



RAFI COMMUNIQUE

Jänner 1989

RURAL ADVANCEMENT FUND INTERNATIONAL

Mikrobielle Insektizide Spezialschwerpunkt *Bacillus Thuringiensis*

Thema: Gentechniker verwenden das toxische Protein des Bakteriums *Bacillus Thuringiensis* zur Entwicklung von neuen "Insektizid-Pflanzen" und zur Herstellung neuer, noch wirkungsvollerer Biopestizide für die Landwirtschaft.

Auswirkung: Der weitverbreitete und massive Einsatz gentechnische manipulierter Pflanzen, welche das B.T. Endotoxin-Gen enthalten, kann zur raschen Anpassung der Schädlinge und zum Verlust dieser effektiven Methode zur biologischen Schädlings-Kontrolle führen. Erste Feldstudien mit Pflanzen, die gentechnische veränderte B.T. Toxingene enthalten, geben zu ökologischen Bedenken Anlaß, und zwar besonders bezüglich der möglichen Auswirkungen von B.t. auf Organismen, die nicht zu den "Zielgruppen" gehören, und auf die Umwelt im allgemeinen.

Mitwirkende: Sowohl kleine Biotechnik-Unternehmen wie auch transnationale Konzerne entwickeln Produkte auf der Basis von B.t. (siehe Liste im Anhang).

Zeitraum : Neue B.t. Produkte sind schon verfügbar; B.t. Endotoxinhaltige Pflanzen befinden sich im Stadium des Feldversuchs.

Wirtschaftliche Daten: Der Weltmarkt für mikrobielle Insektizide könnte bis zum Ende dieses Jahrhunderts auf 6-8 Mia. US\$ wachsen.

Mikrobielle Insektizide sind Mikroben oder Mikroorganismen (vorwiegend Bakterien, Pilze oder Viren), die zur Kontrolle von Schädlingsplagen eingesetzt werden. Diese Organismen produzieren oft Toxine, die für Menschen, Tiere und die Umwelt für harmlos gehalten werden.

Biologischen Schädlingsbekämpfungsmethoden war viele Jahre lang nur ein begrenzter ökonomischer Erfolg beschieden. Da sie typischerweise insektenspezifisch, weniger wirksam und weniger persistent sind als chemische Pestizide, erreichten mikrobielle Produkte weniger als ein Prozent des jährlichen US-Marktes an Insektiziden. Mit dem Aufkommen der Biotechnologie gibt es allerdings ein gesteigertes Interesse und neue Möglichkeiten für die Entwicklung mikrobieller Pestizide. Nach den Worten eines Industriesprechers, " .. wirkt sich Biotechnologie auf mikrobielle Pestizide aus wie die Einführung des Transistors auf die Elektronik."¹

Das gesteigerte Interesse an der Entwicklung kommerzieller Biopestizide erklärt sich sowohl aufgrund von ökonomischen als auch ökologischen Zwängen. Zum Einen ist eine große Zahl ehemals hochwirksamer Chemikalien nutzlos geworden, da die Zahl der resistenten Schadinsekten gegen synthetische Insektizide alarmierend

zugenommen hat. Die Entwicklungskosten für neue chemische Produkte sind explodiert. So vergehen bei notwendigen Investitionen zwischen 35-40 Mio. US\$ mindestens 8-12 Jahre ehe ein neues Pestizid den Markt erreicht.² Die Kommerzialisierung von Biopestiziden erfordert im Vergleich dazu weniger als 5 Mio. US\$ und nur etwa drei Jahre.³ Mit der wachsenden Aufmerksamkeit auf die mit chemischen Pestiziden verbundenen gesundheitlichen und ökologischen Probleme gibt es einen gewaltigen, möglichen Markt für sichere und wirksame Biokontrollmaßnahmen. Nach den Analysen der Biotechnikindustrie macht der Marktwert für Biopestizide in der westlichen Welt derzeit nur 33-45 Mio. US\$ aus, könnte aber auf 6-8 Mia. US\$ wachsen.⁴

Der Übergang von der chemischen zur biologischen Schädlingskontrolle "kommt gerade", sagt William Marshall, Präsident der Abteilung für Mikrobiologie von Pioneer Hi-Bred International. Marshall meinte zur *Chemical Week*, daß "in 30 Jahren keine chemischen Pestizide mehr, wie wir sie heute kennen, Verwendung finden werden."⁵

Bacillus Thuringiensis

Geschätzte 95% der heute betriebenen kommerziellen Biotechnikforschung im Bereich mikrobieller Insektizide konzentriert sich auf ein Bacterium, Bacillus thuringiensis, ein im Boden und in Insekten natürlich vorkommendes Bakterium.⁶ B.t. Endotoxin ist ein von Bacillus thuringiensis produziertes toxisches Eiweiß. Wenn gewisse Insekten B.t. verdauen, wird das Eiweiß durch die Darmenzyme des Insekts in das Toxin umgewandelt und führt zu Lähmungen und zum Tod.

B.t. ist nicht neu. Es wird in den USA seit 1970 zur biologischen Schädlingskontrolle verwendet, und ist für Raupen tödlich (B.t. wirkt gegen mehr als 50 Lepidoptera Arten, z.B. auf die Larven von Motten und Schmetterlingen). Einige Stämme von B.t. töten auch Käfer, andere Fliegen oder Mosquitos.

Eine lange Liste von Biotechnik-Unternehmen und transnationaler Konzernen setzen nun Gentechniken zur Entwicklung einer neuen Generation wirkungsvollerer B.t. Produkte ein, die Entwicklung gentechnisch manipulierter Pflanzen mit eingebauten "Insektizid"-Genen zur B.t. Endotoxin Produktion eingeschlossen. Industriebeobachtern zufolge wollen die Unternehmen auf den B.t. Zug aufspringen: "Jeder Produzent von Agrarchemikalien bekommt Probleme, wenn er sich nicht für B.t. interessiert - Sie sind besser mit dabei, oder Sie werden werden wenig Glück haben."⁷

B.t. und Gentechnik

Forschung an B.t. konzentriert sich gegenwärtig nicht nur auf die Verwendung potenterer Stämme von B.t. um ein erweitertes Spektrum von Insekten zu treffen, sondern auch auf neue Wege zum Einsatz im Feld und auf die Herstellung von Insekten-resistenten Pflanzen. Die folgenden Beispiele zeigen fünf verschieden Techniken für den Einsatz von gentechnisch manipuliertem B.t. Endotoxin-Gen zur Schädlingsbekämpfung:

1) **Sporen und Kristalle** — Es handelt sich dabei um den bisher üblichen Weg B.t. als Insektizid zu verwenden (gewöhnlich durch Felddesprühung). Wenn B.t. Sporen bildet, enthalten die Sporen das für Insekten giftige Eiweiß. Wenn die Insekten die Sporen aufnehmen, sterben sie. Wissenschaftler haben nun Bakterien so manipuliert, daß sie zehnmal mehr Endotoxin als bisher produzieren.⁸

2) **Bioverkapselung** — **Mycogen** hat ein neues Transportvehikel namens MCap für das Bioinsektizid entwickelt, welches B.t. Endotoxin in einer toten Zelle verkapselt. Das Endotoxin-Gen wird in ein Pseudomonas Bakterium eingeführt. Die Bakterien werden dann so behandelt, daß die Bioinsektizid-hältigen Zellen getötet

werden, das Endotoxin jedoch unbeschädigt verkapselt und innen "fixiert" bleibt. In dieser "Kapsel" ist B.t. Endotoxin vor Zersetzung durch das ultraviolette Licht der Sonne geschützt, und hat auf dem Feld eine wesentlich längere Lebensdauer als konventionelle B.t. Produkte. Obwohl MCap von gentechnisch veränderten Organismen produziert wird, wurde das Produkt von der US-amerikanischen Umweltbehörde (EPA: Environmental Protection Agency) rasch zugelassen, und zwar mit der Begründung, der auf Getreide ausgebrachte Mikroorganismus sei ohnehin tot.

3) *Epiphyten (Mikroben, welche an Pflanzenwurzeln oder -blättern leben)* — Da viele Insekten von den Wurzeln der Pflanzen leben, hat Monsanto eine Technik entwickelt, welche B.t. Endotoxin verwendet, um einen natürlichen Schutz gegen wurzelschädigende Bodeninsekten zu bieten. Da B.t. in der Natur Pflanzenwurzeln aber nicht besiedelt, transferierten Monsanto-Wissenschaftler das B.t. Endotoxin-Gen in Bakterien, die Wurzeln besiedeln (*Pseudomonas*). Im Falle einer Marktzulassung würde das Saatgut vor der Aussaat entweder vom Saatguthersteller oder vom Bauern mit diesen Mikroorganismen behandelt.

4) *Endophyten (Mikroben, welche innerhalb von Pflanzengewebe leben)* — *Crop Genetics International* führt gegenwärtig Feldversuche mit von B.t. abgeleiteten Insektiziden durch, die zur Vernichtung des Mais-Ohrwurms an Maispflanzen führen sollen. Dazu hat das Unternehmen das B.t. Endotoxin-Gen in einen Endophyten (*Clavibacter xyli*) übertragen. Wird Maissaatgut damit beimpft, vermehrt sich der gentechnisch veränderte Endophyt und bevölkert die gesamte Maispflanze. Sollte das Verfahren erfolgreich sein, wird das vom Endophyten produzierte Toxin den Maisbohrer töten, sobald er an der Maispflanze frißt.

5) *Transgene Pflanzen* — Wissenschaftler haben das B.t. Endotoxin-Gen in Zellen von Tomaten, Kartoffeln, Baumwolle, Mais und Tabakpflanzen eingebaut und so Insektizid-Gen haltige, transgene Pflanzen erhalten. Unternehmen wie Rohm & Haas, Monsanto und Sandoz nahmen Feldversuche mit transgenen Pflanzen in Angriff.

"Neues" B.t.

Jüngste Entdeckungen von neuen B.t.-Varianten legen den Schluß nahe, daß natürlich vorkommende Bodenmikroorganismen einen nahezu unermesslichen Schatz mit einem beinahe unberührten und unbekanntem Potential für die Landwirtschaft darstellen.

1987 haben zwei Wissenschaftler der US-amerikanischen Agrarbehörde USDA (U.S. Department of Agriculture) die Entdeckung von 72 neuen B.t.-Varianten bekannt gegeben. Da man bisher nur von 24 Varianten wußte, könnte die Isolierung von neuem B.t.-Erbmaterial die Geschichte von B.t. radikal verändern. Mit einer neuen Technik zur Isolierung von B.t. aus dem Boden durchkämmten die USDA Wissenschaftler Bodenproben, welche in den USA und überall in der Welt gesammelt wurden - Island und Tibet eingeschlossen. Dr. Russel Travers meint dazu: "Wir konnten beobachten, daß manche Gegenden wie etwa die Mittelmeerländer an B.t. Varianten reicher sind als andere."¹⁰ Der leistungsfähigste B.t. Stamm wurde aber in der Nähe eines Flughafens außerhalb von Baltimore in Maryland, USA, gefunden.

Die Entdeckung neuer B.t.'s vergrößert die Chancen, daß zukünftige Insektizide eher aus dem Boden als aus dem Labor kommen werden. Einiger der gerade entdeckten B.t.-Stämme dürften bis zu 20 mal effizienter sein als bisher verfügbare, kommerzielle Stämme. Einiger der "Superstämme" könnten in der Tat wirksam genug sein um mit synthetischen Pestiziden zu konkurrieren.¹¹ Außerdem sind die neuen Stämme auch gegen Käfer wirksam, was in Zukunft die Reichweite von B.t. Bioinsektiziden erweitern wird.

B.t. und Patente

Obwohl es sich bei B.t. um einen natürlichen Bestandteil vieler Böden handelt, sind eben entdeckte B.t.-Varianten alle patentierbar und/oder daher kommerziell lizenzierbar. Derzeit sind drei Patente für neue B.t.-Varianten anhängig.

Doch erhebt sich die Frage, ob Mikroorganismen Gegenstand von Patentschutz und kommerzieller Ausbeutung sein sollen, wenn sie nur frei aus dem Boden extrahiert wurden? Wenn neue, natürlich vorkommende Insektizid-Gene aus Bodenproben der Mittelmeerländer isoliert werden, wer "besitzt" diese Gene und wer soll für ihre Verwendung Kompensationen erhalten?

Da es sich dabei um das Rohmaterial der Biotechnologie Industrie handelt, wird die weltweite Debatte über die Eigentumsrechte und die Kontrolle über Mikroorganismen heftiger werden. Genau diese Fragen haben die FAO Kommission für Pflanzliche Genetische Ressourcen der Vereinten Nationen dazu bewogen, ihr Mandat über das der pflanzlichen genetischen Ressourcen hinaus auf den breiteren Begriff der biologischen Vielfalt auszudehnen.

Resistenz gegen B.t.

Mindestens 18 US-amerikanische und europäische Unternehmen forschen an einer Vielzahl von möglichen Produkten auf der Grundlage eines B.t. Endotoxin-Gen Einsatzes als mikrobielles Insektizid (siehe Anhang). Betroffene Pflanzenarten schliessen Tabak, Tomaten, Getreide, Baumwolle, Kartoffeln, Sonnenblumen, Zitrone und viele mehr ein.

Die gute Nachricht dabei ist, daß das kommerzielle Interesse an der Entwicklung biologischer Methoden zur Schädlingskontrolle zunimmt. Die schlechte Nachricht liegt darin, daß die Frage um die Langzeiteffizienz gentechnisch entwickelter Biopestizide ungelöst ist, wie Wissenschaftler schon jetzt warnen.

Früher glaubte man, daß B.t. gegen das Auftreten von Resistenzen gefeit wäre. Aber in den letzten Jahren gab es mehrere dokumentierte Fälle von Resistenzen gegen konventionelle B.t. Produkte. Dr. Williams McGaughey vom US Grain Marketing Research Laboratory in Kansas (USA) berichtet von einer teilweisen Resistenz eines Maisschädlings, der Indian-meal Motte.¹³

Gentechnisch entwickelte Biopestizide werden wie ihre chemischen Gegenstücke vom Problem der Insektenresistenz betroffen sein, darüber sind sich Wissenschaftler schon jetzt einig. Nach dem Bio/Technology Magazine "... sagen mathematische Modelle, die sich mit der Wirkungsweise von Selektionsdruckes beschäftigen, vorher, daß Insektenresistenzen rasch zunehmen werden, wenn gentechnisch entwickelte anti-Schädlingspflanzen ein dauernder Bestandteil der Umwelt werden.¹⁴

Die derzeit betriebenen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zur Herstellung gentechnisch manipulierter Pflanzen mit eingebauten B.t. Endotoxin-Genen zeigen, daß in naher Zukunft insekten-resistentes Saatgut breit eingeführt werden wird. Ein großer Markt für wirksames B.t.-Toxin ist beispielsweise Mais. Der europäische Maisbohrer ist die größte unkontrollierte Insektenplage in den Vereinigten Staaten; Bauern in den USA und in Europa geben jährlich über 350 Mio.US\$ für chemische Sprühstoffe aus, die nur zu 50% gegen diese Raupe überhaupt wirksam sind.¹⁵ Wenn Wissenschaftlern die Entwicklung von B.t.Endotoxin-Gen hältigen Maispflanzen gelingt, würden Bauern überall in den USA und Europa "Insektizid-Pflanzen" routinemäßig einsetzen. Mit diesem "Verfahren der prophylaktischen Kontrolle"¹⁶ würde der Selektionsdruck zur Anpassung der Schadinsekten gewaltig zunehmen und der europäische Maisbohrer rasch eine B.t.

Resistenz entwickeln.

Dr. Fred Gould, Entomologe an der NC State University warnt: "Wenn Pestizid-Pflanzen entwickelt und auf eine Art eingesetzt werden, die zur raschen Anpassung der Schadinsekten führt, geht die Wirksamkeit dieser Pflanzen verloren und die Landwirtschaft gerät in eine noch größere Abhängigkeit von chemischen Pestiziden als zuvor - mit allen damit verbundenen Problemen."¹⁷

Es gibt eine Anzahl von Strategien um die rasche Zunahme B.t.-resistenter Schadinsekten zu verhindern. Dr. Gould weist darauf hin, daß Gentechniker eines Tages in der Lage sein werden, Getreidepflanzen herzustellen, welche die Gene zur Insektenresistenz zur richtigen Zeit am richtigen Ort nur dann einschalten, wenn sie benötigt werden. Einem anderen Verfahren liegt die Verwendung von Saatgutmischungen zugrunde. Wenn beispielsweise nur die Hälfte des Saatguts Gene zur B.t.-Endotoxin Produktion enthält, könnte die Geschwindigkeit der Resistenzentstehung um zwei Drittel oder mehr gesenkt werden.¹⁸

Die Antwort der Industrie

Werden Unternehmen, die nach dem Biotechnologie-Durchbruch und kurzfristigen Profiten trachten, die Warnungen der Wissenschaftler ernstnehmen und Schritte zur langfristigen Bewahrung der Resistenzgene tun? Die kürzlich erfolgte Bildung einer "Industrie Arbeitsgruppe zu B.t." in den USA könnte bedeuten, daß die Industrie Insektenresistenz gegen B.t. als ernstes Problem und eine Gefahr für ihre millionenschweren Forschungsprogramme erkannt hat.

1988 führten Wissenschaftler der Monsanto Co. Laborstudien zur Insektenresistenz gegen gentechnisch verändertes B.t.-Endotoxin durch. Endergebnis: Resistenzen gegen B.t. entwickelten sich rasch.

Die "Industrie Arbeitsgruppe B.t." wurde von Monsanto initiiert und zählt nun 27 Mitglieder -- 18 davon sind aktiv in die B.t. Forschung involviert.¹⁹ Ihr Ziel ist die Koordination der zukünftigen B.t.-Forschung in Industrie und Universität, die Formulierung von Strategien zur Bewahrung der Wirksamkeit von B.t. und die Entwicklung technischer Richtlinien zur Durchführung derartiger Strategien.

Ökologische Fragen

Sowohl in den USA wie in Europa wird eine intensive Debatte um die mit einer absichtlichen Freisetzung gentechnisch manipulierter Mikroorganismen in die Umwelt verbundenen Risiken geführt. Werden diese Organismen überleben? Werden sie sich vermehren? Werden sie ihre eingebauten genetischen Merkmale an andere Organismen weitergeben? Werden sie in neue und unbeabsichtigte Areale verschleppt? Diese und andere Fragen können nicht wissenschaftlich exakt beantwortet werden.

Obwohl Bacillus thuringiensis allgemein für eine ökologisch sichere Mikrobe gehalten wird, wirft die Freisetzung veränderter Mikroorganismen, welche das B.t. Endotoxin-Gen enthalten, viele von genau diesen Fragen auf.

Im Jahre 1986 hat die US-amerikanische Umweltbehörde EPA dem Chemiekonzern Monsanto für die Anwendung B.t.-produzierender Bakterien im Feldversuch die Zulassung verweigert, weil die Mikroorganismen die Pflanzenwurzeln bevölkern und im Boden lebende Insekten töten sollten. Dabei spielte die Möglichkeit eine wichtige Rolle, daß auch nützliche Verwandte der Schadinsekten wie für die Bestäubung wichtige Schmetterlinge Schaden nehmen könnten.

1988 führte Crop Genetics International (Hanover, Maryland, USA) im kleinen

Rahmen Feldversuche mit Maispflanzen durch, die mit zur B.t. Produktion befähigten, gentechnisch veränderten Mikroben beimpft waren. Da die veränderte Mikrobe nur im pflanzlichen Gefäßsystem leben konnte, vertraute das Unternehmen darauf, daß ein mögliches Umweltrisiko minimal wäre. Allerdings zeigten die Daten des Unternehmens selbst, daß B.t.-Endotoxin-Gen-haltige Bakterien während der Feldversuche auch in sogenannten Floh-Käfern gefunden wurden.²⁰ Völlig unerwartet wurde das B.t.-Endotoxin-Gen von der Pflanze auf ein Fraßinsekt der Maispflanze übertragen. Könnte der Floh-Käfer das B.t.-Endotoxin-Gen dann auch auf eine andere Pflanze oder ein anderes Insekt auch übertragen?

Phyllis Martin, Wissenschaftler am US Department of Agriculture (USDA), beschreibt ein denkbare Szenario so:²¹ "Die Frage ist, ob der Floh-Käfer danach an einer anderen Pflanze frißt, zum Beispiel an einer Unkrautpflanze -- einem Unkraut, welches von Raupen normalerweise in Schach gehalten wird. Die Verbreitung der Unkrautart mit den inkorporierten B.t.-Endotoxin-Genen würde in der Folge nicht länger von diesen Raupen kontrolliert. Oder: Was, wenn der Monarchschmetterling (oder ein anderes Nutzinsekt) an einem solchen Unkraut fräße und ein unbeabsichtigtes Ziel des Insektizid-Gens würde?"

Derzeit sind diese Überlegungen weitgehend theoretischer Natur, aber sie illustrieren die mit einer weitverbreiteten Freisetzung gentechnisch veränderter Mikroorganismen verbundenen Probleme, - selbst wenn sie für relativ harmlos gehalten werden.

Zusammenfassung

Bei der Entwicklung sicherer, wirksamer biologischer Methoden zur Schädlingsbekämpfung handelt es sich um eine willkommene Alternative zu synthetischen Pestiziden. Im Gegensatz zum möglichen Nutzen ist klar, daß Insektizid-Pflanzen kein Allheilmittel für eine Chemie-intensive Landwirtschaft sind. Wenn B.t. Insektizid-Gene in kommerzielle, homogene Kultursorten breit eingeführt werden, passen sich die Schädlinge an und diese wertvolle natürliche Ressource wird damit verschleudert sein. Ein sicheres und wirksames biologisches Insektizid könnte durch maßlosen Gebrauch oder Mißbrauch unwirksam und schädlich werden. Es mag als Ironie des Schicksals erscheinen, daß die Landwirtschaft damit in eine noch größere Abhängigkeit von konventionellen Pestiziden geraten könnte.

Literatur:

- ¹ A.D. Stern of Mycogen, quoted in Agricultural Genetics Report, Juni, 1987, S.3
- ² Bioprocessing Technology, Juni, 1988, S.2
- ³ Ibid.
- ⁴ "Biopestizide: Ein 8 Mia.US\$ Marktpotential", Chemical Week, 4.Mai, 1988, S.35
- ⁵ Ibid.
- ⁶ Genetic Engineering and Biotechnology Monitor, UNIDO, Juli-September, 1986, S.40
- ⁷ Dr. Russell Travers, Manager für F&E der Abteilung Biokontrolle, Novo Laboratories, Telefongespräch, 30.November, 1988.
- ⁸ Gould Fred, "Ecological Considerations in Releasing Genetically Engineered Organisms", Präsentation vor dem N.C.Biotech.Ctr., Advisory Committee on Biotech. in Agriculture, 28 Juli 1988
- ⁹ Morrison Jessica, "Soil Yields 72 Varieties of a Natural Pest Control", Agricultural Research, Januar 1988, S.14
- ¹⁰ Telefongespräch mit Dr. Russell Travers, Manager für F&E, Abteilung Biokontrolle, Novo Industries, 30.November, 1988.
- ¹¹ Morrison Jessica, Agricultural Research, Jänner 1988, S.14
- ¹² Agricultural Genetics Report, Oktober 1987, S.1
- ¹³ McGaughey William H., "Insect Resistance to the Biological Insecticide *Bacillus thuringiensis*", Science, 12.Juli 1985, S.193
- ¹⁴ Knight, Pamela, "Biological Controls Squash Insect Pests", Bio/Technology, Vol.6, Oktober 1988, S.1137
- ¹⁵ Agricultural Genetics Report, Juni 1987, S.4
- ¹⁶ Gould Fred, "Pesticidal Transgenic Plants and the 1990's Farm Bill", from Proceedings of the Annapolis Conference on Transgenic Plants, 7-9 September 1988, S.2
- ¹⁷ Ibid.
- ¹⁸ Gould Fred, "Evolutionary Biology and Genetically Engineered Crops", Bioscience, Vol.38, No.1, Jänner 1988, S.
- ¹⁹ Die gesamte Information über die Industrie Arbeitsgruppe B.t. stammt von einem persönlichen Gespräch mit Pamela Morrions, Monsanto, 5.Jänner 1989
- ²⁰ Sun Marjorie, "Preparing Ground for Biotech Tests" in Science, 28.Oktober 1988, S.504 und ein Brief der Crop Genetics Intl. an US-EPA Re:APHIS Permit 87-355-01, 6.September 1988
- ²¹ Persönliches Gespräch mit Dr. Phyllis Martin, Dezember 1988

Anhang

**Die Entwicklung von Biopestiziden auf der Basis von
Bacillus Thuringiensis
Unternehmen im Überblick**

Abbott Laboratories (North Chicago, IL, USA)
Advanced Genetics Sciences (Oakland, CA, USA)
Agracetus (Middleton, WI, USA) -- Arbeiten an transgenen Baumwollpflanzen mit integriertem B.t. Endotoxin Gen
Agricultural Genetics Co, Ltd. (Cambridge, UK)
Agricultural Advanced Sciences Co. (Madison, WI, USA) -- Tochter von Lubrizol Corp.
Agricultural Cyanamid (Wayne, NJ, USA) -- Das Unternehmen hat ein Übereinkommen mit Ecogen: BT Insektizide für Reis, Gemüse und Lagergetreide
Crop Genetics Intl. Corp. (Hanover, MD, USA) -- verwendet B.t. gegen den europäischen Maisbohrer
Ecogen (Langhorn, PA, USA) -- verwendet B.t. zur Kontrolle der Zigeunermotte und des Spruce Knospenswurms. Übereinkommen mit: American Cyanamid, Monsanto, Penn State Univ., U.S.Regierung, Phillips Petroleum und EniChem (Mailand, Italien)
ICI plc (London, UK)
Lubrizol Corp. (Wickliffe, OH, USA) -- Übereinkommen mit Mycogen über B.t.
Microbial Resources (Berkeshire, UK) -- Übereinkommen mit Novo Industries über B.t.
Mycogen (San Diego, CA, USA) -- BT Derivatinspektizid M-one zur Kontrolle des Kartoffelkäfers, 100 Mio.US\$ Weltmarktpotential; Übereinkommen mit Lubrizol und Kubota über B.t.
Novo Laboratories (Danbury, CT, USA) -- Tochter von Novo Industri (Dänemark)
Plant Genetics Systems NV (Ghent, Belgien) -- Übereinkommen mit Rohm & Hass, B.t. für Baumwolle, Tabak
Repligen Corp. (Cambridge, MA, USA) -- Übereinkommen mit Sandoz (das Unternehmen befindet sich teilweise im Besitz von Sandoz)
Rohm & Haas (Philadelphia, PA, USA) -- Übereinkommen mit Plant Genetics Systems über B.t.
Sandoz Ltd. (Basel, Schweiz) -- Übereinkommen mit Repligen; sowie Sandoz Crop Protection Div. (USA)

Quelle: Rural Advancement Fund International (Informationen stammen aus publiziertem Material oder aus Industriequellen)

An unsere Freunde und Abonnenten:

Wir hoffen, daß die Informationen unserer RAFI Communiqués für Sie und Ihre Organisation nützlich sind. Wir möchten Sie ausdrücklich dazu anregen, diese Information zu verwenden und nachzudrucken um größere Aufmerksamkeit und vermehrte öffentliche Debatte zu diesen Themen zu erreichen. Da RAFI allerdings eine auf Spenden und Unterstützung seiner Forschungsarbeiten angewiesene kleine nicht-staatliche Organisation ist, bitten wir um eine finanzielle Kompensation an den Rural Advancement Fund International, wann immer unsere Arbeit verwendet oder nachgedruckt wird.

Danke.