

Biologische Schädlingsbekämpfung mit Gentechnik

Australien wird zurzeit von Aga-Kröten überschwemmt. Diese Tiere wurden 1935 nach Australien eingeführt, um den Zuckerrohrkäfer, der die Ernten der Zuckerrohrfarmer drastisch reduzierte, aufzufressen. Damit hatte man in Puerto Rico gute Erfahrungen gemacht.



Leider fressen die Kröten in Australien aber nicht den Käfer, für den sie extra geholt wurden, sondern alles andere, was ihnen vor das Maul kam. Sie stellen für die einzigartige Tierwelt in Australien eine Gefahr dar, da ihre Anzahl jedes Jahr um ein Viertel wächst. Heute leben bereits mehr Kröten in Australien, als alle anderen einheimischen Amphibien zusammen. Sie haben keine Fressfeinde und sind noch dazu so giftig, dass sogar Süßwasserkrokodile, die versehentlich eine Kröte gefressen haben, an ihr eingehen. Der Lebensraum der Kröten breitet sich jedes Jahr in einem Radius von 40 km aus.

Forscher haben jetzt aber einen gentechnischen Ansatz gefunden, der den Vormarsch der Aga-Kröten stoppen könnte:

Bei Amphibien unterscheidet sich der Blutfarbstoff der Kaulquappe von dem des erwachsenen Tieres. Der Farbstoff des erwachsenen Tieres wird sogar von Kaulquappen über ihr Immunsystem bekämpft. Forscher wollen jetzt mithilfe eines gentechnisch veränderten Virus das Gen des erwachsenen Tieres in der Kaulquappe aktivieren, sodass sofort erwachsener Blutfarbstoff gebildet wird. Die Kaulquappe entwickelt dann Antikörper, welche den Farbstoff angreifen. Diese bleiben auch nach der Metamorphose im Körper, sodass der eigene Blutfarbstoff angegriffen wird; es entwickeln sich keine fortpflanzungsfähigen Kröten.

Noch wurde das Verfahren nicht im Freiland getestet, da der Virus auch andere Amphibienarten befallen kann und auf sie den gleichen Effekt hat. Er soll jetzt gentechnisch so verändert werden, dass er nur die Aga-Kröte befällt.

Die blaue Rose

Für die Farbe von Blütenblätter sind verschiedene Farbstoffe verantwortlich, die von der Pflanze erzeugt werden. Je nachdem welcher Stoffwechselweg für die Farbstoffherstellung im Erbmaterialeiner Pflanze vorliegt, kann sie nur bestimmte Farbstoffe produzieren. Mit der klassischen Züchtung gelingt es bisher nicht immer, eine bestimmte Blume in einer bestimmten Farbe leuchten zu lassen. Als Symbol für diese Unerreichbarkeit galt in der Romantik die „Blaue Blume“. (Frage deine Deutschlehrkraft.)



Mithilfe der Gentechnik ist jetzt diese Fantasie Wirklichkeit geworden. Seit 1987 der Forscher Peter Meyer mithilfe von Maisgenen Petunien von weiß auf rot umgefärbt hat, haben Firmen versucht, die Methoden der Gentechnik für die Blumenzüchtung einzusetzen.

Die australische Firma Florigene und die japanische Firma Suntory forschten seit vielen Jahren an einer blauen Rose. Dazu wurde das Gen für den blauen Farbstoff Delphinidin in die Rose eingebracht. Die Ergebnisse waren zunächst noch nicht perfekt, da daneben noch der rote Farbstoff Cyanidin von den Rosen selbst produziert wurde und so die Blüte lila wirkte. Erst seitdem das Gen für diesen Farbstoff ausgeschaltet werden konnte, gibt es seit 1. November 2008 die blaue Rose.

Der Markt für diese Rose wird von den Firmen als sehr groß eingeschätzt (30 Billionen Yen), da die blaue Rose seit alters her in vielen Kulturen (von China bis ins viktorianische England) als Symbol bekannt ist (vgl. oben). Sie ist in verschiedenen Ländern seit Herbst 2009 im Handel erhältlich.

Eine weitere Errungenschaft der Gentechnik ist eine im Dunkeln leuchtende Rose, bei der ein Gen aus Leuchtbakterien eingesetzt wurde.

Ob die Blume auch in Deutschland zu haben sein wird, darf bezweifelt werden, da das Gentechnik-Gesetz den Verbraucher vor gentechnisch veränderten Waren schützt.

weitere Informationen:

- Frankfurter Allgemeine Sonntagszeitung, 02.04.2006, Nr. 13 / S. 69
- <http://www.faz.net/s/Rub80665A3C1FA14FB9967DBF46652868E9/Doc~E62ECB51438894D21A3206CEE34A1B7E7~ATpl~Ecommon~Scontent.html>
- http://en.wikipedia.org/wiki/Blue_rose
- <http://www.telegraph.co.uk/news/worldnews/asia/japan/3329213/Worlds-first-blue-roses-after-20-years-of-research.html>

Goldener Reis- eine Pflanze mit Zusatznutzen

Reis stellt für weite Teile der Weltbevölkerung die Nahrungsgrundlage dar. Da in diesen Gebieten die Bevölkerung sehr arm ist, ernähren sich viele fast ausschließlich von Reis und damit sehr einseitig. Ernährungsphysiologisch besteht Reis fast ausschließlich aus einem Kohlenhydrat, der Stärke. Vor allem der Mangel an Vitaminen wirkt sich negativ auf die Gesundheit aus (z. B. Skorbut, Beri Beri). Die Idee des „golden rice“-Projekts ist es, dass in die Reispflanze Gene, die die Pflanze zur Herstellung von Vitaminen bzw. deren Vorstufen benötigt, eingebaut werden könnten, sodass Menschen, die sich von diesem Reis ernähren, von den Mangelkrankungen verschont bleiben.



Das Projekt wurde von Prof. Ingo Potrykus von der ETH Zürich zusammen mit Prof. Beyer von der Albert-Ludwigs-Universität in Freiburg 1992 gestartet. Dabei sollte v. a. der in Asien häufige Vitamin-A-Mangel behoben werden. Dieser kann z. B. zu Augenleiden bis zur Erblindung, zu einer Beeinträchtigung des Immunsystems und zu Wachstumsstörungen bei Kleinkindern führen.

Beim *golden-rice*-Projekt wurde ein Gen der Osterglocke und ein Gen aus einem Bakterium in das Reisgenom eingefügt. Beide zusammen bilden die Vitamin-A-Vorstufe β -Carotin. Dieses wird dann im Körper zu Vitamin A umgebaut. Beim *golden-rice-2*-Projekt wurden noch drei weitere Gene eingefügt, welche die Synthese von β -Carotin noch beschleunigen.

Das Projekt wird von der Öffentlichkeit mit großer Aufmerksamkeit verfolgt. Kritikpunkte sind u. a., dass Vitamin A als Medikament verteilt werden könnte und so *golden rice* überflüssig ist. Auch ist *golden rice* nicht patentfrei, wenn auch Patentgebühren erst ab einem Anbauwert von 10.000 \$ verlangt werden sollen. Schließlich denken die Kritiker, dass *golden rice* ein Prestigeprojekt ist, damit die grüne Gentechnik in der Bevölkerung besser akzeptiert wird.

Die Befürworter weisen dagegen darauf hin, dass dieser Reis (im Gegensatz zu Medikamenten) keine dauerhaften Probleme bei der Verteilung bereitet und dass ein Mensch bereits mit 70 g Reis pro Tag seinen Vitamingehalt decken könnte. Es könnten v. a. die Mangelerscheinungen bei Kleinkindern vermieden werden. Dazu muss ein Kleinbauer seine Arbeitsmethoden auch nicht (wie bei anderen gentechnisch veränderten Pflanzen) ändern.

weitere Informationen:

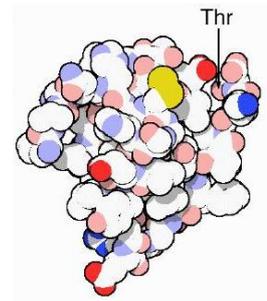
- www.goldenrice.org
- http://de.wikipedia.org/wiki/Goldener_Reis

Bildnachweis:

Wikimedia Commons, Reis-Rispe.jpg

Humaninsulin aus Bakterien

Bei der Zuckerkrankheit kann der Erkrankte keinen Traubenzucker in seine Zellen aufnehmen. Somit steht den Zellen zu wenig Energie zur Verfügung. Dabei ist Traubenzucker im Körper vorhanden, nur fehlt das Hormon Insulin aus der Bauchspeicheldrüse, welches für die Aufnahme in die Zelle entscheidend ist.



Bis zum Jahr 1927 war die Zuckerkrankheit tödlich. Damals wurde ein erster Patient mit Insulin aus Tieren behandelt und konnte so überleben. Dabei deckte der Insulin-Gehalt eines Schweins aber nur den Bedarf über drei Tage. So versuchte man andere Methoden der Insulingewinnung zu entwickeln. 1964 gelang die chemische Totalsynthese, d. h. Insulin konnte aus einfachen chemischen Verbindungen hergestellt werden. Dies war aber viel unwirtschaftlicher als die Aufarbeitung der Bauchspeicheldrüsen von Schlachttieren.

Seit etwa 1985 hat sich die gentechnische Herstellung von menschlichem (Human-)Insulin durchgesetzt. Dazu wurde das Gen für Insulin anfangs aus menschlichen Zellen isoliert. Inzwischen wird das Gen nach dem genetischen Code künstlich hergestellt. Zur Insulin-Produktion wird das Gen in Bakterien- oder Hefezellen eingesetzt. Diese Zellen bilden eine Vorstufe von Insulin (bis zu 40 % ihres Zellgewichts). Nach dem Abtöten der Bakterienzellen wird diese Vorstufe gereinigt und anschließend durch einfache chemische Prozesse in Insulin verwandelt. Dabei entstehen aus 40.000 l Bakterienansatz ungefähr 100 g Insulin. Ein Erwachsener braucht pro Tag ca. 2 mg Insulin.

Vorteile dieses Verfahrens sind neben der Wirtschaftlichkeit v. a. die Synthese von menschlichem Insulin. Rinder- bzw. Schweineinsulin ist geringfügig anders aufgebaut, was zu allergischen Reaktionen im menschlichen Körper führen kann.

Durch das gentechnisch erzeugte Humaninsulin ist für 140 Millionen Menschen die Versorgung mit reinem Insulin sichergestellt.

weitere Informationen:

- Schmid, R. D.: *Taschenatlas der Biotechnologie und Gentechnik*. Wiley-VCH Verlag, Weinheim, 2002
- Huismans, H.: *Lexikon der klinischen Diabetologie*. Deutscher Ärzte Verlag, Köln, 2005

Bildnachweis:

Wikimedia Commons, Two insulin.JPG

Alles Käse mit Chymosin

Bei der Käseherstellung wird traditionell Labferment, ein Enzym, eingesetzt. Es zerlegt das Eiweiß Kasein und bringt es zur Gerinnung. Aus diesem geronnenen Eiweiß wird schließlich Hartkäse hergestellt. Das Chymosin kann aus Kälbermägen durch chemische Verfahren gewonnen werden.

Da diese Lab-Quelle jedoch sehr begrenzt ist, kann der Bedarf für die moderne Käseproduktion nicht mehr mit traditionellem Kälberlab gedeckt werden. Es können auch „Lab-Austauschstoffe“ aus Pflanzen ("Labkraut") oder aus (gentechnisch nicht veränderten) Mikroorganismen verwendet werden. Allerdings können dabei Geschmacksveränderungen am Käse auftreten.

Deshalb wird inzwischen Chymosin mithilfe von gentechnisch veränderten Mikroorganismen hergestellt. Dazu wurde das aus den Zellen von Kälbern isolierte Chymosin-Gen auf geeignete Produktionsorganismen - in der Regel Schimmelpilze oder Hefen - übertragen. Diese werden vermehrt und in geschlossenen Systemen (Fermenter) kultiviert, wo sie das („Kälber“-)Chymosin in die umgebende Flüssigkeit abgeben. Das Chymosin wird abgetrennt und gereinigt.

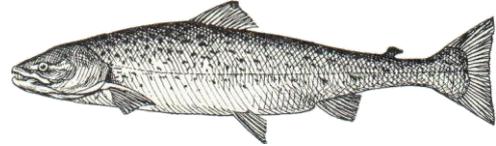
Weltweit wird ein großer Teil des Käses unter Verwendung "gentechnisch hergestellten" Chymosins erzeugt. Ebenso wie das Labferment gilt Chymosin in Deutschland nicht als Lebensmittelzutat und wird daher nicht auf der Zutatenliste deklariert. Eine Gentechnik-bezogene Kennzeichnung von Käse im Hinblick auf Chymosin ist nicht vorgeschrieben.

weitere Informationen:

- Schmid, R. D.: *Taschenatlas der Biotechnologie und Gentechnik*. Wiley-VCH Verlag, Weinheim, 2002
- <http://www.transgen.de/datenbank/enzyme/83.chymosin.html>

Gentechnik per Zufall: Der Riesenlachs

Häufig hilft der Zufall den Wissenschaftlern: Als einmal aus Versehen ein Tank mit gefangenen Flundern gefror, stellte man mit Verwunderung fest,



dass die Tiere nach dem Auftauen immer noch lebten. So suchte man das „Frostschutz“-Protein und das dazugehörige Gen. Als man es gefunden hatte, wollte man es auf den Lachs übertragen, damit dieser auch bei Temperaturen um den Gefrierpunkt gezüchtet werden kann. Überraschenderweise wuchsen diese Lachse jedoch viel stärker als ihre Artgenossen. Der Grund: Das Anti-Frost-Gen greift in den Hormonhaushalt der Lachse ein und bewirkt eine vermehrte Produktion des Wachstumshormons. In der Landwirtschaft werden (gentechnisch hergestellte) Wachstumshormone auch bei anderen Tieren (z. B. Schweinezucht bzw. Milchproduktion (nicht in der EU)) eingesetzt. Züchter erhoffen sich durch die schnell wachsenden Lachse erhebliche Kosteneinsparungen.

In den USA wird jedoch die Zulassung der Riesenlachse seit 1999 nicht gewährt. Es bestehen erhebliche Befürchtungen, dass schnell wachsende transgene Fische aus den Zuchtfarmen entweichen könnten. Da bei der Paarung der Lachse die Größe der Individuen einen Vorteil darstellt, könnten sie sich in den natürlichen Populationen zunächst durchsetzen. Da sie durch die Veränderungen jedoch weniger widerstandsfähig sind und nur wenige Nachkommen produzieren, könnten nach mehreren Generationen die natürlichen Lachsbestände ein- bzw. sogar völlig zusammenbrechen („trojanischer Gen-Effekt“).

Um dieses Risiko auszuschließen, sollen nur unfruchtbare Riesenlachse vermarktet werden, die sich nicht fortpflanzen können.

Ungeklärt ist noch, ob sich die betroffenen Gene innerhalb von mehreren Generationen weiter verändern und damit evtl. die eingebauten Sicherheiten (Unfruchtbarkeit) wieder unwirksam werden. Auch ein eventuelles Allergierisiko beim Menschen gegenüber den Riesenlachsen muss noch erforscht werden.

Letztendlich ist die Akzeptanz der Bevölkerung von gentechnisch veränderten (tierischen) Nahrungsmitteln für den weiteren Verlauf des Projektes „Riesenlachs“ entscheidend.

weitere Informationen:

- Schmid, R. D.: *Taschenatlas der Biotechnologie und Gentechnik*. Wiley-VCH Verlag, Weinheim, 2002
- <http://www.transgen.de/lebensmittel/tiere/145.doku.html>

Bildnachweis:

Wikimedia Commons, Lachs (Blitz).png

Medizin von der Weide - das Gene Pharming

Moderne Arzneimittel werden oft sehr aufwändig hergestellt. Forscher faszinieren deswegen schon seit langem die Methoden der Gentechnologie. Wurden bestimmte Arzneimittel lange Zeit v. a. aus Schlachttieren gewonnen (z. B. Insulin), so sollen v. a. als Medikamente verwendete Eiweißmoleküle mithilfe von Tieren erzeugt werden. Dabei würde sich besonders ihre Milch als „natürliche Eiweißquelle“ anbieten, aus der dann diese Medikamente isoliert werden könnten.



Zur Erzeugung eines transgenen Säugetieres muss einer Eizelle das gewünschte Gen eingesetzt werden und diese dann nach der Befruchtung einer Leihmutter eingesetzt werden, die das Tier austrägt. Bei dieser Methode entsteht aber aus weniger als einer von tausend Eizellen wirklich ein transgenes Tier. Trotzdem hätte diese Methode Vorteile, da das gewünschte Protein in der Milch sehr hohe Konzentrationen erreicht. So könnte zum Beispiel eine transgene Kuh den gesamten Bedarf an Faktor VIII (fehlt Bluter-Kranken zur Blutgerinnung) in den USA decken.

Seit 2008 ist in Deutschland ein erstes Medikament zugelassen, welches die Blutgerinnung bei erblich Erkrankten verhindert. Es wird aus Ziegenmilch isoliert.

Leider gibt es aber auch zahlreiche Probleme: Die geringen Erfolgsaussichten beim Einbringen des neuen genetischen Materials sorgen für sehr hohe Kosten. Dies steigert sich nochmals, wenn man nicht nur ein Tier, sondern eine Herde haben möchte, die dauerhaft für die Herstellung des Medikaments eingesetzt werden soll. Außerdem sind die Tiere mit Fremdeiweißen in ihrem Körper konfrontiert, was auf Dauer zu gesundheitlichen Problemen führen kann.

weitere Informationen:

- Schmid, R. D.: *Taschenatlas der Biotechnologie und Gentechnik*. Wiley-VCH Verlag, Weinheim, 2002
- <http://www.transgen.de/lebensmittel/tiere/652.doku.html>

Bildnachweis:

Wikimedia Commons, Cattle_herd.jpg

RoundUp- ein Pflanzenschutzmittel mit passenden Kulturpflanzen

Das Pflanzenschutzmittel RoundUp ist seit 1970 bekannt. Es greift bei den Pflanzen in den Stoffwechsel ein und behindert ein Enzym, welches für die Produktion mehrerer lebensnotwendiger Grundbaustoffe zum Aufbau des Pflanzenkörpers wichtig ist. Die Pflanzen gehen schließlich an diesem Mangel ein.

Der Vorteil dieses Unkrautvernichtungsmittel ist, dass es, laut Hersteller, in der Umwelt schnell abgebaut wird und auch nicht in andere Lebensräume verfrachtet wird. Nachteilig ist, dass zunächst nicht nur Unkraut, sondern auch die Kulturpflanzen betroffen sind. In der klassischen Landwirtschaft wurde RoundUp deswegen nur



zur Vorbereitung der Felder eingesetzt. Inzwischen gibt es aber zu RoundUp gentechnisch angepasste Pflanzen. Diese haben aus dem Bakterium *Escherichia coli* ein Enzym erhalten, welches das durch RoundUp blockierte Enzym ersetzt, sodass die Pflanzen auch weiterhin die wichtigen Grundbaustoffe aufbauen können. Damit kann auf diesen Feldern auch während Kulturpflanzen auf dem Feld sind, RoundUp ausgebracht werden. Das Patent auf diese Pflanzen besitzt die Firma Monsanto, sodass interessierte Landwirte dort das Saatgut kaufen müssen.

Inzwischen werden auch die Probleme von RoundUp immer augenscheinlicher: So erfolgt der biologische Abbau nicht so schnell, wie von Monsanto angegeben, es könnten auch Gefahren beim direkten Kontakt mit RoundUp auftreten. In Experimenten mit Seeigelleiern wurde beobachtet, dass die Entwicklung der Jungen beeinträchtigt wird, da RoundUp scheinbar die Zellteilung stört. Auch sind inzwischen erste Resistenzen bei „Unkraut“ aufgetreten, so dass RoundUp nicht mehr die gewünschte Wirkung erzielt. Eventuell wurde das veränderte Gen auf diese Pflanzen übertragen.

In letzter Zeit wird auch diskutiert, ob RoundUp eine Mitschuld an dem weltweiten Amphibiensterben trägt. Dabei steht aber nicht der Wirkstoff selbst, sondern ein Netzmittel, das zur besseren Aufnahme für die Pflanzen zugegeben wird, unter Verdacht. Monsanto möchte dieses jetzt gegen ein neues Mittel austauschen.

weitere Informationen:

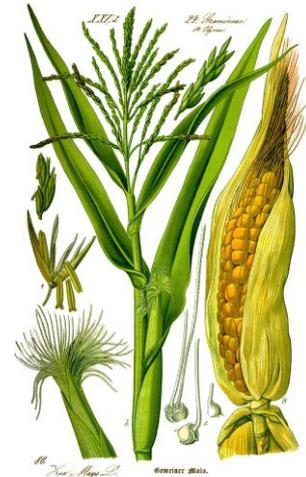
- Schmid, R. D.: *Taschenatlas der Biotechnologie und Gentechnik*. Wiley-VCH Verlag, Weinheim, 2002
- <http://www.taz.de/1/leben/medien/artikel/1/mit-gift-und-genen/?src=HL&cHash=62043cfc3f&type=98>
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Roundup>

Bildnachweis:

Wikimedia Commons, Soybeans.jpg

bt-Mais - Resistenz durch ein Fraßgift

Der Maiszünsler, ein Kleinschmetterling, kann Maispflanzen auf verschiedene Weisen schädigen. So kommt es für den Landwirt zu erheblichen Ernteaussfällen. Seit ca. 100 Jahren ist ein Gift aus einem Bodenbakterium *Bacillus thuringiensis* (bt) bekannt, das gegen Schmetterlinge wirkt. Es handelt sich um ein Eiweiß, welches nur im Darm von Schmetterlingen aktiviert wird und diese dann abtötet. Seit ca. 50 Jahren wird mit diesem Protein der Maiszünsler bekämpft; es darf sogar in der ökologischen Landwirtschaft verwendet werden. Die Forscher hatten jetzt die Idee, den Bauplan dieses Eiweißmoleküls direkt in die Pflanzen einzubauen und so die Nutzpflanzen vor den Raupen des Maiszünslers zu schützen. Am bekanntesten ist der bt-Mais, der auch am stärksten in der Diskussion steht.



Die Vorteile dieser Methode wären, dass die Pflanzen automatisch gegen den Schädling geschützt wären. Auf das Spritzen von Insektiziden könnte u. U. vollständig verzichtet werden und so würden auch andere Schmetterlinge geschützt, da das Gift nur noch auf die Pflanzen fressenden Schädlinge wirken würde. Inzwischen können sogar Pflanzen erzeugt werden, die das Gift nur noch in bestimmten Pflanzenteilen produzieren, an denen der Schädling auch vorkommt. So können z. B. Maiskolben völlig bt-Toxin-frei gehalten werden.

Die Gegenargumente betreffen mehrere Probleme: Zunächst können Schädlinge Resistenzen gegenüber dem bt-Gift entwickeln. Ein ständiger Kontakt mit den gentechnisch veränderten Pflanzen würde dies beschleunigen und besonders der ökologische Landbau hätte das bt-Toxin als Insektizid nicht mehr zur Verfügung. Außerdem ist immer noch nicht mit letzter Sicherheit geklärt, ob und wie das bt-Toxin auch auf andere Organismen wirkt. Eine Laborstudie mit dem Monarchfalter erbrachte Hinweise darauf. Schließlich wurde an der Veterinärmedizinischen Uniklinik Wien bei Versuchen mit Mäusen eine fruchtbarkeitsschädigende Wirkung festgestellt. Letztendlich kann auch nicht ausgeschlossen werden, dass das bt-Gen über Pollen in anderen Pflanzen übertragen wird oder dass Mikroorganismen es im Boden aufnehmen. Hier wäre es besonders schlimm, wenn das durch das technische Verfahren zugehörige Antibiotika-Resistenzgen auf Krankheitskeime übertragen werden würde. Bisher konnte aber noch keine Position endgültig bestätigt werden. Am 14.4.2009 wurde der Anbau von bt-810-Mais in Deutschland verboten.

weitere Informationen:

- Schmid, R. D.: *Taschenatlas der Biotechnologie und Gentechnik*. Wiley-VCH Verlag, Weinheim, 2002
- http://de.wikipedia.org/wiki/Transgener_Mais
- <http://www.transgen.de/anbau/btkonzept/210.doku.html>

Bildnachweis:

Wikimedia Commons, Illustration Zea mays0_clean.jpg