenden, bisher aber wenig eingesetzten Arten des Bt-Eiweiss können neue, im Labor veränderte Bt-Varianten die Optionen für eine umweltfreundliche Schädlingsbekämpfung deutlich erweitern. Damit können auch in Zukunft Massnahmen gegen eine eventuelle Resistenzentwicklung bei Schadinsekten ergriffen werden.

**Quelle:** Mario Soberón et al. 2007, "[Engineering Modified Bt Toxins to Counter Insect Resistance](#)", Science (Scienceexpress online publication), 1. 11. 2007.

## Phyto- Remediation

### Transgene Pappeln bauen Bodenschadstoffe ab

Flüchtige Kohlenwasserstoff-Verbindungen wie Trichlorethen, Vinylchlorid, Tetrachlormethan, Benzol und Chloroform werden bereits seit langer Zeit als Lösungsmittel und als Grundstoffe in der Industrie verwendet, und finden sich immer wieder in Chemiemüll-Deponien und belasteten Böden an alten Industrie-Standorten. Sie sind schwer abbaubar, und können Umwelt und Gesundheit schädigen. US-amerikanische Pflanzenforscher haben nun einen neuen Ansatz vorgestellt, um Grundwasser und Böden mit Hilfe von gentechnisch veränderten Pappeln von diesen Chemikalien zu befreien.

Sie verstärkten zu diesem Zweck die Produktion des Entgiftungs-Enzyms Cytochrom P450 in den Bäumen. Dies ist ein wichtiges Stoffwechsel-Eiweiss, welches in vielen verschiedenen Varianten bei allen Pflanzen und Tieren vorkommt, und einen wichtigen Beitrag zum Abbau unerwünschter Stoffe im Körper leistet. Auch Pappeln produzieren natürlicherweise verschiedene P450-Cytochrome, allerdings ist deren genaue Funktion noch nicht im Einzelfall untersucht. Die Forscher pflanzten den Pflanzen daher die Erbinformation für ein gut charakterisiertes Cytochrom P450 aus der Kaninchenleber ein. Die resultierenden gentechnisch veränderten Pappeln konnten verschiedene Kohlenwasserstoff-Verbindungen etwa 100-mal schneller abbauen als unveränderte Pflanzen. Während unveränderte Pappeln nur gerade einmal 3% des Trichlorethens aus verunreinigtem Wasser aufnehmen konnten, bauten transgene Pflanzen ganze 91% des Schadstoffes zu unschädlichen Stoffen ab. Auch aus der Luft konnten die Gentech-Pappeln Lösungsmitteldämpfe aufnehmen die Chemikalien innerhalb weniger Tage weitgehend abbauen.

Da Pappeln sehr rasch wachsen und ein ausgedehntes Wurzelgeflecht ausbilden, könnten Cytochrom-P450 überproduzierende Sorten eventuell eines Tages zur Sanierung chemikalien-kontaminierterter Böden eingesetzt werden (Phytoremediation). Die Forscher arbeiten an verbesserten Bäumen, die Pappel-eigene P450-Cytochrome in grossen Mengen produzieren – sie versprechen sich hiervon einen weiter erhöhten Wirkungsgrad.

**Quellen:** Sharon L. Doty et al 2007, "[Enhanced phytoremediation of volatile environmental pollutants with transgenic trees](#)", Proc. Natl. acad. Sci. USA 104:16816-16821; "[University of Washington: Genetically Engineered Poplar Plants Disarm Toxic Pollutants 100 Times Better Than Controls](#)", ScienceDaily ([www.sciencedaily.com](http://www.sciencedaily.com)), 16. 10. 2007.

## EU

### Eiertanz um Anbau-Bewilligung für Gentech-Pflanzen in Brüssel

Während weltweit etwa 90 GVO-Nutzpflanzensorten zum Anbau zugelassen sind, sind es in der EU gegenwärtig gerade einmal zwei Bt-Maissorten. Die letzte Anbauzulassung erfolgte hier 1998, 17 Zulassungsanträge sind in Bearbeitung – zum Teil seit über zehn Jahren.

Die von Syngenta entwickelte, gegen den Maiszünsler resistente Maissorte Bt11 hat eine besonders lange Odyssee hinter sich. Sie wurde bereits 1996 in den USA und in Kanada zum Anbau und als Lebens/Futtermittel zugelassen, seit 1998 darf sie auch in der EU und der Schweiz mit offizieller Genehmigung von Mensch und Tier verzehrt werden. Bereits 1996 wurde auch ein Antrag für den Anbau in der EU eingereicht, blieb lange liegen, wurde dann 2003 aufgrund der inzwischen geänderten Zulassungsverfahren ergänzt. Im Jahr 2005, zehn Jahre nach Einreichung des Antrags, haben die Experten der Europäischen Lebensmittelsicherheits-Behörde EFSA dann bescheinigt, dass Bt11 ihrer Ansicht nach keine schädlichen Auswirkungen

auf Mensch und Tier habe. Seitdem liegt der Antrag bei der EU Kommission, deren Aufgabe es ist einen Entscheidungsvorschlag für die EU-Agrarminister auszuarbeiten, oder – falls diese sich nicht einigen können – selbst eine Entscheidung über den Bt11-Anbau zu fällen. Bisher hat sich die EU-Kommission dabei an den wissenschaftlichen Expertisen der EFSA orientiert.

Ende Oktober 2007 wurde dann ruchbar, EU-Umweltkommissar Stavros Dimas wolle die Anbau-Zulassung von Bt11 sowie einer weiteren Maissorte, 1507 von Pioneer / Dow Agro Sciences, blockieren. Angeblich habe er aufgrund neuer wissenschaftlicher Resultate Bedenken wegen möglicher Umweltgefahren beim Anbau der Maiszünsler-resistenten Pflanzen. Die Meldung wurde umgehend von gentech-kritischen Organisationen bejubelt. Erst nach und nach sickerten die Fakten durch, auf die sich Dimas bei seinem Vorschlag beruft, und konnten von Experten bewertet werden. Diese reagierten mehrheitlich mit Kopfschütteln – die Argumentation ist schwer nachvollziehbar. Am 28. November wurde Dimas ein Brief der "European Federation for Biotechnology" EFB übergeben, einer europäischen Vereinigung von 225 Institutionen (Akademien, Forschungsinstituten nationalen Biotechnologie-Verbänden) und über 5000 Einzelmitgliedern. EFB-Präsident Prof. Marc von Montagu wies darin empört darauf hin, dass dem Vorschlag Dimas jegliche wissenschaftliche Basis fehle. Die von Dimas zitierten Veröffentlichungen enthielten keinen Beleg für irgendwelche Gefahren beim Anbau der Bt-Maissorten in der EU, andererseits werde eine grosse Zahl positiver wissenschaftlicher Untersuchungen sowie die jahrelange praktische Erfahrung beim Bt-Maisanbau einfach ignoriert. Er wies auf die grosse Tragweite eines Anbauverbots für die beiden Maissorten hin, und forderte Dimas auf, zu der in den EU Prozeduren vorgesehenen, auf wissenschaftlichen Fakten basierenden Argumentation zurückzukehren.

Die weitere Entwicklung ist noch unklar - unter den EU-Kommissaren, die jetzt gemeinsam über das weitere Vorgehen beschliessen müssen, scheint Dimas mit seiner Position jedoch relativ isoliert zu sein.

**Quellen:** [EFSA-Gutachten zum Anbau von Bt11-Mais](#), 20.4.2005; "[There is no scientific evidence whatsoever to reject cultivation and placing on the market of Bt maize](#)", Hintergrundinformationen der EFB (European Federation of Biotechnology) zu den geplanten Anbauverböten ([www.efb-central.org](http://www.efb-central.org)), 27. 11. 2007; [Brief](#) der EFB an EU-Umweltkommissar Dimas, 28. 11. 2007; "[Streit um die Anbau-Zulassung zweier Bt-Maislinien: EU-Kommissar Dimas stellt sich gegen seine wissenschaftliche Fachbehörde](#)", [www.biosicherheit.de](http://www.biosicherheit.de), 29. 11. 2007.

## 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](mailto:info@internutrition.ch)

*Text: Jan Lucht*

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](http://www.internutrition.ch) anmelden, dort steht auch ein Archiv der vorherigen Ausgaben zur Verfügung.