

10 Fragen zu gentechnisch veränderten Lebensmitteln

Original-Titel: « 10 Questions about GM-Food »

von Claire Robinson, MPhil, Michael Antoniou, PhD, und John Fagan, PhD.

<https://www.gmwatch.org/files/10-Questions-about-GM-Foods.pdf>

1. Steigert die Gentechnik beim Pflanzenanbau die Erträge?

Gentechnisch veränderte (GV-)Pflanzen erhöhen das Ertragspotenzial nicht, sie verringern es manchmal sogar. Dass die Erträge der wichtigsten Nutzpflanzen in den letzten Jahrzehnten zugenommen haben, ist auf die konventionelle Züchtung zurückzuführen, nicht auf GV(1).

Hoher Ertrag ist ein komplexes genetisches Merkmal, das sich aus dem Zusammenspiel vieler Gene ergibt. Die Art und Weise des Zusammenspiels wird von den Wissenschaftlern nicht vollständig verstanden. Sie kann mit den bestehenden primitiven genetischen Techniken - oder auch mit den neuen Techniken in der Entwicklungspipeline - in Pflanzen gentechnisch nicht programmiert werden. Gute landwirtschaftliche Methoden, wie die Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit, sind ebenso wichtig oder noch wichtiger für die Ertragsmaximierung.

Eine Studie, die die landwirtschaftliche Produktivität in den USA und Westeuropa bei den Grundnahrungsmitteln Mais, Raps und Weizen in den letzten 50 Jahren vergleicht, ergab, dass im Gegensatz zur überwiegend gentechnikfreien Produktion in Westeuropa die hauptsächlich gentechnisch veränderte Produktion in den USA die Erträge verringert und der Pestizideinsatz erhöht waren. Entgegen der Behauptung, dass die Zurückhaltung Europas bei der Einführung von GVO dazu führen würde, dass Europa hinter den USA zurückbleibt, ist das Gegenteil der Fall: Die Einführung von GVO-Kulturen in den USA führte offensichtlich dazu, dass die USA sowohl in Bezug auf Produktivität als auch auf Nachhaltigkeit hinter Europa zurückbleiben (2).

2. Verringern gentechnisch veränderte Pflanzen den Einsatz von Pestiziden?

GV-Herbizid-tolerante Pflanzen sind so konzipiert, dass sie allein überleben, wenn sie mit Herbiziden, meist Glyphosat-basierten Herbiziden wie Roundup besprüht werden. Alle Pflanzen auf dem Feld werden getötet, mit Ausnahme der GV-Herbizid-toleranten Pflanzen. Über 80% aller weltweit angebauten gentechnisch veränderten Pflanzen sind so konzipiert, dass sie ein oder mehrere Herbizide vertragen. Etwa 98% der kommerziellen gentechnisch veränderten Pflanzen sind entweder für die Verträglichkeit von Herbiziden entwickelt worden oder sie produzieren selbst ein Toxin, ein Bt-Insektizid (3). Herbizide und Insektizide sind technische Pestizide.

GV-Herbizid-tolerante Pflanzen haben zu einem massiven Anstieg des Herbizideinsatzes geführt (4,5,6,7,8,9). Die vom US-Landwirtschaftsministerium erhobenen Daten zeigen, dass der Anbau von GV-Herbizid-toleranten Kulturen zwischen 1996 und 2011 zu einem Anstieg des Herbizideinsatzes in den Vereinigten Staaten um 239 Millionen Kilogramm geführt hat. Damit wurde die geringe

Verminderung um 56 Millionen Kilogramm gespritzter Insektizide aufgrund von GV Bt-insektizid- Kulturen weit überschritten. Der gesamte Pestizideinsatz stieg bereits von 1996-2011 um schätzungsweise 183 Millionen kg oder etwa 7% gegenüber der Menge, die verwendet worden wäre, wenn die gleichen Flächen mit nicht gentechnisch veränderten Kulturen bepflanzt worden wären(5).

Gentechnisch veränderte Bt-Pflanzen (BT= Bazillus thuringiensis Toxin) sind nicht einmal ein wirksames Mittel, um den Insektizideinsatz in der Landwirtschaft zu reduzieren. Im Gegensatz dazu reduzierte Frankreich bis 2007 sowohl den Herbizideinsatz auf 94% des Niveaus von 1995 als auch den chemischen Insektizideinsatz auf 24% des Niveaus von 1995. Bis 2009 sank der Herbizideinsatz auf 82% und der Insektizideinsatz auf 12% des Niveaus von 1995. Ähnliche Trends gibt es in Deutschland und der Schweiz. Diese Vorteile wurden ohne den Einsatz von gentechnisch veränderten Pflanzen erreicht(2).

Diese fortschrittlichen Trends müssen nicht zu einem deutlichen Rückgang der Erträge oder des Einkommens der Landwirte führen. Eine Studie der französischen Regierung aus dem Jahr 2011 ergab, dass der Einsatz von Pestiziden durch die Einführung integrierter Agrartechniken um 30 % reduziert werden konnte, wobei die Produktion nur geringfügig zurückging (96,3 % des derzeitigen Niveaus) und die Einkommen der Landwirte nicht beeinträchtigt wurden(10).

Wenn man bedenkt, dass die Pflanze selbst zu einem Pestizid wird, reduzieren oder eliminieren gentechnisch veränderte Bt-Pflanzen auch nicht die Freisetzung von Insektiziden in die Umwelt. Gentechnisch veränderte Bt-Pflanzen produzieren in der Regel mehr Insektizide als die Menge an chemischen Insektiziden, mit denen sie gespritzt werden, bei GV Bt Mais mit mehrfach veränderten Merkmalen sogar bis zum 19-fachen (5).

Die Befürworter von GVO (Genetisch veränderte Organismen) behaupten, dass das in die GV-Bt-Kulturen eingebaute Bt-Toxin für Nichtzielorganismen und Säugetiere unbedenklich sei. Sie begründen diese Behauptung mit der Aussage, dass natürliches Bt-Toxin, das aus einem gewöhnlichen Bodenbakterium stammt, seit langem sicher verwendet wird, wenn es als Insektizid-Spray in der konventionellen und ökologischen Landwirtschaft eingesetzt wird.

Aber das gentechnisch veränderte Bt-Toxin unterscheidet sich sowohl in seiner Struktur als auch in seiner Wirkungsweise vom natürlichen Bt-Toxin(11,12,13). Im Gegensatz zu natürlichem Bt-Toxin, das erst im Darm des Insektenschädling aktiviert wird und bei Tageslicht schnell abgebaut wird, liegt das Bt-Toxin in gentechnisch veränderten Bt-Toxinen in voraktivierter Form vor und ist ständig aktiv. Es wurde festgestellt, dass gentechnisch veränderte Bt-Kulturen toxisch sind für Schmetterlinge (14,15,16) und nützliche Insekten, die für Landwirte hilfreich sind, wie Marienkäfer (17,18) und Flurfliegen (18,19,20). Gentechnisch veränderte Bt-Kulturen haben sich in Labor- und Nutztierfütterungsversuchen als giftig für Säugetiere erwiesen (21,22,23,24,25,26,27,28).

3. Sind gentechnisch veränderte Kulturen eine dauerhafte und wirksame Lösung für die Unkrautprobleme der Landwirte?

Die Hauptursache für den zunehmenden Herbizideinsatz bei gentechnisch veränderten Kulturen ist die schnelle Verbreitung von Glyphosat-resistenten

Superunkräutern (5). Der übermäßige Einsatz von Roundup und anderen Glyphosat-basierten Herbiziden bei GV-Herbizid-toleranten Kulturen (4,29) hat durch Selektionsdruck bewirkt, dass Herbizid-resistente Unkräuter das Sprühen überleben und ihre Resistenz- Gene an die nächste Generation von Unkräutern weitergeben. Landwirte müssen mehr Herbizid oder Mischungen verschiedener Herbizide sprühen, um so zu versuchen, das Unkraut zu bekämpfen.

Die mit Glyphosat-resistenten Unkräutern belastete Anbaufläche wuchs in den USA laut einer Branchenumfrage im Jahr 2012 auf massive 61,2 Millionen Hektar. Fast die Hälfte aller befragten US-Bauern berichtete, dass 2012 Glyphosat-resistente Unkräuter in ihrem Betrieb vorhanden waren, gegenüber 34% der Landwirte im Jahr 2011. Die Umfrage zeigte auch, dass die Ausbreitungsrate Glyphosat-resistenter Unkräuter an Fahrt gewinnt und 2011 um 25% und 2012 um 51% gestiegen ist (30,31).

Wenn resistente Unkräuter zum ersten Mal auftreten, verwenden Landwirte oft mehr Glyphosat-Herbizide, um sie zu kontrollieren. Aber im Laufe der Zeit ist keine Menge an Glyphosat-Herbizid mehr wirksam (29,32). Die Landwirte sind gezwungen, auf potenziell noch giftigere Herbizide und Herbizid-Mischungen zurückzugreifen, darunter 2,4-D (ein Bestandteil des giftigen Entlaubungsmittels Agent Orange aus dem Vietnamkrieg) und Dicamba (4,33,34,35,36,37,38,39).

Einige US-Landwirte gehen zurück zu arbeitsintensiveren Methoden wie Pflügen - und reißen sogar Unkraut von Hand aus (40). In Georgia wurden 2007 4.000 Hektar Ackerland aufgegeben, nachdem es von Glyphosat- resistentem Schweinegras überwuchert wurde (41). Ein Bericht besagte, dass das resistente Schweinegras im Süden der Vereinigten Staaten so hart war, dass es an Landmaschinen zu Brüchen kam (42).

4. In den USA wurden Billionen von GVO-Mahlzeiten verzehrt. Also haben gentechnisch veränderte Pflanzen keine toxischen oder Allergie auslösenden Wirkungen - richtig?

Fütterungsstudien an Versuchstieren und Nutztieren haben ergeben, dass einige gentechnisch veränderte Futterpflanzen, einschließlich der bereits auf dem Markt befindlichen, toxische oder allergene Wirkungen haben. Folgende Auswirkungen können sich aus den GV-Pflanzen selbst oder aus Rückständen der auf ihnen ausgebrachten Pestizide ergeben:

- Leber- und Nierentoxizität (12,22,21,21,28)
- Vergrößerte Leber (43)
- Funktionsstörungen von Leber, Bauchspeicheldrüse und Hoden (44,45,46)
- Beschleunigte Leberalterung (47)
- Störungen der Funktion des Verdauungssystems und zelluläre Veränderungen in Leber und Bauchspeicheldrüse (23)
- Weniger effiziente Futterverwertung und Verdauungsstörungen (48)
- Veränderte Darmflora (49,50)
- Darmanomalien (24)
- Übermäßiges Wachstum der Darmschleimhaut, ähnlich einem Vorstadium von Krebs(51,52)
- Veränderte biochemische Blutwerte, multiple Organschäden und mögliche Auswirkungen auf die männliche Fruchtbarkeit (26,25)

- Immunstörungen (27,53,54) Immunreaktionen (53,49) und allergische Reaktionen (55)
- Enzymfunktionsstörungen in Niere und Herz (56)
- Magenläsionen und unerklärliche Todesfälle (57,58,59,59,60)
- Verdickte Gebärmutter Schleimhaut (61)
- Schwere Magenentzündung und höheres Uterusgewicht (62)
- Unterschiede im Gewicht der Organe (50), ein typisches Symptom bei Toxizität oder Krankheit.

Weitere Einzelheiten zu diesen Studien finden Sie im Buch „Mythen und Wahrheiten der GVO“ (66, Mythos 3.1).

In der detailliertesten Fütterungsstudie, die jemals an Ratten mit einem gentechnisch veränderten Nahrungsmittel durchgeführt wurde, konnten schwere Schäden an Leber, Niere und Hypophyse festgestellt werden. Die Tiere wurden mit kommerziellem gentechnisch verändertem Mais gefüttert, sowohl ohne als auch mit einer geringen Menge des Herbizids Roundup, mit der auch der GV-Mais über einen längeren Zeitraum gespritzt wird. Zusätzliche Beobachtungen waren erhöhte Raten von großen Tumoren und eine erhöhte Sterblichkeit bei den Ratten, die mit GV-Mais mit und ohne Roundup gefüttert wurden (63). GV-Mais, der nicht mit Roundup behandelt wurde, hatte also ähnliche toxische Wirkungen wie der mit Roundup gespritzte GV-Mais - und auch Roundup allein. Das zeigt, dass der GV-Mais selbst ebenfalls toxisch war.

Diese Studie geriet unter heftige Attacke von GV-Befürwortern und wurde von der Zeitschrift, die sie veröffentlichte, zurückgezogen, mehr als ein Jahr nachdem sie nach bestandener Peer Review-Verfahren im Druck erschienen war. Die Rücknahme wurde jedoch von Hunderten von Wissenschaftlern weltweit als unbegründet verurteilt (64,65). Eine umfassende Diskussion über die Studie und ihre Rücknahme findet sich im Buch „GVO-Mythen und Wahrheiten“ (66, Kapitel 3.2).

Das Argument, dass Billionen von gentechnisch veränderten Mahlzeiten ohne negative Auswirkungen verzehrt wurden, ist nicht stichhaltig. Es wurden keine epidemiologischen Studien durchgeführt, um den Verbrauch von gentechnisch veränderten Lebensmitteln zu verfolgen und zu beurteilen, ob es negative Auswirkungen gibt, die mit dem Verbrauch korrelieren. Außerdem sind solche Studien in Nordamerika, dem Kontinent, auf dem die meisten gentechnisch veränderten Mahlzeiten konsumiert werden, nicht einmal möglich, da dort GVO-Lebensmittel nicht gekennzeichnet sind. Solange der Verzehr keine akute und offensichtliche Reaktion hervorruft, die unmittelbar auf ein gentechnisch verändertes Lebensmittel zurückzuführen ist, kann der Zusammenhang nicht hergestellt werden. Eine Zunahme häufiger, sich langsam entwickelnder Krankheiten wie Krebs, Allergien, Nieren- oder Leberschäden wäre jedoch schwierig oder unmöglich, mit gentechnisch veränderten Lebensmitteln in Verbindung zu bringen.

5. Können gentechnisch veränderte und nicht gentechnisch veränderte Kulturen "koexistieren"?

GM-Gene können nicht kontrolliert, isoliert oder zurückgerufen werden. Einmal in die Umwelt entlassen, können sie durch Kreuzbestäubung und Selbstaussaat fortbestehen und sich ausbreiten. Darüber hinaus können gentechnisch veränderte Pflanzen während der Ernte, bei der Lagerung oder beim Transport mit gentechnikfreien Pflanzen vermischt werden.

Aus diesen Gründen führt die "Koexistenz" von GV- mit Nicht-GV- und Bio-Kulturen zwangsläufig zu einer Kontamination der Nicht-GVO- und Bio-Kulturen. Dadurch haben Landwirte und Verbraucher keine Wahl, jeder ist gezwungen, Pflanzen zu konsumieren, die potenziell gentechnisch verunreinigt sind, und zwar bis in unbestimmte Zukunft.

Fälle von GVO-Kontamination haben die Lebensmittel- und GVO-Industrie sowie die Regierung der USA Millionen von Dollar gekostet: durch verlorene Märkte, Gerichtsprozesse und Entschädigungen an Produzenten sowie Produktrückrufe. Beispiele sind unter anderem:

► Im Jahr 2011 wurde ein nicht zugelassener GV Bt-Pestizid Reis, Bt63, in Babynahrung und Reismudeln gefunden, die in China verkauft wurden (67). Kontaminierte Reisprodukte wurden auch in Deutschland (68), Schweden (69) und Neuseeland gefunden, wo sie zu Produktrückrufen führten (70). GV Bt-Reis ist nicht als sicher für den menschlichen Verzehr erwiesen. Die Bt63-Kontamination von Reisimporten in die EU wurde noch bis 2012 gemeldet (71).

► Im Jahr 2006 wurde festgestellt, dass ein nicht zugelassener, in der Erprobung befindlicher gentechnisch veränderter Reis, der erst ein Jahr lang auf Versuchsfeldern angebaut wurde, den zum Verkauf angebotenen Reis und die Saatgutbestände in den USA verunreinigt hatte (72). Verunreinigter Reis gelangte bis nach Afrika, Europa und Mittelamerika. Im Jahr 2007 sanken die US-Reisexporte aufgrund der GV-Kontamination um 20% gegenüber dem Vorjahr (73). Im Jahr 2011 verpflichtete sich BAYER, das Unternehmen, das den GV-Reis entwickelt hatte, 750 Millionen Dollar zu zahlen, um Klagen von 11.000 US-Bauern abzuwenden, deren Reiskulturen kontaminiert waren (74). Ein Gericht verpflichtete BAYER auch, dem Reisexportunternehmen Riceland Schadenersatz in Höhe von 137 Millionen Dollar für Umsatzeinbußen in die EU zu zahlen (75).

► Im Jahr 2009 versuchte ein nicht zugelassener gentechnisch veränderter Flachs namens CDC Triffid die kanadischen Leinsamenlieferungen, was zum Zusammenbruch des kanadischen Flachsexportmarktes nach Europa führte (76,77).

► In Kanada hat die Verunreinigung durch gentechnisch veränderten Ölraps den Anbau von biologischem, nicht gentechnisch verändertem Ölraps praktisch unmöglich gemacht (78).

► Die ökologische Maiserzeugung in Spanien ist zurückgegangen, da die Anbaufläche der GV-Maisproduktion vergrößert wurde und dadurch die Kontamination durch Fremdbestäubung mit GV-Mais gestiegen ist (79).

► Im Jahr 2000 wurde festgestellt, dass in USA der von Aventis (heute BAYER-CropScience) produzierte GV StarLink-Mais den Mais zur Versorgung der Bevölkerung verunreinigt hatte. StarLink war für Tierfutter zugelassen, nicht aber für den menschlichen Verzehr. Die Entdeckung führte zu Rückrufaktionen von StarLink-verseuchten Lebensmitteln weltweit. Die Kosten für die Lebensmittelindustrie werden auf rund 1 Milliarde US-Dollar geschätzt (80). Eine Studie schätzt, dass der Vorfall mit StarLink für die Produzenten zu Umsatzeinbußen von 26 bis 288 Millionen US-Dollar in den Jahren 2000-2001 führte (81).

Der Anspruch, dass Landwirte die "Wahl" haben sollten, gentechnisch veränderte oder gentechnikfreie Kulturen anzubauen, ist hohl, wenn man bedenkt, dass damit die für den Verbraucher wesentliche Wahl, Produkte aus ökologischem Anbau, also von gentechnisch unveränderten Kulturen zu essen, verhindert wird. Für Landwirte und Lebensmittelhersteller, die biologische und nicht gentechnisch veränderte Produkte herstellen wollen, stellt die Möglichkeit der Entscheidung von Landwirten für einen GVO-Anbau ein enormes finanzielles Risiko dar.

Forschung (82) und Erfahrungen vor Ort (83) zeigen auch, dass, sobald GVO-Kulturen von einem Land übernommen werden, die Saatgutauswahl abnimmt, da Nicht-GVO-Sorten vom Markt genommen werden. Zu dieser Situation kommt es durch die monopolistische Kontrolle des Saatgutmarktes durch einige wenige große Unternehmen, die stark in GVO und die damit verbundenen Agrochemikalien investiert haben (84).

6. Werden gentechnisch veränderte Pflanzen für gute Ernährung benötigt?

Gentechnikverfechter behaupten seit langem, dass die Gentechnik gesündere und nährstoffreichere "bioverstärkte" Pflanzen liefern wird. Allerdings sind solche ernährungsphysiologisch gentechnisch verbesserten Lebensmittel auf dem Markt nicht erhältlich. Einige GV-Lebensmittel sind aufgrund unerwarteter Auswirkungen des gentechnischen Prozesses weniger nahrhaft als ihre nicht gentechnisch veränderten Gegenstücke (85,86).

Der bekannteste Versuch, eine Kulturpflanze gentechnisch zu verbessern, ist der mit Beta-Carotin angereicherte "Goldene Reis" (87,88). Beta-Carotin kann vom menschlichen Körper in Vitamin A umgewandelt werden. Diese Kulturpflanze ist für den Einsatz in armen Ländern des globalen Südens bestimmt, wo Vitamin-A-Mangel Blindheit, Krankheit und Tod verursacht. Trotz der Schlagzeilen über ein Jahrzehnt, in denen der „Goldene Reis“ als Wunderpflanze gehypt wurde, ist er jedoch immer noch nicht auf dem Markt erhältlich.

GV-Befürworter beschuldigen übermäßige Regulierung und Anti-GVO-Aktivistinnen, die Vermarktung von „Goldenem Reis“ verzögert zu haben (89). Die wahren Gründe für die Verzögerung bei der Einführung von „Goldenem Reis“ sind jedoch grundlegende Forschungs- und Entwicklungsprobleme. Die erste goldene Reissorte hatte einen unzureichenden Beta-Carotiningehalt und hätte, um die erforderliche tägliche Vitamin-A-Aufnahme zu gewährleisten in Kilogramm-Mengen pro Tag verzehrt werden müssen (87). Infolgedessen musste eine neue GV-Reissorte mit einem höheren Beta-Carotiningehalt entwickelt werden (88).

Auch der Prozess der Rückkreuzung von „Goldenem Reis“ mit Sorten, die auf Bauernfeldern gut wachsen, hat viele Jahre gedauert (90,91). Ein Artikel in der Zeitschrift Science aus dem Jahr 2008 besagt, dass der Weg noch lang ist, wenn es darum geht, goldene Reislinsen in die in Asien bevorzugten Indica-Sorten einzukreuzen (90).

Nach der Veröffentlichung von Artikeln, die erneut übermäßige Regulierung und Anti-GVO-Aktivistinnen für die Verzögerungen bei der Einführung von gentechnisch verändertem „Goldenem Reis“ verantwortlich machten (89,92) gab das International Rice Research Institute (IRRI), das für die Einführung von gentechnisch verändertem „Goldenem Reis“ verantwortlich ist, im Februar 2013 eine Erklärung heraus, die den Behauptungen widersprach, dass „Goldener Reis“ (a) bereits verfügbar und (b) wirksam sei. Darin sagte das IRRI: "Es ist noch nicht geklärt, ob der tägliche Verzehr von Goldenem Reis den Vitamin-A-Status von Menschen mit Vitamin-A-Mangel verbessert und damit verbundene Zustände wie Nachtblindheit reduzieren könnte", und fügte hinzu, dass noch Studien durchgeführt werden müssten, bevor dies bekannt gegeben werden könne (93).

Zu diesem Zeitpunkt erwartete das IRRI, dass es weitere zwei Jahre oder länger dauern könnte, bis gentechnisch veränderter Goldener Reis den Landwirten zur Verfügung steht (93). Anfang 2014 wurde jedoch selbst diese Schätzung auf unbestimmte Zeit zurückgenommen, nachdem Feldversuche auf den Philippinen ergaben, dass gentechnisch veränderter „Goldener Reis“ nicht die Erträge und die finanziellen Gewinne erbrachte, die für die Landwirte notwendig waren. IRRI stellte fest, dass "der Durchschnittsertrag[von gentechnisch verändertem Goldenem Reis] leider niedriger war als der von vergleichbaren lokalen Sorten, die von den Landwirten bereits bevorzugt angebaut wurden" (94).

Kostengünstige und wirksame Methoden zur Bekämpfung des Vitamin-A-Mangels (VAD) sind seit langem verfügbar und erfordern nur eine bescheidene Finanzierung, um eine breite Anwendung zu ermöglichen. Das langjährige VAD-Programm der Weltgesundheitsorganisation (WHO) verteilt bei Bedarf Nahrungsergänzungsmittel, ermutigt aber auch Mütter zum Stillen und lehrt Menschen, wie man Karotten und Blattgemüse in Hausgärten anbaut - zwei kostengünstige, effektive und breit verfügbare Lösungen (95,90).

Programme mit Ergänzungs- und Bildungsansätzen haben das VAD-Problem auf den Philippinen, dem Land, das für die Einführung von gentechnisch verändertem „Goldenem Reis“ vorgesehen war, bereits erfolgreich angegangen. Noch vor einem Jahrzehnt waren die Philippinen von der VAD stark betroffen. Die Daten für die VAD bei Kindern unter 5 Jahren lagen 1993, 1998 und 2003 bei 35%, 38% bzw. 40,1%. Aber die Daten über die VAD-Werte im Jahr 2008 zeigen einen bemerkenswerten Rückgang. Bei Kindern im Alter von fünf Jahren und jünger hatten nur 15,2% eine VAD, während die Zahlen für schwangere und stillende Frauen 9,5% bzw. 6,4% betragen. Mit anderen Worten: Bei der VAD kam es über einen Zeitraum von fünf Jahren zu dramatischen Rückgängen, bis knapp über die Schwelle dessen, was für die öffentliche Gesundheit als bedeutsam anzusehen war (96,97).

Diese Daten zeigen, dass es den grundlegenden Programmen im Bereich der öffentlichen Gesundheit gelungen ist, Leben zu retten, während gentechnisch veränderter „Goldener Reis“, obwohl er Millionen von Dollar an Investitionen verschlungen hat, immer noch nicht verfügbar ist. Die Wahrheit ist, dass Menschenleben verloren gehen, nicht weil ihnen GV-Goldener Reis verweigert wird, sondern weil Geld für teure und gescheiterte GV-Technologie anstelle von bewährten erfolgreichen Programmen verschwendet wird.

Beta-Carotin ist eines der häufigsten Moleküle in der Natur und kommt in großen Mengen in grünen Blattpflanzen und Früchten vor. Es ist nicht notwendig, Beta-Carotin in Reis einzubauen. Sollten bioangereicherte Pflanzen als wünschenswert erachtet werden, ist ein ohne Gentechnik gezüchteter, mit Beta-Carotin angereicherter Orangenmais bereits verfügbar (98,99).

7. Werden gentechnisch veränderte Pflanzen benötigt, um die Welt zu ernähren?

Die Ansage, dass gentechnisch veränderte Pflanzen benötigt werden, um die wachsende Weltbevölkerung zu ernähren, wird überall wiederholt. Es ist jedoch schwer zu erkennen, wie GVO zur Lösung des Welthungers beitragen sollen, wenn GVO-Kulturen keine höheren Eigenenerträge haben (siehe Frage 1). Es gibt auch keine gentechnisch veränderten Pflanzen, die besser sind als nicht gentechnisch

veränderte Pflanzen, um auf schlechten Böden oder unter schwierigen Klimabedingungen zu wachsen. Denn Toleranz gegenüber schlechten Böden und Wetterextremen sind ebenso wie hohe Erträge genetisch komplexe Merkmale, bei denen viele Gene auf nicht vollständig verstandene Weise zusammenarbeiten. Solche komplexen Eigenschaften können nicht gentechnisch in eine Kulturpflanze eingebaut werden.

Praktisch alle derzeit verfügbaren gentechnisch veränderten Kulturen sind auf Herbizid-Toleranz ausgelegt oder sie enthalten ein Pestizid (3). Die beiden wichtigsten gentechnisch veränderten Kulturen, Soja und Mais, werden meist für Futtermittel in der intensiven Tierhaltung verwendet, oder für Biokraftstoffe zum Antrieb von Autos und für verarbeitete menschliche Lebensmittel - Produkte für wohlhabende Nationen, die nichts mit der Deckung des Grundnahrungsmittelbedarfs der Armen und Hungrigen zu tun haben. GV-Konzerne sind ihren Aktionären gegenüber verantwortlich und interessieren sich für profitable Rohstoffmärkte, nicht für die Ernährung der Welt.

Der Welt-Agrarbericht, ein großer von der UNO/Weltbank gesponserter Bericht über die Zukunft der Landwirtschaft, der von 400 Wissenschaftlern erstellt und von 58 Ländern unterstützt wurde, gibt gentechnisch veränderten Kulturen keine Chance als Lösung für die Herausforderungen von Armut, Hunger und Klimawandel. Er verweist auf schwankende Erträge, Sicherheitsbedenken und restriktive Patente auf Saatgut, die die Ernährungssicherheit in ärmeren Ländern beeinträchtigen. Stattdessen fordert der Bericht eine Umstellung auf agrarökologische Anbaumethoden (100).

Nachhaltige agrarökologische Projekte im globalen Süden und anderen Entwicklungsregionen haben zu einem dramatischen Anstieg der Erträge und der Ernährungssicherheit geführt (101.102.103.104.105.106). Ein Bericht der Vereinten Nationen aus dem Jahr 2008 betrachtete 114 landwirtschaftliche Projekte in 24 afrikanischen Ländern und stellte fest, dass die Einführung agrarökologischer oder weitgehend agrarökologischer Praktiken zu Ertragssteigerungen von durchschnittlich über 100% führte. In Ostafrika wurde ein Ertragsanstieg von 128% festgestellt. Der Bericht kam zu dem Schluss, dass der ökologische Landbau die Ernährungssicherheit in Afrika besser fördern kann als chemisch basierte Produktionssysteme und dass er langfristig nachhaltig sein wird (104).

Das System der Reisintensivierung (SRI) ist eine agrarökologische Methode zur Steigerung der Produktivität von bewässertem Reis durch eine Änderung des Managements von Pflanzen, Boden, Wasser und Nährstoffen. SRI basiert auf den Anbauprinzipien der Reduzierung der Pflanzenpopulation, der Verbesserung der Bodenbeschaffenheit und der Bewässerungsmethoden für die Wurzel- und Pflanzenentwicklung sowie der Verbesserung der Methode der Vereinzelung der Jungpflanzen. Laut dem SRI International Network & Resources Center (SRI-Rice) an der Cornell University wurden die Vorteile von SRI in über 50 Ländern nachgewiesen. Dazu gehören 20-100 Prozent oder mehr Ertragssteigerungen, bis zu 90% weniger benötigtes Saatgut und bis zu 50% Wassereinsparung (107).

Diese Ergebnisse sollten daran erinnern, dass die Pflanzengenetik nur ein Teil der Antwort auf die Ernährungssicherheit ist. Der andere Teil ist die Art und Weise, wie Pflanzen angebaut werden. Nachhaltige Anbaumethoden, die Boden und Wasser schonen und externe Inputs minimieren, sorgen nicht nur dafür, dass es genügend

Nahrung für die heutige Bevölkerung gibt, sondern dass der Boden auch für zukünftige Generationen produktiv bleibt.

8. Was ist besser zur Produktion von Pflanzen mit nützlichen Eigenschaften - konventionelle Züchtung oder GVO?

Bei der Produktion von Nutzpflanzen mit nützlichen Eigenschaften wie Toleranz gegenüber extremen Witterungsbedingungen und schlechten Böden, verbesserter Nährstoffausnutzung, Resistenz gegen komplexe Pflanzenkrankheiten und mit erhöhtem Nährwert (Biofortifizierung) übertrifft die konventionelle Pflanzenzüchtung weiterhin die Leistung von GV. Um die konventionelle Züchtung zu beschleunigen, wird hierbei in einigen Fällen die so genannte markergestützte Selektion (MAS) verwendet. Dabei lässt sich die konventionelle Züchtung steuern, indem sie es ermöglicht, die Gene mit den gewünschten wichtigen Merkmalen zu erkennen und so schneller in einer Pflanze zusammen zu führen. MAS beinhaltet keine Einbringung fremder Gene in die DNA einer Wirtspflanze und vermeidet die Risiken und Unsicherheiten der Gentechnik. Sie wird von Umweltschützern und Verbänden des ökologischen Landbaus weitgehend unterstützt. Alle Bedenken konzentrieren sich auf den Patentschutz für so entwickeltes Saatgut.

Konventionelle Züchtung und MAS nutzen die vielen vorhandenen Sorten von Nutzpflanzen, um eine vielfältige, flexible und widerstandsfähige Pflanzenbasis zu schaffen. Die Gentechnik bietet das Gegenteil - eine Verengung der Kulturpflanzenvielfalt und eine unflexible Technologie, die mehrere Jahre und Millionen von Dollar für jede neue Eigenschaft erfordert(108,109).

Nachfolgend sind einige Beispiele für konventionell gezüchtete Nutzpflanzen mit genau den Merkmalen aufgeführt, von denen die Befürworter von GVO behaupten, dass sie nur durch Gentechnik erreicht werden können. Viele davon sind bereits im Handel erhältlich, und Farmer haben mit neuen Sorten den Anbau auf ihren Feldern verändert. Eine vollständigere Datenbank finden Sie auf der GMWatch-Website (110).

Hoher Ertrag, Schädlingsresistenz und Krankheitsresistenz

- ▶ Hoch ertragreiche, mehrfach krankheitsresistente Bohnen für Landwirte in Afrika (111)
- ▶ Hoch ertragreicher, krankheitsresistenter Maniok für Afrika (112)
- ▶ Hoch ertragreiche, australische Maissorten, bestimmt für gentechnikfreie Märkte in Asien (113)
- ▶ Mais, der dem parasitären Unkraut „Striga“ widersteht und Dürre und Stickstoff-armen Boden toleriert, für afrikanische Bauern (114)
- ▶ Mais, der dem Schädling „Maisstängelbohrer“ widersteht (115)
- ▶ "Grüner Superreis", gezüchtet für hohe Erträge und Krankheitsresistenz (116)
- ▶ Hohertragreiche Sojabohnen, die dem Schädling „Sojabohnenzystennematode“ widerstehen (117)
- ▶ Blattlausresistente Sojabohnen (118,119,120,120,121)
- ▶ Hochleistungstomate mit süßerer Frucht (122)
- ▶ Hohergiebige, schädlingsresistente Kichererbsen (123)
- ▶ Süßkartoffeln resistent gegen Nematoden, Insektenschädlinge und „Fusarium welk“, eine Pilzerkrankung (124)
- ▶ Ertragsstarker, nährstoffreicher und schädlingsresistenter "Superweizen " (125)

- ▶ Kartoffeln, die gegen „Krautfäule“ und andere Krankheiten resistent sind (126.127.128.129.130.131.132)
- ▶ Kartoffeln, die „Wurzelknoten-Nematoden“ widerstehen (133)
- ▶ Papayas, die dem „Ringfleckenvirus“ widerstehen (134). Es gibt auch eine GM-virusresistente Papaya (135), von der GVO-Befürworter behaupten, die Papaya-Industrie Hawaiis gerettet zu haben(136). Diese Behauptung ist jedoch fragwürdig. Obwohl die GM-Papaya seit Ende der 90er Jahre die hawaiianische Papayaproduktion dominiert, sagte das Landwirtschaftsministerium von Hawaii Berichten zufolge, dass der Jahresertrag der Papayas im Jahr 2009 niedriger war als zu der Zeit, als das Ringflecken-Virus seinen Höhepunkt erreichte (137). Ein Artikel in der hawaiianischen Presse sagte, dass GV die hawaiianische Papayafabrik, die seit 2002 rückläufig ist, nicht gerettet hat. Als möglichen Grund für den Rückgang nennt der Artikel die Ablehnung des Marktes seit der Einführung von GV-Papayas (138).

Salztoleranz

- ▶ Reissorten, die salzhaltige Böden vertragen (116)
- ▶ Hartweizen, der auf salzhaltigen Böden 25% mehr Ertrag bringt als die üblicherweise verwendete Sorte (139.140)
- ▶ Einheimische Pflanzensorten aus Indien, die salzhaltige Böden vertragen, gelagert von der indischen Saatgut-NGO Navdanya. Navdanya berichtete, dass sie einige dieser Samensorten nach dem Tsunami 2004 an die Landwirte verteilte, so dass sie trotz der Erwartungen der Wissenschaftler, dass sie das Land vorübergehend verlassen müssten, weiterhin in salzreichen Böden wirtschaften konnten (141).

Nährstoffreich und gesundheitsfördernd

- ▶ Sojabohnen mit hohem Gehalt von ungesättigten Fettsäuren, was den Hydrierungsbedarf reduziert. Dieser Prozess führt zur Bildung von ungesunden gesättigten Fettsäuren (142)
- ▶ Mit Beta-Carotin-angereicherter orange-farbener Mais, für Menschen mit einem Vitamin-A-Mangel (98,99)
- ▶ Hirse reich an Eisen, Weizen reich an Zink und mit Beta-Carotin angereicherter Maniok (143)
- ▶ Purpurrote Kartoffeln mit hohem Gehalt an Anthocyanen, das sind Antioxidantien, die Krebs bekämpfen (144.145)
- ▶ Tomate mit hohem Gehalt an Lycopin, einem Antioxidans, das in Studien als wirksam gegen Herzinfarkte, Schlaganfall und Krebs (146) nachgewiesen wurde.
- ▶ Eine violette Tomate mit einem hohen Gehalt an Anthocyanen und Vitamin C (147). (Diese Erfolgsgeschichte zog nur einen Bruchteil der Aufmerksamkeit auf sich, die die GV violette "Krebsbekämpfende" Tomate (148.149.150) des John Innes Centre erlangte).
- ▶ Allergiefreie Erdnüsse (151).

9. Ist die Gentechnik präzise genug, um sicherzustellen, dass sie keine unangenehmen Überraschungen mit sich bringt?

Die Befürworter von GV behaupten, GV sei eine präzise Technik, die es ermöglicht, Gene, die für ein gewünschtes Merkmal kodieren, in die Wirtspflanze einzubringen, mit vorhersehbaren Ergebnissen und ohne unerwartete Auswirkungen. Aber der gentechnische Prozess ist grob, ungenau und hochgradig mutagen (siehe GVO-Mythen und -Wahrheiten, 66, Kapitel 1.2). Er verursacht unvorhersehbare Veränderungen in der DNA, den Proteinen und der biochemischen

Zusammensetzung in der daraus entstehenden GVO-Kultur (152). Das kann zu unerwarteten toxischen oder allergenen Wirkungen (siehe Frage 4) und Ernährungsstörungen (siehe Frage 6) führen (153), sowie zu Ernteaussfällen auf dem Feld und unvorhersehbaren Auswirkungen auf die Umwelt (siehe Frage 2) (154).

Behauptungen, dass neue gentechnische Techniken die Gentechnik präziser und vorhersehbarer machen, werden nicht durch Beweise gestützt. Im Hinblick auf die Zink-Finger-Nuklease (ZFN)-Technologie fanden zwei Studien heraus, dass damit Off-target (nicht am Zielort)- Mutationen im Genom menschlicher Zelllinien verursacht werden (155,156), die möglicherweise eine Reihe von schädlichen Nebenwirkungen verursachen. Auch eine weitere, neue Technologie, Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats (CRISPR-Cas9), verursacht unbeabsichtigte Mutationen in vielen Regionen des Genoms menschlicher Zellen (157).

Cisgenesis (manchmal auch Intragenesis genannt) ist eine Bezeichnung für Gentechnik, bei der Gene künstlich zwischen Organismen derselben Art oder zwischen eng verwandten Organismen übertragen werden. Dies könnte auch durch konventionelle Züchtung erreicht werden. Cisgenesis wird daher als sicherer und öffentlich akzeptabler als die transgene Gentechnik dargestellt, bei der Gene von Fremdorganismen in das Genom des Wirtsorganismus eingebracht werden. Aber auch bei der Cisgenesis werden mit der sog. „Genschere“ noch DNA-Elemente von anderen unabhängigen Organismen wie Bakterien und Viren in das Genom eingefügt.

Die Cisgenese ist so mutagen wie die Transgenese, und Cisgene können die gleichen störenden Auswirkungen auf das Genom, die Genexpression und eine Reihe von Prozessen haben, die auf der Ebene von Zellen, Geweben und dem gesamten Organismus ablaufen. Studien zeigen, dass ein Cisgen wichtige unerwartete Veränderungen in einer Pflanze auslösen kann (158,159,160).

10. Warum werden Pflanzen gentechnisch verändert?

Obwohl auch konventionelles, Nicht-GV-Saatgut zunehmend patentiert wird, ist GV-Saatgut viel einfacher zu patentieren, da der "erfinderische Schritt" zur Befriedigung der Patentämter eindeutiger ist. Von Anfang an war die Einführung von gentechnisch verändertem Saatgut stark mit der Idee von Besitzanspruch und Patentschutz der Nahrungsmittelversorgung verbunden (161). So hieß es beispielsweise schon in einer OECD-Publikation von 1992 (162), dass innerhalb des Saatgutsektors ein Unternehmen seinen Schwerpunkt auf die Reorganisation des Saatgutmarktes legen sollte, denn dies führe zu einer stärkeren Integration und Abhängigkeit vom Agrochemie-Sektor. Nach Angaben der Expertengruppe ETC (2008) kontrollieren gerade einmal zehn Unternehmen zwei Drittel des weltweiten Saatgutumsatzes (163).

Gentechnik und Patente dienen für dieses Ziel als wichtiges Instrument. Ein Patent, erteilt auf eine gentechnisch veränderte Gensequenz, die in Pflanzenzellen eingeführt wurde, erstreckt sich auf Saatgut, Pflanzen und alle Nachkommen, die aus diesen gentechnisch veränderten Pflanzen gezüchtet oder anderweitig (z.B. durch vegetative Vermehrung) gewonnen werden. Es schließt die gesamte Kette ein, von der landwirtschaftlichen Produktion und der Nahrungsmittelerzeugung bis hin zu den Märkten für Lebensmittel oder Biokraftstoffe (161).

Patente wurden damit zu einem wichtigen Treiber im Prozess der Fusionen der Konzerne. Sie ermöglichten es, den Zugang anderer Züchter zu konventionellem

Saatgut zu erschweren oder sogar zu blockieren. Im Gegensatz dazu ermöglicht das traditionelle Sortenschutzsystem (PVP), das seit langem für Nicht-GV-Saatgut gilt, einen freien Zugang zu kommerziell gehandeltem Saatgut zur Weiterzucht ("Züchterfreiheit"). PVP fungiert somit als Open-Source-System für andere Züchter (161).

Patente blockieren nicht nur den Zugang zu genetischem Material einer bestimmten Sorte. Die Monopolrechte der Patente gelten, solange die patentierten Gensequenzen in jedem beliebigen Nachkommen zu finden sind. Auch nach Kreuzung mit anderen Sorten können sich die patentierten Gensequenzen in den nachfolgenden Generationen anreichern. Im Gegensatz zum Prinzip der züchterischen Freiheit im PVP-System kann also kein anderer Züchter patentiertes Saatgut zur Weiterentwicklung neuer Sorten verwenden, solange der Patentinhaber keine Lizenz erteilt. Das Hauptziel dieser Patente ist die Monopolisierung von Ressourcen und nicht der Schutz von Erfindungen (161).

Hierbei spielt die Tatsache, dass GVO nicht in der Lage sind, die Ernteerträge zu steigern, den Einsatz von Pestiziden zu reduzieren oder nützliche Eigenschaften zu liefern, für die Unternehmen, die Eigentümer der Patente sind, keine Rolle. So heißt es in einem Bericht der ETC Gruppe, einer Expertenorganisation: "Die neuen Technologien müssen nicht sozial nützlich oder technisch überlegen sein (d.h. sie müssen garnicht funktionieren), um profitabel zu sein. Alles, was sie tun müssen, ist, die Wettbewerber zu vertreiben und die Regierungen zu zwingen, die Kontrolle aufzugeben. Sobald der Markt monopolisiert ist, ist es irrelevant, wie sich die Technologie entwickelt" (163).

Referenzen

1. Gurian-Sherman D. Failure to yield: Evaluating the performance of genetically engineered crops. Cambridge, MA: Union of Concerned Scientists; 2009. Available at: http://www.ucsusa.org/assets/documents/food_and_agriculture/failure-to-yield.pdf.
2. Heinemann JA, Massaro M, Coray DS, Agapito-Tenfen SZ, Wen JD. Sustainability and innovation in staple crop production in the US Midwest. *Int J Agric Sustain*. 2013;1–18.
3. James C. Global status of commercialized biotech/GM crops: 2012. ISAAA; 2012. Available at: <http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/44/download/isaaa-brief-44-2012.pdf>.
4. Mortensen DA, Egan JF, Maxwell BD, Ryan MR, Smith RG. Navigating a critical juncture for sustainable weed management. *BioScience*. 2012;62(1):75-84.
5. Benbrook C. Impacts of genetically engineered crops on pesticide use in the US – The first sixteen years. *Environ Sci Eur*. 2012;24. doi:10.1186/2190-4715-24-24.
6. Benbrook CM. Rust, resistance, run down soils, and rising costs – Problems facing soybean producers in Argentina. Technical Paper No 8. AgBioTech InfoNet; 2005. Available at: <http://www.greenpeace.org/raw/content/international/press/reports/rust-resistance-run-down-soi.pdf>.
7. Pengue W. El glifosato y la dominación del ambiente. *Biodiversidad*. 2003;37. Available at: <http://www.grain.org/biodiversidad/?id=208>.
8. MECON (Ministerio de Economía Argentina). Mercado argentino de fitosanitarios – Año 2001. 2001. Available at: <http://bit.ly/1eqMudL>.
9. CASAFE. Mercado Argentino de productos fitosanitarios 2012. 2012. Available at: <http://www.casafe.org/pdf/estadisticas/Informe%20Mercado%20Fitosanitario%202012.pdf>.
10. Jacquet F, Butault JP, Guichard L. An economic analysis of the possibility of reducing pesticides in French field crops. *Ecol Econ*. 2011;70(9):1638–1648.
11. Székács A, Darvas B. Comparative aspects of Cry toxin usage in insect control. In: Ishaaya I, Palli SR, Horowitz AR, eds. *Advanced Technologies for Managing Insect Pests*. Dordrecht, Netherlands: Springer; 2012:195–230.
12. Séralini GE, Mesnage R, Clair E, Gress S, de Vendômois JS, Cellier D. Genetically modified crops safety assessments: Present limits and possible improvements. *Environ Sci Eur*. 2011;23. doi:10.1186/2190-4715-23-10.
13. Freese W, Schubert D. Safety testing and regulation of genetically engineered foods. *Biotechnol Genet Eng Rev*. 2004;299-324.
14. Losey JE, Rayor LS, Carter ME. Transgenic pollen harms monarch larvae. *Nature*. 1999;399:214. doi:10.1038/20338.
15. Jesse LCH, Obrycki JJ. Field deposition of Bt transgenic corn pollen: Lethal effects on the monarch butterfly. *J Oecologia*. 2000;125:241–248.
16. Lang A, Vojtech E. The effects of pollen consumption of transgenic Bt maize on the common swallowtail, *Papilio machaon* L. (Lepidoptera, Papilionidae). *Basic Appl Ecol*. 2006;7:296–306.

17. Hilbeck A, McMillan JM, Meier M, Humbel A, Schlaepfer-Miller J, Trtikova M. A controversy re-visited: Is the coccinellid *Adalia bipunctata* adversely affected by Bt toxins? *Environ Sci Eur*. 2012;24(10). doi:10.1186/2190-4715-24-10.
18. Hilbeck A, Meier M, Trtikova M. Underlying reasons of the controversy over adverse effects of Bt toxins on lady beetle and lacewing larvae. *Environ Sci Eur*. 2012;24(9). doi:10.1186/2190-4715-24-9.
19. Hilbeck A, Baumgartner M, Fried PM, Bigler F. Effects of transgenic Bt corn-fed prey on immature development of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). *Environ Entomol*. 1998;27(2):480–487.
20. Hilbeck A, Moar WJ, Pusztai-Carey M, Filippini A, Bigler F. Prey-mediated effects of Cry1Ab toxin and protoxin and Cry2A protoxin on the predator *Chrysoperla carnea*. *Entomol Exp Appl*. 1999;91:305–316.
21. Séralini GE, Cellier D, Spirooux de Vendomois J. New analysis of a rat feeding study with a genetically modified maize reveals signs of hepatorenal toxicity. *Arch Environ Contam Toxicol*. 2007;52:596–602.
22. De Vendomois JS, Roullier F, Cellier D, Séralini GE. A comparison of the effects of three GM corn varieties on mammalian health. *Int J Biol Sci*. 2009;5:706–26.
23. Trabalza-Marinucci M, Brandi G, Rondini C, et al. A three-year longitudinal study on the effects of a diet containing genetically modified Bt176 maize on the health status and performance of sheep. *Livest Sci*. 2008;113:178–190. doi:10.1016/j.livsci.2007.03.009.
24. Fares NH, El-Sayed AK. Fine structural changes in the ileum of mice fed on delta-endotoxin-treated potatoes and transgenic potatoes. *Nat Toxins*. 1998;6(6):219–33.
25. El-Shamei ZS, Gab-Alla AA, Shatta AA, Moussa EA, Rayan AM. Histopathological changes in some organs of male rats fed on genetically modified corn (Ajeeb YG). *J Am Sci*. 2012;8(10):684–696.
26. Gab-Alla AA, El-Shamei ZS, Shatta AA, Moussa EA, Rayan AM. Morphological and biochemical changes in male rats fed on genetically modified corn (Ajeeb YG). *J Am Sci*. 2012;8(9):1117–1123.
27. Finamore A, Roselli M, Briitti S, et al. Intestinal and peripheral immune response to MON810 maize ingestion in weaning and old mice. *J Agric Food Chem*. 2008;56:11533–39. doi:10.1021/jf802059w.
28. Kilic A, Akay MT. A three generation study with genetically modified Bt corn in rats: Biochemical and histopathological investigation. *Food Chem Toxicol*. 2008;46:1164–70. doi:10.1016/j.fct.2007.11.016.
29. Nandula VK, Reddy KN, Duke SO, Poston DH. Glyphosate-resistant weeds: Current status and future outlook. *Outlooks Pest Manag*. 2005;16:183–187.
30. Fraser K. Glyphosate resistant weeds – intensifying. Guelph, Ontario, Canada: Stratus Ag Research; 2013. Available at: <http://stratusresearch.com/blog/glyphosate-resistant-weeds-intensifying/>.
31. Farm Industry News. Glyphosate-resistant weed problem extends to more species, more farms. <http://farmindustrynews.com/ag-technology-solution-center/glyphosate-resistant-weed-problem-extends-more-species-more-farms>. Published January 29, 2013.
32. Syngenta. Syngenta module helps manage glyphosate-resistant weeds. Delta Farm Press. <http://deltafarmpress.com/syngenta-module-helps-manage-glyphosate-resistant-weeds>. Published May 30, 2008.
33. Robinson R. Resistant ryegrass populations rise in Mississippi. Delta Farm Press. 2008. Available at: <http://deltafarmpress.com/resistant-ryegrass-populations-rise-mississippi>.
34. Johnson B, Davis V. Glyphosate resistant horseweed (marestail) found in 9 more Indiana counties. *Pest Crop*. 2005. Available at: <http://extension.entm.purdue.edu/pestcrop/2005/issue8/index.html>.
35. Nice G, Johnson B, Bauman T. A little burndown madness. *Pest & Crop*. <http://extension.entm.purdue.edu/pestcrop/2008/issue1/index.html>. Published March 7, 2008.
36. Nice G, Johnson B. Fall applied programs labeled in Indiana. *Pest Crop*. 2006;(23). Available at: <http://extension.entm.purdue.edu/pestcrop/2006/issue23/table1.html>.
37. Randerson J. Genetically-modified superweeds "not uncommon." *New Sci*. 2002. Available at: <http://www.newscientist.com/article/dn1882-geneticallymodified-superweeds-not-uncommon.html>.
38. Kilman S. Superweed outbreak triggers arms race. *Wall Street Journal*. <http://biolargo.blogspot.com/2010/06/round-up-weed-killer-and-acquired.html>. Published June 4, 2010.
39. Brasher P. Monsanto paying farmers to increase herbicide use. *Des Moines Register*. <http://bit.ly/az3fSo>. Published October 19, 2010.
40. Neuman W, Pollack A. US farmers cope with Roundup-resistant weeds. *New York Times*. <http://www.nytimes.com/2010/05/04/business/energy-environment/04weed.html?pagewanted=1&hp>. Published May 3, 2010.
41. Caulcutt C. "Superweed" explosion threatens Monsanto heartlands. *France 24*. <http://www.gmwatch.org/index.php/news/archive/2009/10923>. Published April 19, 2009.
42. Osunsami S. Killer pig weeds threaten crops in the South. <http://abcnews.go.com/WN/pig-weed-threatens-agricultureindustryovertaking-fields-crops/story?id=8766404&page=1>. Published October 6, 2009.
43. US Food and Drug Administration (FDA). Biotechnology consultation note to the file BNF No 00077. Office of Food Additive Safety, Center for Food Safety and Applied Nutrition; 2002. Available at: <http://bit.ly/ZUmiAF>.
44. Malatesta M, Biggiogera M, Manuali E, Rocchi MBL, Baldelli B, Gazzanelli G. Fine structural analyses of pancreatic acinar cell nuclei from mice fed on genetically modified soybean. *Eur J Histochem*. 2003;47:385–388.
45. Malatesta M, Caporaloni C, Gavaudan S, et al. Ultrastructural morphometrical and immunocytochemical analyses of hepatocyte nuclei from mice fed on genetically modified soybean. *Cell Struct Funct*. 2002;27:173–80.
46. Vecchio L, Cisterna B, Malatesta M, Martin TE, Biggiogera M. Ultrastructural analysis of testes from mice fed on genetically modified soybean. *Eur J Histochem*. 2004;48:448–54.
47. Malatesta M, Boraldi F, Annovi G, et al. A long-term study on female mice fed on a genetically modified soybean: effects on liver ageing. *Histochem Cell Biol*. 2008;130:967–977.
48. Gu J, Krogdahl A, Sissener NH, et al. Effects of oral Bt-maize (MON810) exposure on growth and health parameters in normal and sensitised Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *Br J Nutr*. 2013;109:1408–23. doi:10.1017/S000711451200325X.

49. Poulsen M, Kroghsbo S, Schroder M, et al. A 90-day safety study in Wistar rats fed genetically modified rice expressing snowdrop lectin *Galanthus nivalis* (GNA). *Food Chem Toxicol.* 2007;45:350-63. doi:10.1016/j.fct.2006.09.002.
50. Schröder M, Poulsen M, Wilcks A, et al. A 90-day safety study of genetically modified rice expressing Cry1Ab protein (*Bacillus thuringiensis* toxin) in Wistar rats. *Food Chem Toxicol.* 2007;45:339-49. doi:10.1016/j.fct.2006.09.001.
51. Ewen SW, Pusztai A. Effect of diets containing genetically modified potatoes expressing *Galanthus nivalis* lectin on rat small intestine. *Lancet.* 1999;354:1353-4. doi:10.1016/S0140-6736(98)05860-7.
52. Pusztai A, Bardocz S. GMO in animal nutrition: Potential benefits and risks. In: Mosenthin R, Zentek J, Zebrowska T, eds. *Biology of Nutrition in Growing Animals*. Vol 4. Elsevier Limited; 2006:513–540. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877182309701043>.
53. Kroghsbo S, Madsen C, Poulsen M, et al. Immunotoxicological studies of genetically modified rice expressing PHA-E lectin or Bt toxin in Wistar rats. *Toxicology.* 2008;245:24-34. doi:10.1016/j.tox.2007.12.005.
54. Krzyzowska M, Wincenciak M, Winnicka A, et al. The effect of multigenerational diet containing genetically modified triticale on immune system in mice. *Pol J Vet Sci.* 2010;13:423-30.
55. Prescott VE, Campbell PM, Moore A, et al. Transgenic expression of bean alpha-amylase inhibitor in peas results in altered structure and immunogenicity. *J Agric Food Chem.* 2005;53:9023–30. doi:10.1021/jf050594v.
56. Tudisco R, Lombardi P, Bovera F, et al. Genetically modified soya bean in rabbit feeding: Detection of DNA fragments and evaluation of metabolic effects by enzymatic analysis. *Anim Sci.* 2006;82:193–199. doi:10.1079/ASC200530.
57. Hines FA. Memorandum to Linda Kahl on the Flavr Savr tomato (Pathology Review PR–152; FDA Number FMF–000526): Pathology Branch's evaluation of rats with stomach lesions from three four-week oral (gavage) toxicity studies (IRDC Study Nos. 677–002, 677–004, and 677–005) and an Expert Panel's report. US Department of Health & Human Services; 1993. Available at: <http://www.biointegrity.org/FDAdocs/17/view1.html>.
58. Pusztai A. Witness Brief – Flavr Savr tomato study in Final Report (IIT Research Institute, Chicago, IL 60616 USA) cited by Dr Arpad Pusztai before the New Zealand Royal Commission on Genetic Modification. 2000. Available at: <http://www.gmcommission.govt.nz/>.
59. Pusztai A. Can science give us the tools for recognizing possible health risks of GM food? *Nutr Health.* 2002;16:73-84.
60. Pusztai A, Bardocz S, Ewen SWB. Genetically modified foods: Potential human health effects. In: D'Mello JPF, ed. *Food Safety: Contaminants and Toxins*. Wallingford, Oxon: CABI Publishing; 2003:347–372. Available at: <http://www.leopold.iastate.edu/sites/default/files/events/Chapter16.pdf>.
61. Brasil FB, Soares LL, Faria TS, Boaventura GT, Sampaio FJ, Ramos CF. The impact of dietary organic and transgenic soy on the reproductive system of female adult rat. *Anat Rec Hoboken.* 2009;292:587–94. doi:10.1002/ar.20878.
62. Carman JA, Vlieger HR, Ver Steeg LJ, et al. A long-term toxicology study on pigs fed a combined genetically modified (GM) soy and GM maize diet. *J Org Syst.* 2013;8:38–54.
63. Séralini GE, Clair E, Mesnage R, et al. [RETRACTED:] Long term toxicity of a Roundup herbicide and a Roundup-tolerant genetically modified maize. *Food Chem Toxicol.* 2012;50:4221-4231.
64. EndScienceCensorship.org. Statement: Journal retraction of Séralini GMO study is invalid and an attack on scientific integrity. 2014. Available at: <http://www.endsciencencensorship.org/en/page/Statement#.UwUSP14vFY4>. Accessed February 19, 2014.
65. Institute of Science in Society. Open letter on retraction and pledge to boycott Elsevier. 2013. Available at: http://www.i-sis.org.uk/Open_letter_to_FCT_and_Elsevier.php#form. Accessed February 19, 2014.
66. Fagan J, Antoniou M, Robinson C. *GMO myths and truths: An evidence-based examination of the claims made for the safety and efficacy of genetically modified crops and foods*. London, UK: Earth Open Source; 2014.
67. Greenpeace. Children and infants in China at risk of eating food contaminated by illegal GE rice. <http://www.greenpeace.org/eastasia/press/releases/food-agriculture/2011/ge-rice-baby-food/>. Published April 20, 2011.
68. Greenpeace and GeneWatch UK. Germany finds unauthorised genetically modified (Bt63) rice noodles. GM Contamination Register. <http://bit.ly/1nEKmEO>. Published June 15, 2011.
69. Greenpeace and GeneWatch UK. Sweden finds unauthorised genetically modified (Bt63) rice. GM Contamination Register. <http://bit.ly/1kXDCSP>. Published June 27, 2011.
70. New Zealand Food Safety Authority (NZFSA). Unauthorised GM rice product found and withdrawn. http://www.foodsafety.govt.nz/elibrary/industry/Unauthorised_Rice-Zealand_Food.htm. Published July 30, 2008.
71. Eurofins. New regulations concerning GMO rice from China. Eurofins Food Testing Newsletter No. 38. <http://www.eurofins.de/food-analysis/information/food-testing-newsletter/food-newsletter-38/gmo-rice-from-china.aspx>. Published March 2012.
72. Blue EN. Risky business: Economic and regulatory impacts from the unintended release of genetically engineered rice varieties into the rice merchandising system of the US. Greenpeace; 2007. Available at: <http://www.greenpeace.org/raw/content/international/press/reports/risky-business.pdf>.
73. Reuters. Mexico halts US rice over GMO certification. <http://www.gmwatch.org/latest-listing/1-news-items/3625>. Published March 16, 2007.
74. Harris A, Beasley D. Bayer agrees to pay \$750 million to end lawsuits over gene-modified rice. Bloomberg. <http://www.bloomberg.com/news/2011-07-01/bayer-to-pay-750-million-to-end-lawsuits-over-genetically-modified-rice.html>. Published July 2, 2011.
75. Fox JL. Bayer's GM rice defeat. *Nat Biotechnol.* 2011;29(473). Available at: <http://www.nature.com/nbt/journal/v29/n6/full/nbt0611-473c.html>.
76. Dawson A. CDC Triffid flax scare threatens access to no. 1 EU market. Manitoba Cooperator. <http://www.manitobacooperator.ca/2009/09/17/cdc-triffid-flax-scare-threatens-access-to-no-1-eu-market/>. Published September 17, 2009.

77. Dawson A. Changes likely for flax industry. Manitoba Cooperator. <http://www.gmwatch.org/component/content/article/11541>. Published September 24, 2009.
78. Organic Agriculture Protection Fund Committee. Organic farmers seek Supreme Court hearing. 2007. Available at: <http://bit.ly/1iGdQla>.
79. Binimelis R. Coexistence of plants and coexistence of farmers: Is an individual choice possible? *J Agric Environ Ethics*. 2008;21:437–457.
80. Macilwain C. US launches probe into sales of unapproved transgenic corn. *Nature*. 2005;434(423). Available at: <http://www.nature.com/nature/journal/v434/n7032/full/nature03570.html>.
81. Schmitz TG, Schmitz A, Moss CB. The economic impact of StarLink corn. *Agribusiness*. 2005;21(3):391–407.
82. Hilbeck A, Lebrecht T, Vogel R, Heinemann JA, Binimelis R. Farmer's choice of seeds in four EU countries under different levels of GM crop adoption. *Environ Sci Eur*. 2013;25(1):12. doi:10.1186/2190-4715-25-12.
83. Patriat P. Speech delivered at the association of seed producers of Mato Grosso, on May 11, 2011 at the soy industry conference SEMEAR 2011 in Sao Paulo, Brazil. *GMWatch*. 2012. Available at: <http://www.gmwatch.org/latest-listing/1-news-items/14092>.
84. Howard P. Visualizing consolidation in the global seed industry: 1996–2008. *Sustainability*. 2009;1:1266–1287.
85. Jiao Z, Si XX, Li GK, Zhang ZM, Xu XP. Unintended compositional changes in transgenic rice seeds (*Oryza sativa* L.) studied by spectral and chromatographic analysis coupled with chemometrics methods. *J Agric Food Chem*. 2010;58:1746–54. doi:10.1021/jf902676y.
86. Lappé M, Bailey B, Childress C, Setchell KDR. Alterations in clinically important phytoestrogens in genetically modified herbicide-tolerant soybean. *J Med Food*. 1999;1:241–245.
87. Ye X, Al-Babili S, Klöti A, et al. Engineering the provitamin A (beta-carotene) biosynthetic pathway into (carotenoid-free) rice endosperm. *Science*. 2000;287:303–5.
88. Paine JA, Shipton CA, Chaggar S, et al. Improving the nutritional value of Golden Rice through increased provitamin A content. *Nat Biotechnol*. 2005;23:482–7. doi:10.1038/nbt1082.
89. Lomborg B. The deadly opposition to genetically modified food. *Slate*. <http://slate.me/ZUGOWB>. Published February 17, 2013.
90. Enserink M. Tough lessons from Golden Rice. *Science*. 2008;230:468–471.
91. Sharma A. Golden Rice still at development stage. *The Financial Express (India)*. <http://bit.ly/10Jsfqw>. Published November 23, 2006.
92. McKie R. After 30 years, is a GM food breakthrough finally here? *The Observer*. <http://bit.ly/10k62lf>. Published February 2, 2013.
93. International Rice Research Institute (IRRI). Clarifying recent news about Golden Rice. <http://bit.ly/Z6ohSq>. Published February 21, 2013. Accessed March 3, 2014.
94. International Rice Research Institute (IRRI). What is the status of the Golden Rice project coordinated by IRRI? 2014. Available at: <http://irri.org/golden-rice/faqs/what-is-the-status-of-the-golden-rice-project-coordinated-by-irri>.
95. World Health Organization (WHO). Micronutrient deficiencies: Vitamin A deficiency. 2011. Available at: <http://www.who.int/nutrition/topics/vad/en/index.html>. Accessed January 1, 1915.
96. Food and Nutrition Research Institute/Dept of Science and Technology (Philippines). 7th National Nutrition Survey: 2008: Biochemical survey component. Manila, Philippines; 2010. Available at: http://www.fnri.dost.gov.ph/images/stories/7thNNS/biochemical/biochemical_vad.pdf.
97. Hansen M. Golden rice myths. *PermacultureNews.org*. <http://permaculturenews.org/2014/03/27/golden-rice-myths/>. Published March 27, 2014.
98. Li S, Nugroho A, Rocheford T, White WS. Vitamin A equivalence of the β -carotene in β -carotene-biofortified maize porridge consumed by women? *Am J Clin Nutr*. 2010;92(5):1105–1112. doi:10.3945/ajcn.2010.29802.
99. HarvestPlus. Scientists find that "orange" maize is a good source of vitamin A. *HarvestPlus.org*. <http://bit.ly/L2PxNV>. Published September 7, 2010.
100. International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development (IAASTD). *Agriculture at a crossroads: Synthesis report of the International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development: A Synthesis of the Global and Sub-Global IAASTD Reports*. Washington, DC, USA: Island Press; 2009. Available at: http://www.unep.org/dewa/agassessment/reports/IAASTD/EN/Agriculture%20at%20a%20Crossroads_Synthesis%20Report%20%28English%29.pdf.
101. Altieri MA. Applying agroecology to enhance the productivity of peasant farming systems in Latin America. *Environ Dev Sustain*. 1999;1:197–217.
102. Bunch R. More productivity with fewer external inputs: Central American case studies of agroecological development and their broader implications. *Environ Dev Sustain*. 1999;1:219–233.
103. Pretty J. Can sustainable agriculture feed Africa? New evidence on progress, processes and impacts. *J Environ Dev Sustain*. 1999;1:253–274. doi:10.1023/A:1010039224868.
104. Hine R, Pretty J, Twarog S. *Organic agriculture and food security in Africa*. New York and Geneva: UNEP-UNCTAD Capacity-Building Task Force on Trade, Environment and Development; 2008. Available at: <http://bit.ly/KBCgY0>.
105. Barzman M, Das L. Ecologising rice-based systems in Bangladesh. *LEISA Mag*. 2000;16. Available at: <http://bit.ly/L2N71R>.
106. Zhu Y, Chen H, Fan J, et al. Genetic diversity and disease control in rice. *Nature*. 17;406:718–722.
107. SRI International Network and Resources Center (SRI-Rice)/Cornell University College of Agriculture and Life Sciences. Home page. 2014. Available at: <http://sri.ciifad.cornell.edu/>.
108. Goodman MM. New sources of germplasm: Lines, transgenes, and breeders. In: Martinez JM, ed. *Memoria Congreso Nacional de Fitogenética*. Univ Autonoma Agr Antonio Narro, Saltillo, Coah, Mexico; 2002:28–41. Available at: <http://www.crops.ci.ncsu.edu/maize/publications/NewSources.pdf>.
109. Mellon M, Gurian-Sherman D. The cost-effective way to feed the world. *The Bellingham Herald*. <http://bit.ly/NvQoZd>. Published June 20, 2011.

110. GMWatch. Non-GM successes. 2014. Available at: <http://www.gmwatch.org/index.php/articles/non-gm-successes>.
111. Ogodo O. Beans climb to new heights in Rwanda. SciDevNet. 2010. Available at: <http://www.scidev.net/en/news/beans-climb-to-new-heights-in-rwanda.html>.
112. AFP. "Rooting" out hunger in Africa – and making Darwin proud. Indep UK. 2010. Available at: <http://www.independent.co.uk/life-style/health-and-families/rooting-out-hunger-in-africa--and-making-darwin-proud-2076547.html>.
113. Queensland Country Life. New maize hybrids to target niche Asian markets. <http://bit.ly/LZr89P>. Published April 5, 2011.
114. Atser G. Ghanaian farmers get quality protein, drought-tolerant, and Striga-resistant maize varieties to boost production. Modern Ghana. <http://bit.ly/LZolNL>. Published April 2, 2010.
115. CIMMYT. Body blow to grain borer. CIMMYT E-News. 2007;14 May 2012. Available at: <http://www.cimmyt.org/en/news-and-updates/item/body-blow-to-grain-borer>.
116. Berthelsen J. A new rice revolution on the way? AsiaSentinel. <http://bit.ly/Lzthdi>. Published January 17, 2011.
117. Swoboda R. Cho[ose high-yielding, SCN-resistant soybeans. Wallace's Farmer (Iowa, USA). <http://bit.ly/1fCi7H2>. Published November 7, 2007.
118. Diers B. Discovering soybean plants resistant to aphids and a new aphid. University of Illinois Extension. <http://web.extension.illinois.edu/state/newsdetail.cfm?NewsID=15202>. Published February 20, 2010.
119. Li Y, Hill CB, Carlson SR, Diers BW, Hartman GL. Soybean aphid resistance genes in the soybean cultivars Dowling and Jackson map to linkage group M. Mol Breed. 2007;19(1):25-34. doi:10.1007/s11032-006-9039-9.
120. Kim K-S, Hill CB, Hartman GL, Mian MAR, Diers BW. Discovery of soybean aphid biotypes. Crop Sci. 2008;48(3):923. doi:10.2135/cropsci2007.08.0447.
121. Hill CB, Kim K-S, Crull L, Diers BW, Hartman GL. Inheritance of resistance to the soybean aphid in soybean PI 200538. Crop Sci. 2009;49(4):1193. doi:10.2135/cropsci2008.09.0561.
122. Allen J. Single gene powers hybrid tomato plants. PlanetArk. <http://www.planetark.com/enviro-news/item/57360>. Published March 30, 2010.
123. Suszkiw J. Experimental chickpeas fend off caterpillar pest. USDA Agricultural Research Service News & Events. <http://www.ars.usda.gov/is/pr/2009/090825.htm>. Published August 25, 2009.
124. Clemson University. New not-so-sweet potato resists pests and disease. Bioscience Technology. <http://bit.ly/LGHVlo>. Published June 22, 2011.
125. Kloosterman K. Pest-resistant super wheat "Al Israeliano." greenprophet.com. <http://www.greenprophet.com/2010/08/israel-super-wheat/>. Published August 17, 2010.
126. Clarke A. Conventional potato varieties resist PCN and blight. Farmers Wkly. 2014. Available at: <http://www.fwi.co.uk/articles/09/04/2014/144089/conventional-potato-varieties-resist-pcn-and-blight.htm>.
127. Potato Council (UK). Toluca. Br Potato Var Database. 2014. Available at: http://varieties.potato.org.uk/display_description.php?variety_name=Toluca.
128. Wragg S. Elm Farm 2010: Blight-resistant spuds could lower carbon levels. Farmers Weekly Interactive. <http://bit.ly/LsRjb2>. Published January 11, 2010.
129. Suszkiw J. ARS scientists seek blight-resistant spuds. USDA Agricultural Research Service. <http://www.ars.usda.gov/is/pr/2010/100603.htm>. Published June 3, 2010.
130. Shackford S. Cornell releases two new potato varieties, ideal for chips. Chronicle Online. <http://www.news.cornell.edu/stories/Feb11/NewPotatoes.html>. Published February 21, 2011.
131. Fowler A. Sárpo potatoes. The Guardian. <http://www.theguardian.com/lifeandstyle/2012/jan/13/aly-fowler-sarpo-potatoes>. Published January 13, 2012.
132. White S, Shaw D. The usefulness of late-blight resistant Sarpo cultivars – A case study. ISHS Acta Hort. 2009;834. Available at: http://www.actahort.org/members/showpdf?booknrarnr=834_17.
133. Suszkiw J. Scientists use old, new tools to develop pest-resistant potato. USDA Agricultural Research Service. <http://www.ars.usda.gov/is/ar/archive/apr09/potato0409.htm>. Published March 31, 2009.
134. Siar SV, Beligan GA, Sajise AJC, Villegas VN, Drew RA. Papaya ringspot virus resistance in Carica papaya via introgression from Vasconcellea quercifolia. Euphytica. 2011;181(2):159–168.
135. Gonsalves D. Transgenic papaya in Hawaii and beyond. AgBioForum. 2004;7(1 & 2):36–40.
136. Summers J. GM halo effect: Can GM crops protect conventional and organic farming? Genetic Literacy Project. <http://www.geneticliteracyproject.org/2014/01/09/gm-papaya-halo-effect/#.U2Kp3ccowsk>. Published January 9, 2014.
137. Chan K. War of the papayas. ChinaDaily.com. <http://bit.ly/LQT67d>. Published September 8, 2011.
138. Hao S. Papaya production taking a tumble. The Honolulu Advertiser. <http://bit.ly/LzDZRb>. Published March 19, 2006.
139. Sawahel W. Wheat variety thrives on saltier soils. SciDevNet. 2010. Available at: <http://www.scidev.net/en/news/wheat-variety-thrives-on-saltier-soils.html>.
140. Dean T. Salt tolerant wheat could boost yields by 25%. LifeScientist. <http://lifescientist.com.au/content/biotechnology/news/salt-tolerant-wheat-could-boost-yields-by-25-583063808>. Published March 12, 2012.
141. Davis R. Interview with Vandana Shiva. New Int. 2008. Available at: <http://bit.ly/L3yhca>.
142. Suszkiw J. New soybeans bred for oil that's more heart-healthy. USDA Agricultural Research Service News & Events. <http://www.ars.usda.gov/is/pr/2010/100916.htm>. Published September 16, 2010.
143. Anderson T. Biofortified crops ready for developing world debut. SciDev.Net. <http://bit.ly/MAkMg7>. Published November 17, 2010.
144. BBC News. "Healthy" purple potato goes on sale in UK supermarkets. <http://www.bbc.co.uk/news/uk-scotland-11477327>. Published October 6, 2010.
145. Watson J. Purple spud will put you in the pink. Scotland on Sunday. <http://scotlandonsunday.scotsman.com/uk/Purple-spud-will-put-you.4841710.jp>. Published January 3, 2009.
146. Knowles M. Italian producers unveil "supertomato." Fruitnet.com. <http://bit.ly/1oLkL7t>. Published July 5, 2010.

147. CBS News. Purple tomatoes may fight cancer, other diseases.<http://archive.digtriad.com/news/health/article/202115/8/Purple-Tomatoes-May-Fight-Cancer-Other-Diseases>. Published December 3, 2011.
148. John Innes Centre. Purple tomatoes may keep cancer at bay.<http://bit.ly/NAwtZ6>. Published October 26, 2008.
149. Martin C. How my purple tomato could save your life. Mail Online. <http://bit.ly/10JsmIO>. Published November 8, 2008.
150. Derbyshire D. Purple "super tomato" that can fight against cancer. Daily Mail. http://www.athena-flora.eu/florapress/4-Purple_Tomatoes_International_press_clip/UK/daily%20mail_UK.pdf. Published October 27, 2008.
151. Asian News International. Low-allergy peanuts on the anvil. OneIndiaNews. <http://bit.ly/Li7xIV>. Published June 8, 2010.
152. Latham JR, Wilson AK, Steinbrecher RA. The mutational consequences of plant transformation. *J Biomed Biotechnol.* 2006;2006:1–7. doi:10.1155/JBB/2006/25376.
153. Schubert D. A different perspective on GM food. *Nat Biotechnol.* 2002;20:969. doi:10.1038/nbt1002-969.
154. Wilson AK, Latham JR, Steinbrecher RA. Transformation-induced mutations in transgenic plants: Analysis and biosafety implications. *Biotechnol Genet Eng Rev.* 2006;23:209–238.
155. Pattanayak V, Ramirez CL, Joung JK, Liu DR. Revealing off-target cleavage specificities of zinc-finger nucleases by in vitro selection. *Nat Methods.* 2011;8(9):765-770. doi:10.1038/nmeth.1670.
156. Gabriel R, Lombardo A, Arens A, et al. An unbiased genome-wide analysis of zinc-finger nuclease specificity. *Nat Biotechnol.* 2011;29(9):816-823. doi:10.1038/nbt.1948.
157. Fu Y, Foden JA, Khayter C, et al. High-frequency off-target mutagenesis induced by CRISPR-Cas nucleases in human cells. *Nat Biotechnol.* 2013;31(9):822-826. doi:10.1038/nbt.2623.
158. Bergelson J, Purrington CB, Palm CJ, Lopez-Gutierrez JC. Costs of resistance: A test using transgenic *Arabidopsis thaliana*. *Proc Biol Sci.* 1996;263:1659-63. doi:10.1098/rspb.1996.0242.
159. Purrington CB, Bergelson J. Fitness consequences of genetically engineered herbicide and antibiotic resistance in *Arabidopsis thaliana*. *Genetics.* 1997;145(3):807-814.
160. Bergelson J, Purrington CB, Wichmann G. Promiscuity in transgenic plants. *Nature.* 1998;395:25. doi:10.1038/25626.
161. Tippe R, Then C. Patents on melon, broccoli and ham? *ELNI Rev.* 2011;2:53–57.
162. Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD). *Biotechnology, Agriculture and Food*. Paris, France: OECD Publishing; 1992.
163. ETC Group. *Who owns nature? Corporate power and the final frontier in the commodification of life*. Ottawa, Canada; 2008. Available at: http://www.etcgroup.org/sites/www.etcgroup.org/files/publication/707/01/etc_won_report_final_color.pdf.



2nd Floor, 145-157 St John Street, London EC1V 4PY, Great Britain

© Claire Robinson, John Fagan, and Michael Antoniou, 2014

This leaflet is based on evidence collected in *GMO Myths and Truths*, 2nd edition (Earth Open Source, 2014) downloadable from <http://gmomythsandtruths.earthopensource.org>