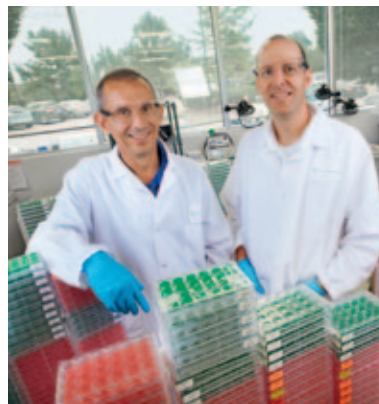


Wehrhafte Wunderbohne

Soja zählt zu den meistgehandelten Nutzpflanzen der Welt. Aber häufig vernichten Fadenwürmer große Teile der Soja-ernte. Forscher von Bayer CropScience entwickeln ein Saatgut, aus dem nematodenresistente Sojapflanzen sprießen.

Schauplatz Iowa, USA: Im Boden der Sojaäcker spielen sich echte Dramen ab. Durchsichtige, dünne Fadenwürmer fallen zu Tausenden über die Wurzeln der Hülsenfruchtgewächse her, fressen sich an den Wurzeln satt und richten verheerende Schäden an. Bis zu 30 Prozent der Soja-ernte können die Winzlinge so vernichten. Doch das „Heilige Getreide“, die „Wunderbohne“ oder einfach „Cinderella“ – wie die kleine, beige Hülsenfrucht auch genannt wird – ist für die Ernährung in vielen Regionen der Erde unverzichtbar: Soja ist proteinreich und cholesterinarm, enthält wertvolle Öle und hochwertiges Eiweiß. Deshalb steht die Bohne beispielsweise als Tofu-Gericht nicht nur auf den Speiseplänen der Vegetarier. Soja steckt auch in Schokoriegeln, Müsli, Margarine und Brot – und ist vor allem ein sehr beliebtes, nährstoffreiches Tierfutter.

Aber nicht nur bei Mensch und Tier steht die Sojabohne weltweit hoch im Kurs, die Ölsaat schmeckt auch den sogenannten Sojazytenälchen: Die Schädlinge, auch bezeichnet als SCN für Soybean Cyst Nematode, nisten sich in den Wurzeln der Sojapflanzen ein, bilden dort Zysten und vermehren sich sehr schnell. Allein in den USA verlieren Farmer so jedes Jahr Ernten im Wert von bis zu 1,5 Milliarden US-Dollar. „Die Nematoden verursachen im Vergleich mit anderen Sojaschädlingen und -krankheiten mit Abstand die meisten Schäden und sie tauchen fast überall dort auf, wo die Bohne angebaut wird“, sagt Alain Sailland von



Schädlingsexperten: Alain Sailland und Brian Vande Berg (v. li.), Forscher bei Bayer CropScience in Research Triangle Park, North Carolina, USA, überprüfen im Labor, welche natürlich produzierten Gifte im Reagenzglas Widerstand gegen Schädlinge bieten. Dafür bringen sie Bakteriengene in Pflanzenzellen ein.

Bayer CropScience in Research Triangle Park, North Carolina, USA.

Die Fadenwürmer sind Überlebenskünstler. Ihre Eier können jahrelang in der Erde überdauern. Einzelne Arten überleben selbst einige Stunden bei minus 270 Grad Celsius. Bayer-Forscher haben bereits ein Abwehrsystem entwickelt, das Saatgut mit einem biologischen Film schützt (s. a. „Bio-Schutz gegen Nährstoffräuber“, research 23). Jetzt arbeitet Sailland mit einem Team von Bayer-Forschern an neuem Saatgut für die Sojapflanzen der Zukunft. Und die sollen nicht nur nahrhaft sein, sondern auch resistent gegen die Sojazytenälchen. „Unsere Tests in Gewächshäusern und auf dem Feld haben gezeigt, dass die neuen Sojapflanzen gegen die häufigste SCN-Art resistent sind“, erklärt Sailland. Um den hartnäckigen Fraßfeind nachhaltig

zu bändigen, hat sich das Forscherteam von Bayer CropScience der Gentechnik bedient: Sie schleusen DNA des Bakteriums *Bacillus thuringiensis* (Bt) in das Erbgut der Sojapflanzen. Dieses Gen enthält die Bauanleitung für einen Eiweißstoff, der zu den sogenannten Bt-Toxinen zählt.

Fadenwürmer sind wahre Überlebenskünstler: Ihre Eier überdauern jahrelang in der Erde

Die Wirkung ist enorm. Sie entfaltet sich vermutlich erst im Darm des Schädlings. „Anderen Pflanzen oder Tieren können die Stoffe in der Regel nichts anhaben“, sagt Sailland. Daher werden Bt-Toxine beispielsweise auch in der ökologischen Landwirtschaft als Insektizide genutzt.

Sailland: „Die passenden Bakteriengene ausfindig zu machen, war wie die Suche nach der Nadel im Heuhaufen.“ Die Forscher durchforsteten dazu eine Mikrogenbibliothek mit mehr als 85.000 Bakterienstämmen. Dabei brachten die Wissenschaftler Nematoden direkt mit den unterschiedlichen Stämmen in Kontakt, um nematizide Stämme zu selektieren,

3,5
Mio. Tonnen

Soja könnten jedes Jahr in den USA mit nematodenresistenten Pflanzen geschützt werden.



Begehrte Beute: Nicht nur Fadenwürmer, auch Stinkwanzen fallen in Gruppen über Sojapflanzen her. Bei Gefahr sondern sie ein stinkendes Sekret ab.



Schadensgutachter: Während Yiqing Xu (Foto oben) in der Zellbiologie neue und vielversprechende genetisch modifizierte Zellen auswählt und weiter zu Setzlingen pöppelt, untersuchen Brian Vande Berg und Alain Sailland (Foto rechts, v. li.) Maispflanzen aus den Gewächshausversuchen. Ihre Wurzeln sind von Maiswurzelbohrern befallen.



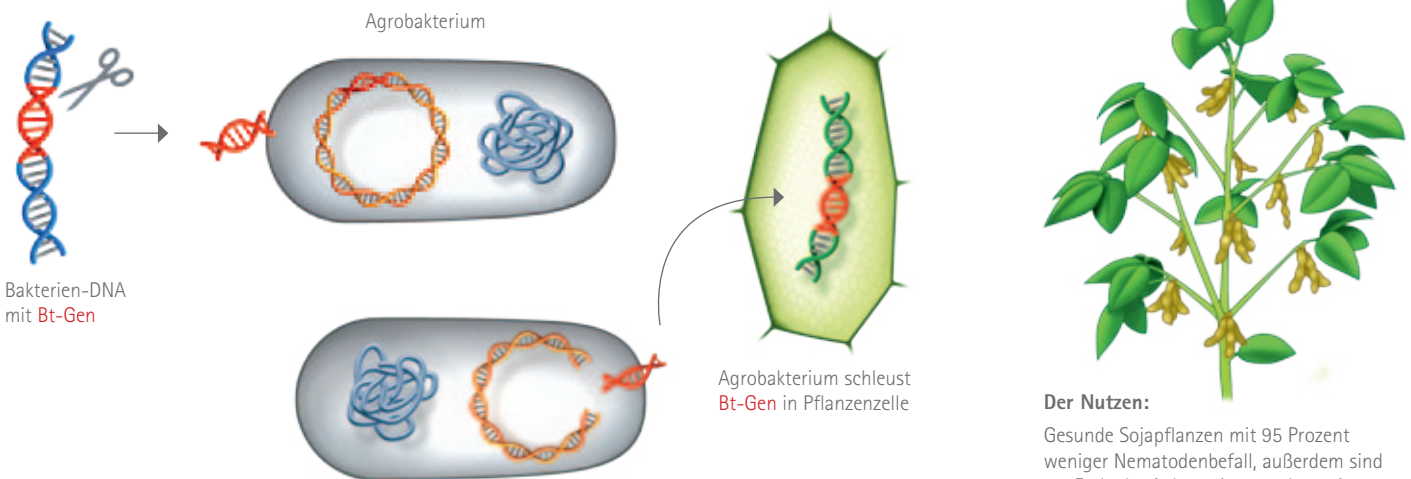
oder sie wählten nach DNA-Analyse vielversprechende neue Zielgene aus und prüften dann die Effekte der neuen Gifte auf die SCN in umfangreichen Versuchen. „So konnten wir schnell sehen, welche Mikroorganismen gegen Fadenwürmer wirksame Gifte produzieren; doch herauszufinden, welches Gift die SCN angreift, war sehr aufwendig“, berichtet der Bayer-Forscher. Den genetischen Code dieser Bakterien isolieren die Wissenschaftler und schleusen es mit einer anderen Bakterienart, den Agrobakterien, in die Sojapflanze. Dazu müssen Pflanzengewebe und Agrobakterien nur für ein paar Stunden vermischt werden.

Anschließend werden die transformierten Sojazellen zu kleinen Setzlingen gepöppelt, in Gewächshäusern aufgezogen und vermehrt.

Tests in Gewächshäusern und auf Feldern, beispielsweise in Iowa mit mehr als 1.300 Pflanzen, waren erfolgreich: „Der Nematodenbefall der genetisch veränderten Pflanzen war um bis zu 95 Prozent geringer“, sagt Sailland. Und die Wissenschaftler konnten einen weiteren positiven Effekt verbuchen: Auf den Feldabschnitten, auf denen die neuen Sojapflanzen wuchsen, waren am Ende der Anbausaison viel weniger Wurmeier zu finden. Sailland: „Die

Ein Gen zum Schutz vor Fressfeinden

Um neue Sojapflanzen wirksam vor Nematodenbefall zu schützen, haben Bayer-Forscher ein Bakterien-Gen, ein bestimmtes **Bt-Gen**, identifiziert. Dieses schadet den Fadenwürmern, lässt andere Organismen aber am Leben. Mithilfe biotechnologischer Methoden ist es ihnen gelungen, das Bt-Gen in die DNA von Sojapflanzen einzubringen. Dafür nutzten die Forscher ein sogenanntes Agrobakterium als Genfähre: Es nimmt das Bt-Gen auf und schleust es weiter in die Pflanzenzelle. Der Effekt des neuen Gens war in Tests deutlich sichtbar: Der Nematodenbefall war um bis zu 95 Prozent geringer, und auch im Boden waren deutlich weniger Nematodeneier zu finden.



Der Nutzen:

Gesunde Sojapflanzen mit 95 Prozent weniger Nematodenbefall, außerdem sind am Ende der Anbausaison auch weniger Nematodeneier im Boden.



Nachwuchs mit Karrierechancen: Welcher Sojasprössling schließlich am erfolgversprechendsten ist und bis zu einem marktreifen Produkt weiterentwickelt werden kann, müssen Bayer-Forscher in zahlreichen Tests erst noch herausfinden.

Infektionsgefahr sinkt also im kommenden Jahr deutlich.“ Ein entscheidender Vorteil, denn bisher können befallene Böden nicht behandelt werden. Die gentechnisch veränderten Pflanzen gehen jetzt in die Entwicklungsphase. „Wir wollen herausfinden, welche Sojapflanze die besten Eigenschaften hat“, berichtet Sailland. Er hat noch andere Bakteriengene im Visier, die in Tests schon vielversprechende Ergebnisse geliefert haben. Saillands Team will außerdem noch herausfinden, gegen welche Arten der Fadenwürmer die neue Sojasorte möglicherweise zusätzlich resistent ist. Denn die SCN-Nematoden sind zwar die häufigste Art, aber nicht die einzige. Die Wissenschaftler müssen auch noch nachweisen, dass die transgenen Sojapflanzen nicht etwa Säugetieren oder anderen Pflanzen und Organismen schaden. Sailland hat aber kaum Bedenken. „Mit ähnlich gentechnisch veränderten Baumwollpflanzen, die gegen Raupen resistent sind, haben wir bereits sehr gute Erfahrungen gemacht und keine ungewollten schädlichen Effekte gefunden“, sagt er. In etwa zehn Jahren soll das neue Sojasaatgut nach dem Durchlaufen des Zulassungsverfahrens auf den Markt kommen.

Auch Maisernten könnten in Zukunft durch neue, modifizierte Pflanzensorten geschützt werden

Diesen Weg hat transgener Mais, der gegen den Westlichen Maiswurzelbohrer resistent ist, längst hinter sich. Auch dabei ist genetisches Material von *Bacillus thuringiensis*-Stämmen aktiv. „Dieser Mais ist seit etwa zehn Jahren auf dem Markt“, erklärt Brian Vande Berg, Biotechnologe bei Bayer CropScience. Im Kampf gegen den wurzelfressenden Schädling, der in den USA noch immer Ernteschäden von mehr als einer Milliarde US-Dollar verursacht, müssen die Forscher ihre Waffen allerdings schärfen. „Der Maiswurzelbohrer scheint in den vergangenen zwei bis drei Jahren gegen eines der Bt-Toxine Resistenzen entwickelt zu haben“, berichtet Vande Berg. Mit Hochdruck suchen die Bayer-Forscher deshalb nach neuem genetischen Material, das gegen den Maisvernichter hilft. Erste Kandidaten haben sie schon gefun-



DANNY MURPHY



„Unser wertvollstes landwirtschaftliches Exportgut“

Danny Murphy ist Präsident des US-amerikanischen Sojaverbands American Soybean Association. „research“ sprach mit ihm über die wirtschaftliche Bedeutung von Soja und über künftige Trends.

Welche Rolle spielt Soja für die Wirtschaft der USA?

Soja ist für die USA und auch global von enormer Bedeutung. Die Sojabohne ist die am zweithäufigsten angebaute Ackerpflanze in den USA und unser wertvollstes landwirtschaftliches Exportgut. Allein 2012 haben amerikanische Farmer mehr als 80 Millionen Tonnen im Gesamtwert von 43 Milliarden US-Dollar produziert.

Wie wird sich der Sojamarkt in Zukunft entwickeln?

Wir sehen einen steigenden Trend sowohl in der Produktion als auch in den Erträgen. Entscheidend für die Industrie ist, dass auch der Gesamtwert der Sojabohnenproduktion stetig wächst. Amerikanische Sojaanbauer konnten in jedem der vergangenen sieben Jahre Rekordserträge verzeichnen. 2012 beispielsweise waren die Erträge um fast fünf Milliarden US-Dollar höher als die vom Vorjahr.

Welchen Einfluss hat die Biotechnologie?

Biotechnologie ist für Sojaanbauer unverzichtbar. Denn mit ihrer Hilfe können sie auf der gleichen Fläche Land mehr Soja produzieren und zugleich den Verbrauch von Ressourcen und Betriebsmitteln deutlich verringern. In den USA waren im vergangenen Jahr knapp 30 Millionen Hektar und damit 94 Prozent der angebauten Sojapflanzen biotechnologisch optimiert.

den. „Die neu entdeckten Gene haben eine andere Proteinsequenz als die üblichen Bt-Gene und vermutlich eine andere Wirkungsweise“, erklärt der Biotechnologe. Er ist zuversichtlich, dass der neue, modifizierte Mais die resistenten Wurzelbohrer abwehren kann. Erste Tests verliefen erfolgreich. Die Entwicklungsphase soll so schnell wie möglich beginnen. So könnten nicht nur die Soja-, sondern auch die Maisernten weltweit geschützt werden.



www.research.bayer.de/soja
Weitere Infos zum Thema