

Goldener Reis: Ein Beitrag zur Behebung eines gravierenden Vitaminmangels in Asien

Hans Walter Heldt

Ingo Potrykus hat im Rahmen unseres Symposiums unter obigem Titel einen vieldiskutierten Vortrag gehalten. Mit seiner Zustimmung gebe ich seine Aussagen im Folgenden wieder.

Ein großes Problem, von dem große Teile der Weltbevölkerung betroffen sind, ist neben dem Hunger auch die Mangelernährung und deren gravierende Auswirkung auf die Gesundheit. Jährlich sterben schätzungsweise vier bis fünfzehn Millionen Menschen an den Folgen von Mangelernährung. Bevölkerungen in Asien, die sich hauptsächlich von Reis ernähren, leiden an einem Mangel an β -Carotin (Provitamin A), Eisen und essentiellen Aminosäuren.

Die Arbeiten von Potrykus, Baier und vieler anderer eröffnen nun eine sehr realistische Chance, durch den Einsatz der Grünen Gentechnik Reissorten zu erzeugen, die Mangelsubstanzen enthalten und dadurch einer Mangelernährung abhelfen könnten.

β -Carotin (Provitamin A)

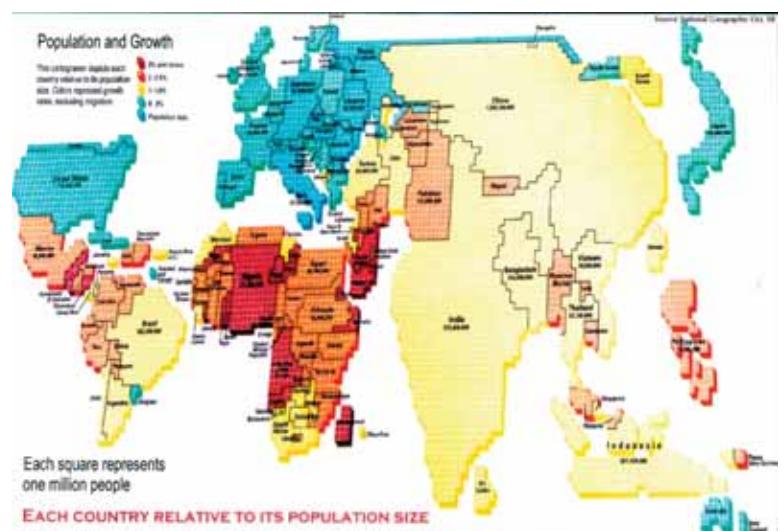
Besonders in Asien sind etwa 800 Millionen Menschen von einem gravierenden Vitamin-A-Mangel betroffen. β -Carotin (als Vitaminvorstufe mit Provitamin A bezeichnet) ist in Reis nicht enthalten. Vitamin A ist u.a. Ausgangssubstanz für die Bildung des Sehpigments Rhodopsin im Auge. Vitamin-A-Mangel führt zu irreversiblen Augenschäden, die sich besonders gravierend während der kindlichen Entwicklung auswirken. Infolgedessen erblinden jährlich 500 000 Kinder. Internationale Organisationen versuchen dem entgegenzuwirken. Sie verteilen kostenlos Vitamin A-Kapseln und fortifizieren Zucker durch zugesetztes Vitamin A. Diese Maßnahmen sind kostenintensiv, erzielen aber aufgrund der Verteilungsprobleme nur beschränkte Wirkung.

Einen alternativen und weitaus kostengünstigeren Weg zur Behebung des Vitamin-A-Mangels sucht Ingo Potrykus. Es ist ihm mit seinen Kollegen gelungen, durch gentechnische Methoden Gene für die Enzyme der β -Carotin-Synthese, die zuvor aus Bakterien isoliert wurden, in Reis einzubringen, und zwar in einer Weise, daß in den wachsenden Reiskörnern β -Carotin synthetisiert wird. Durch den Gehalt an β -Carotin erhalten die reifen Reiskörner eine gelbliche Färbung, daraus leitet sich der Name „Golden Rice“ her. Die gentechnische Veränderung wurde an einer Laborlinie von Reis vorgenommen. Diese transgenen Linien wurden inzwischen an Züchtungsbetriebe in den Philippinen, China, Indien, Vietnam und anderen Ländern abgegeben, damit sie in lokale Sorten eingekreuzt werden können. Etwa in fünf Jahren dürfte der „Golden Rice“ für den Anbau verfügbar sein.

Behebung eines Eisenmangels

Man rechnet, daß 2,4 Milliarden Menschen, besonders Frauen und Kinder, zu wenig Eisen mit der Nahrung aufnehmen. Eisenmangelanämie führt zu schweren Krankheiten und ist eine Hauptursache für Mütter- und Kindersterblichkeit. Ursache von Eisenmangel-Ernährung ist nicht nur ungenügende Zufuhr von Eisen über die Nahrung, sondern auch große Mengen an Phytat, das in Getreidefrüchten wie Reis enthalten ist. Phytat leitet sich von Inositol, einem zyklischen Alkohol, ab, bei dem die sechs Hydroxylgruppen jeweils durch Phosphorsäure verestert sind. Phytat ist in den Körnern ein wichtiger Phosphat-Speicher für die Samenkeimung, zugleich bindet es Eisenionen zu einem sehr festen Komplex. Dadurch werden bei einer Phytathalti-

Abb. 1
Weltkarte nach Bevölkerungszahl, National Geographic Okt. 1998



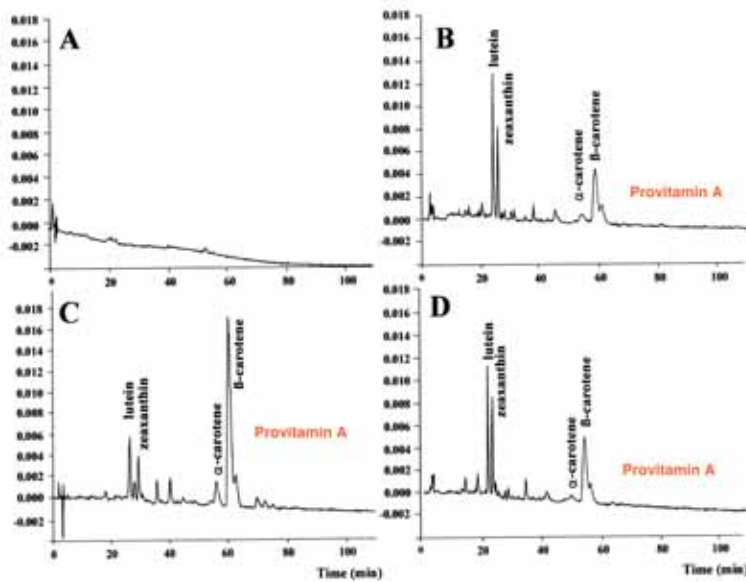


Abb. 2
Biochemische Analyse von Provitamin A produzierendem Reis

gen Nahrung gleichzeitig zugeführte Eisenionen fest gebunden und können nicht mehr von den Darmschleimhäuten aufgenommen werden. Um einem Eisenmangel abzuwehren, wird derzeit gentechnisch veränderter Reis erzeugt, bei dem zum einen durch die Einfügung des Gens für das Eisenspeicherprotein Ferritin der Eisengehalt in den Reiskörnern erhöht wird, und zum anderen durch das Einfügen eines Gens für ein kochbeständiges Phytinspaltendes Enzym (Phytase) ermöglicht wird, daß bei der Verdauung der Nahrung das Phytat durch Abspaltung von Phosphatresten abgebaut wird. Auf diese Weise verliert das Phytat seine Hemmwirkung auf die Eisenaufnahme. Zudem wurde in Reis auch noch ein Gen eingefügt, welches ein Polypeptid mit einem hohen Gehalt an Schwefel-Aminosäuren kodiert. Dieses Polypeptid fördert die Eisenaufnahme durch die Darmschleimhaut. Wenngleich diese Arbeiten noch nicht abgeschlossen sind, kommt man dem Ziel nahe, durch den gleichzeitigen Einbau der drei erwähnten Gene einen gentechnisch veränderten Reis zu erzeugen, dessen Verzehr einen Eisenmangel abwehrt.

Verbesserung der Proteinqualität von Reis

In vielen Teilen der Welt erfolgt, aufgrund vorwiegend vegetarischer Ernährung, die notwendige Proteinzufuhr weitgehend durch Getreide. Die Aminosäure-Zusammensetzung der Speicherproteine in Getreidekörnern entspricht nicht dem menschlichen Nahrungsbedarf, es besteht ein Mangel an essentiellen Aminosäuren. Reis ist in dieser Hinsicht eine besonders schlechte Proteinquelle. Bei einer normalen täglichen Diät von

300 g Reis werden nur 10% des täglichen Bedarfs an essentiellen Aminosäuren, wie z.B. Threonin, Lysin, Methionin und Tryptophan gedeckt. Bei reinen Vegetariern, vor allem bei Kindern, kann dieser Mangel zu irreparablen physischen und mentalen Schäden führen. Um Reis eine höhere Nahrungsqualität zu verleihen, wurde ihm ein Gen für ein künstliches Peptid bestehend aus 20 Aminosäuren, davon vorwiegend essentielle Aminosäuren, eingefügt. Das durch dieses Gen kodierte Protein hat die Eigenschaften eines Speicherproteins und wird in den entstehenden Reiskörnern abgelagert. Man erhält auf diese Weise einen Reis mit einem deutlich erhöhten Gehalt an Protein, wobei letzteres einen sehr hohen Anteil an essentiellen Aminosäuren aufweist. Die Arbeiten sind noch nicht abgeschlossen, eröffnen jedoch eine realistische Chance, Reissorten mit einem hohen Gehalt an hochwertigen Proteinen zu erzeugen.

Das langfristige Ziel dieser Arbeiten ist, alle Verbesserungen (Gehalt an β -Carotin, Erhöhung des Eisengehaltes und Verbesserung der Eisenaufnahme, sowie die Erhöhung und qualitative Verbesserung des Proteingehalts), in einer gentechnisch veränderten Reislinie zu realisieren, um diese durch lokale Züchtungsbetriebe in lokale Sorten einzukreuzen. Auch ist beabsichtigt, diese Merkmale durch gentechnische Veränderungen in andere Pflanzen, wie z.B. Weizen, Mais, Hirse, Kasawa, Bananen, Süßkartoffeln und Kartoffeln, einzubringen, um deren Nahrungsqualität zu erhöhen.

Wirtschaftliche Aspekte

Die gezeigten Wege zur Verbesserung der Nahrungsqualität wurden von Anfang an als humanitäre Projekte verstanden, um durch Nutzung moderner Technologien denen zu helfen, die in Not sind. So wurde sorgfältig darauf geachtet, daß nur Finanzmittel von gemeinnützigen Institutionen (z.B. Schweizer Nationalfonds, Rockefeller Foundation) für diese Experimente eingesetzt wurden, um im Erfolgsfall imstande zu sein, die Ergebnisse verschenken zu können. Es stellte sich aber heraus, daß die verwendeten Standardtechnologien durch 70 Patente in den Händen von 32 Firmen und Universitäten blockiert waren. Die Kooperation von Seiten der Biotech-Industrie war jedoch überaus positiv, die Lizenzen für alle erforderlichen Technologien wurden für humanitäre Nutzungen verschenkt. Als Definition für humanitäre Nutzung hatte man sich folgendermaßen geeinigt: Alles was zu einem Verdienst von unter 10 000 Dollar pro Jahr an Golden Rice führt, ist humanitär, alles darüber kommerziell. Es gibt vermutlich keinen Subsistenzfarmer, der viel mehr als 1000 Dollar pro Jahr verdient. Dies ist ein ermutigendes Beispiel dafür, wie die Problematik des Patentierens, mit

dem Wunsch, die Technologien auch für humane Zwecke anzuwenden, entschärft werden kann.

Widerstände gegen die humane Nutzung der Gentechnik

Für Europa mit seiner hochsubventionierten Landwirtschaft ist eine Nutzung der Gentechnik zur Erhöhung von Effizienz und Qualität in der Landwirtschaft nicht zwingend erforderlich. Auch ergibt sich aus dem herrschenden Nahrungsangebot bei vernünftiger Lebensweise keine Ursache für Mangelernährung. Wir können es uns leisten, auf die Grüne Gentechnik zu verzichten. Für den großen Anteil der Weltbevölkerung, die Not leidet, aber bietet die Grüne Gentechnik Hoffnung auf verbesserte Lebensbedingungen, selbst wenn sich dies nicht in allen Fällen bestätigen sollte. Es gibt gute humane Gründe für die Realisierung dieser hoffnungsvollen Ansätze. Hier gibt es jedoch weitere große Widerstände. Da es sich bei dem gentechnisch veränderten Reis um ein transgenes Lebensmittel handelt, müssen nach den bestehenden Bestimmungen mindestens 40 Millionen Dollar eingesetzt werden, um alle erforderlichen Auflagen an Untersuchungen für die Herausgabe eines transgenen Lebensmittels zu erfüllen. Da es selbst für die Großindustrie nicht einfach ist, für ein Produkt, mit dem wenig zu verdienen ist, solche Summen aufzuwenden, ist es um so schwerer, Gelder in dieser Größenordnung für ein Produkt bereitzustellen, das man verschenken will. Ein bislang ungelöstes finanzielles Problem.

Ein wohl noch größeres Hindernis ist die durch ideologische Gegner der Grünen Gentechnik geschürte Abneigung gegen Produkte der Grünen Gentechnik. Eine professionelle Gen-Opposition nutzt bei einem Fehlen von biologischem Grundlagenwissen in der Öffentlichkeit die unschwellige Ablehnung von Unbekanntem aus, um die Angst zu schüren, man würde beim Verzehr von Produkten transgener Pflanzen Schaden erleiden. In diesem Zusammenhang ist eine neue Studie aufschlußreich: „Food related illness death in the USA“ webpage (<http://www.cdc.gov/ncidod/eid/vol15/meadG.htm>). Aus ihr geht hervor, daß in den USA von den 260 Mio. Einwohnern innerhalb eines Jahres 5.200 Menschen in Folge normaler Ernährung (zumeist durch Nahrungsmittelvergiftung) gestorben sind. Demgegenüber wurde kein einziger Fall verzeichnet, bei dem Krankheit oder Tod durch den Verzehr transgener Lebensmittel verursacht wurden.

Es ist bedrückend, daß Bemühungen, das Los großer Teile der unterprivilegierten Menschheit zu verbessern, in unserem satten Europa auf eine derart vehemente Gegnerschaft stoßen. In der allgemeinen Agitation gegen die Grüne Gentechnik nimmt der „Golden Rice“ eine herausragende



Abb. 3
Goldener Reis: die Färbung ist Indikator für das Provitamin A

Rolle ein. Es wird versucht den „Golden Rice“ mit Macht zu verhindern, da befürchtet wird, daß er wegen seiner offensichtlichen potentiellen Nützlichkeit zu einem Trojanischen Pferd der Grünen Gentechnik werden könnte. Es wird daher versucht, den „golden Rice“ als nutzlos (fool's gold) zu diskriminieren, mit der nachweislich falschen Behauptung, daß der Mensch täglich 3,7 kg (Trockengewicht) Reis zu sich nehmen müßte, um einem Vitamin-A-Mangel abzuweichen. Tatsächlich sind bei dem bislang erzeugten Reis nur 200-300 g täglich erforderlich, um Vitamin-A-Mangel zu vermeiden, wobei Gehaltsteigerungen noch zu erwarten sind.

Die Entscheidung, ob die armen Bevölkerungen dieser Welt von den aufgezeigten Chancen der Gentechnik einen Nutzen haben, hängt weniger von ökonomischen oder patentrechtlichen Problemen und auch nicht von Problemen der Gesundheit oder von Umweltrisiken ab, sondern wird ganz entscheidend bestimmt vom politischen „Erfolg“ radikaler Anti-Gentechnik-Organisationen. Diejenigen, die sorgfältig geplante humane Projekte für die Notleidenden in der Welt aus der Warte des satten Europas zu verhindern suchen, sollten für ihr Tun auch verantwortlich gemacht werden.

Anschrift des Referenten:

Prof. Dr. Ingo Potrykus
ETH-Zentrum – Institut für
Pflanzenwissenschaften
Bereich Pflanzenbiotechnologie
Universitätsstraße 2
8092 Zürich
Schweiz