

Agricoltura,
alimenti e biotecnologie



Presentazione

Non è possibile ignorare il crescente dibattito, spesso emozionale, sull'impatto dei prodotti delle agro-biotecnologie. Negli ultimi anni, i mezzi di comunicazione hanno incrementato le preoccupazioni del pubblico riguardo alle conseguenze sull'ambiente e sulla salute derivanti dalla coltivazione e dal consumo di piante geneticamente modificate, molte volte riportando in modo acritico le conclusioni di studi controversi che in seguito sono risultati non corretti. Termini caricati emotivamente come "cibo di Frankenstein", "super-infestanti", "inquinamento genetico", sono entrati nel vocabolario comune, spesso senza che sia chiaro a cosa ci si riferisce.

Il dibattito sugli organismi geneticamente modificati, gli OGM, è molto spesso guidato da interessi economici sia di chi è a favore sia di chi è contro e si avvale della scarsa conoscenza scientifica del pubblico cui si rivolge. In particolare, in Italia ciò ha portato ad un rifiuto nei confronti delle biotecnologie in generale e non soltanto dell'uso di alimenti transgenici, con l'eccezione delle applicazioni mediche e farmaceutiche.

In realtà, la possibilità di fare scelte consapevoli non può prescindere da un lato dalla disponibilità di corrette informazioni e dall'altro di strumenti conoscitivi adeguati a comprendere i problemi: si devono conoscere i fatti, per esprimere un'opinione. Il ruolo di fornire le basi della conoscenza su questi argomenti, di inserirli in un quadro generale di riferimento, deve essere ricoperto da ricercatori che operano in istituzioni pubbliche, svincolate da interessi commerciali. Per questo motivo riteniamo che sia cruciale per ricercatori che si occupano di genetica agraria essere coinvolti attivamente nell'educazione del pubblico circa gli argomenti scientifici che includono le biotecnologie, mettendolo in grado di capire cosa c'è alla base della ricerca e delle tecnologie genetiche, considerando anche la complessità dei problemi connessi.

Esistono numerose ed utili fonti di informazione, come diversi siti in Internet, rivolti proprio all'educazione del pubblico sulle basi scientifiche delle biotecnologie, siti che afferiscono ad Università o ad altri Enti di ricerca pubblici, ma non tutti i consumatori hanno la possibilità o l'interesse ad accedere a questo tipo di fonte informativa. Per questo motivo la Società Italiana di Genetica Agraria, associazione no-profit che raccoglie oltre 400 ricercatori di Enti di ricerca italiani operanti principalmente nell'Università, nel CNR, nell'ENEA, nel Ministero delle Politiche Agricole e Forestali, ha ritenuto utile riprendere anche in Italia l'iniziativa attuata negli USA da Maarten J. Chrispeels, professore di Biologia Molecolare dell'Università della California - San Diego e responsabile di un ente di ricerca pubblico statunitense, dando il proprio contributo per la pubblicazione in Italia di questo fascicolo da lui preparato per "non addetti ai lavori", traducendolo ed adattandolo alla realtà culturale e scientifica europea e del nostro Paese. Ci auguriamo quindi che questo documento vi fornisca utili elementi per maturare una vostra opinione sui cibi transgenici.

Maarten J Chrispeels
Direttore
San Diego Center for Molecular Agriculture
mchrispeels@ucsd.edu

Mirella Sari Gorla
Presidente
Società Italiana di Genetica Agraria
mirella.sarigorla@unimi.it



INDICE

Le piante transgeniche aiuteranno a nutrire il mondo	3
Qualche definizione...	3
...ed alcune cose che dovrete sapere	4
Un po' di genetica	5
Diecimila anni di modificazioni genetiche delle piante coltivate	6
Vent'anni di modificazione genetica delle piante tramite l'ingegneria genetica	7
Piante transgeniche ed agricoltura biologica	8
Le piante transgeniche promuovono la comparsa di nuovi batteri resistenti agli antibiotici?	9
Sicurezza delle piante transgeniche	10
Le Multinazionali	11
E l'ambiente?	12
Le piante e gli alimenti transgenici sono regolamentati in modo appropriato?	15
Alcuni punti salienti	16



Questo documento è stato prodotto dal San Diego Center for Molecular Agriculture (SDCMA; mchrispeels@ucsd.edu), un consorzio di ricercatori che operano a San Diego, California in istituzioni pubbliche di ricerca. Questi scienziati non sono direttamente coinvolti nella produzione di piante transgeniche a fini alimentari, ma le loro scoperte sono talvolta utilizzate dalle industrie. Per ulteriori informazioni, visitate il sito www.sdcm.org. La produzione di questo documento è stata resa possibile grazie al contributo della American Society of Plant Biologists (www.aspb.org). La traduzione italiana e l'adattamento del testo sono stati curati da Alessandro Vitale (IBBA-CNR, Milano), Antonietta Leone (Università di Salerno) e Edgardo Filippone (Università di Napoli) per conto della Società Italiana di Genetica Agraria (siga@unina.it). Per informazioni e per interventi presso le Scuole, scrivere un messaggio di posta elettronica all'indirizzo siga@unina.it oppure visitare il sito www.siga.unina.it.

Stampato in Italia con il contributo della Società Italiana di Genetica Agraria e della Fondazione "Plant G&M" - Napoli.



Le piante transgeniche aiuteranno a nutrire il mondo

E' stato stimato che nel 2050 la popolazione del nostro pianeta sarà di circa nove miliardi di persone, con un aumento del 50% rispetto a quella attuale. L'aumento sarà concentrato soprattutto nelle città dei Paesi in via di sviluppo, principalmente in Asia. Al ritmo attuale di crescita, sarà necessario raddoppiare la produzione alimentare mondiale per far fronte all'incremento previsto della popolazione. Solo una parte di questa nuova richiesta di cibo potrà essere soddisfatta dalle attuali aree di grande produzione: il maggiore incremento produttivo dovrà avvenire localmente. Il problema della fame nel mondo è inoltre aggravato da una distribuzione ineguale delle aree coltivabili. Per esempio, la Cina rappresenta il 25% della popolazione umana ma ha solo il 7% delle aree coltivabili.

Dal 1960 al 2000, periodo in cui la popolazione è raddoppiata dai tre ai sei miliardi attuali, la produzione alimentare è riuscita a crescere di pari passo con l'aumento della popolazione grazie allo sviluppo di nuove tecnologie. Migliori tecniche di coltivazione, nuovi sistemi d'irrigazione, nuovi pesticidi biodegradabili, varietà geneticamente migliorate, macchine più efficienti per la raccolta, fertilizzanti sintetici, uso di piante che impiegano l'azoto dell'aria (azoto-fissatrici) per ripristinare i nutrienti del suolo: tutto ciò ha aiutato ad aumentare la produzione di cibo.

Le piante transgeniche contribuiscono a risolvere il problema

L'ingegneria genetica non è la bacchetta magica che nutrirà il mondo, ma è un metodo valido, frutto della continua ricerca scientifica, volto a migliorare le piante coltivate. Non possiamo permetterci di rinunciare a questa nuova tecnologia, come invece alcuni chiedono. Ma il progresso deve avvenire per l'insieme delle pratiche agricole. E' necessario trovare nuove strategie per aumentare la resistenza alle malattie delle piante riducendo così l'uso di pesticidi, nuovi sistemi d'irrigazione che usino meno acqua, sistemi agricoli con nuove varietà vegetali che limitino l'erosione del suolo. Sono necessari nuovi sistemi di lavorazione del suolo, di applicazione dei fertilizzanti e di rotazione dei raccolti per mantenere il terreno nelle migliori condizioni possibili, ricco di microrganismi utili per una crescita sana delle

piante. E' chiaro che le piante transgeniche non possono cancellare la povertà e la fame, perché questi problemi hanno profonde radici sociali e politiche; possono però dare un valido contributo per migliorare la situazione.

Ogni nuova tecnologia non è una soluzione perfetta ai nostri problemi, soprattutto all'inizio della sua introduzione. Ad esempio, la produzione di energia elettrica comporta inquinamento, c'è il pericolo di incidenti domestici dovuti a scariche elettriche, eppure oggi ben pochi sono disposti a rinunciare ai vantaggi dell'elettricità, grazie anche al continuo progresso delle tecnologie. Analogamente, l'applicazione di nuove tecnologie di ingegneria genetica alle piante potrebbe comportare effetti negativi. Comprendere, studiare e limitare questi effetti richiede intelligenza ed ingegno. Ma il vero nemico è la fame, non le biotecnologie applicate in modo responsabile.

Ingegneria genetica: modificazione del patrimonio genetico di un organismo con l'uso di tecniche di biologia molecolare.

Pianta transgenica o geneticamente modificata: una pianta nella quale, mediante ingegneria genetica, sono state introdotte una o più copie di geni provenienti da un organismo di una specie diversa, o ulteriori copie di un gene già presente nella stessa specie.

Modificazione genetica: è una qualsiasi alterazione naturale o artificiale indotta nel patrimonio genetico di un organismo vivente. Le modificazioni genetiche sono state sfruttate dall'uomo per migliorare piante e animali destinati all'alimentazione molto prima dell'avvento dell'ingegneria genetica. Oggi è impropriamente usato come sinonimo di ingegneria genetica.

Alimenti geneticamente modificati o transgenici: alimenti derivati interamente o in parte da piante transgeniche.

Pesticidi: indicati anche come fitofarmaci, sono tutte quelle sostanze di natura chimica, naturale o di sintesi, impiegate in agricoltura per la difesa delle piante dai parassiti, qualsiasi essi siano, al fine di ridurre il danno produttivo e, quindi, economico.

QUALCHE
DEFINIZIONE

... ed alcune cose che dovrete sapere



Se siete preoccupati della sicurezza del cibo: *gli alimenti transgenici sono sicuri almeno come gli altri alimenti, poiché sono sottoposti ai controlli più rigorosi che mai siano stati operati sui prodotti destinati all'alimentazione.*

Se soffrite di allergie alimentari: *le piante transgeniche destinate al consumo sono sottoposte ad analisi approfondite che assicurano l'assenza di nuove sostanze allergeniche. Ma si può fare di più: tramite l'ingegneria genetica si possono eliminare i maggiori fattori allergenici presenti naturalmente in alcune importanti piante alimentari.*

Se siete preoccupati per il cancro *dovrete sapere che l'ingegneria genetica può produrre piante transgeniche contenenti maggiori quantità di fitoestrogeni, isoflavonoidi, carotenoidi e altre molecole antiossidanti, noti fattori di prevenzione per il cancro.*

Se siete donne in gravidanza e avete bisogno di un apporto maggiore di ferro nella vostra dieta: *sappiate che con l'ingegneria genetica è possibile aumentare la quantità di ferro presente nei cereali e ridurre la presenza di sostanze, come l'acido fitico, che ne inibiscono l'assorbimento da parte del nostro apparato digerente.*

Se avete dei dubbi sull'affidabilità dei test necessari per l'autorizzazione alla coltivazione e all'uso di una pianta transgenica: *nei Paesi in cui le coltivazioni e gli alimenti transgenici sono legalmente permessi essi sono sottoposti a controlli più accurati degli alimenti non transgenici*

Se ci tenete all'ambiente: *le piante transgeniche possono contribuire in modo efficace ad alleviare l'impatto negativo che le tecniche agricole correnti hanno sull'ambiente, ad esempio riducendo la quantità di pesticidi utilizzati nelle normali pratiche agricole.*

Se l'idea di mangiare "geni" vi spaventa: *sappiate che un piatto d'insalata tradizionale non transgenica contiene milioni di copie di circa venticinquemila geni differenti. Se l'insalata fosse transgenica, mangereste due-tre geni in più, che sarebbero digeriti nel vostro stomaco nella stessa maniera di tutti gli altri geni.*





Se siete impegnati per migliorare le condizioni dei Paesi in via di sviluppo: *eminenti scienziati che in quei Paesi lavorano per il miglioramento delle piante coltivate sono convinti che le piante transgeniche rappresentino un valido contributo per ottenere piante più produttive e più nutrienti.*

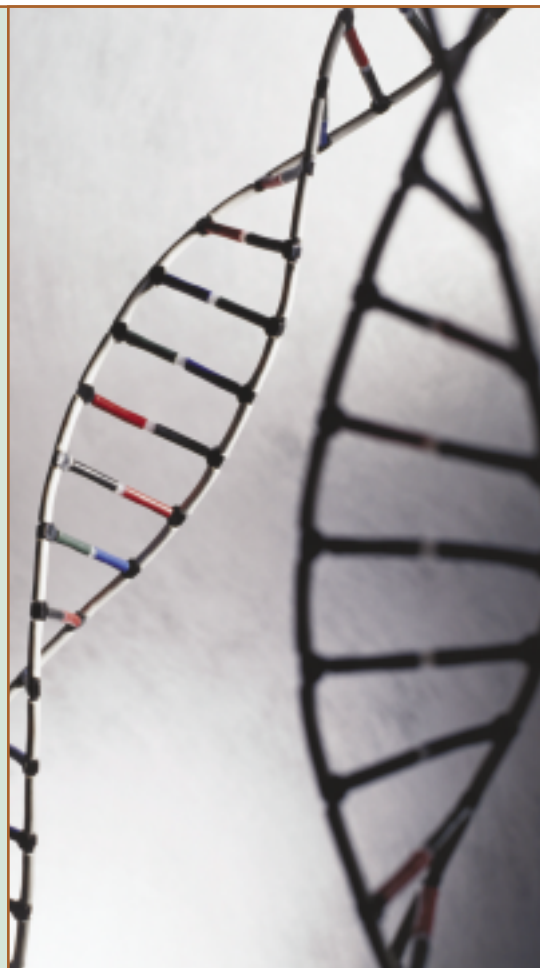
Se non vi fidate delle multinazionali perché esse sono interessate solo al profitto: *sappiate che qualsiasi attività agricola è legata al profitto, sia del singolo agricoltore sia di grossi gruppi finanziari. Un suggerimento? Prestate ascolto agli scienziati indipendenti che operano nelle università e negli istituti pubblici di ricerca. La grande maggioranza di loro ritiene che le piante transgeniche vadano attentamente valutate caso per caso, prima di accettarle o rifiutarle. L'ingegneria genetica in sé non è una tecnologia nociva per i consumatori e per l'ambiente; al contrario, è una grande opportunità per migliorare la produzione agricola, quantitativamente e qualitativamente.*

Se amate le farfalle: *per esse i fitofarmaci utilizzati sulle coltivazioni tradizionali sono più nocivi delle piante transgeniche.*

UN PO' DI GENETICA

Cos'è un gene? I geni sono le unità elementari dell'ereditarietà, cioè i caratteri che un organismo trasmette da una generazione all'altra. Furono scoperti da Gregorio Mendel alla metà del diciannovesimo secolo. Mendel, esaminando migliaia di piante di pisello, scoprì che il color porpora dei fiori di pisello si trasmette da una generazione all'altra, seguendo delle leggi ben precise. Oggi sappiamo che il colore porpora dei fiori di pisello è una caratteristica genetica, determinata da un gene. I geni sono costituiti da DNA e sono distribuiti in lunghe catene, che formano i cromosomi presenti nel nucleo di ogni cellula. I batteri hanno circa 2.000 geni diversi, una pianta 25.000 e la specie umana 30-40.000.

L'insieme dei geni di una determinata specie è chiamato genoma. Ogni cellula possiede due copie di ogni gene ed ogni gene contiene l'informazione per produrre una proteina specifica. Per esempio, nel pisello il gene responsabile del color porpora permette nei fiori la sintesi di una proteina che converte una sostanza chimica incolore in un pigmento purpureo. Quando questo gene è trasmesso alla generazione successiva, è trasmessa anche la capacità di produrre il pigmento. Ogni gene, per processi naturali, può subire una o più modifiche che sono poi trasmesse ai discendenti, se tali modifiche non sono negative per la crescita degli individui. Questi "nuovi" individui, che presentano quindi un DNA modificato, sono definiti "mutanti". Quindi "mutante" e "mutazione" sono termini scientifici che identificano quanto avviene in natura, anche se il pubblico li percepisce come termini negativi. In altre parole, se non ci fossero state le mutazioni, gli uomini, gli animali, le piante, i batteri, insomma tutti gli esseri viventi, sarebbero stati identici e questa omogeneità non avrebbe portato alla variabilità e diversità genetica della quale oggi tanto si parla.





Diecimila anni di modificazioni genetiche delle piante coltivate

Tutti conoscono l'aspetto di una pannocchia matura di mais (in effetti, botanicamente è una spiga) o granoturco: ma che aspetto avevano le pannocchie nell'antichità? Circa 8.000 anni fa gli abitanti dell'attuale Messico iniziarono un lento processo di domesticazione del teosinte, l'antenato del mais. Ancora oggi il teosinte cresce spontaneamente in Messico, producendo minuscole pannocchie con piccolissimi semi. Ogni seme è racchiuso in uno spesso involucro, che cade sul terreno quando la pianta è matura. La pianta di teosinte non assomiglia assolutamente alla pianta attuale di mais: è più bassa e con fusti multipli invece di un singolo alto fusto. Il teosinte è quindi una specie che è stata modificata geneticamente dall'uomo: per migliaia di anni gli uomini hanno scelto e propagato solo le piante che, grazie a mutazioni genetiche casuali, erano più adatte alla raccolta dei semi e più produttive. Il mais possiede circa 25.000 geni e non si sa quanti di questi abbiano subito mutazioni, siano stati eliminati, riarrangiati o duplicati negli 8.000 anni di intervento umano che hanno portato dal teosinte al granoturco attuale. Tutte queste modificazioni genetiche sono risultate vantaggiose, visto che un ettaro di mais ha una produzione in granello 1.000 volte maggiore di quella di un ettaro di teosinte.

La domesticazione, cioè il processo di conversione di piante selvatiche in piante coltivate, è iniziata nella Cina meridionale ed in Medio Oriente circa 10.000 anni fa e nell'Africa occidentale e nel Messico centrale 8.000 anni fa. Viaggiando oggi nelle campagne del Messico, degli USA, del Kenia o dell'Italia (tutte regioni produttrici di mais) è difficile vedere piante di granoturco al di fuori di un campo coltivato. Il motivo è semplice: il mais attuale è stato talmente modificato che non è più competitivo rispetto alle piante selvatiche; per crescere ha bisogno dell'apporto di acqua, fertilizzanti e diserbanti da parte dell'uomo.

Lo stesso vale per altre importanti piante coltivate: il frumento, il riso, il fagiolo, la soia, ecc. sono state tutte modificate geneticamente nel corso dei millenni e non possono crescere senza le tecniche di coltivazione messe a punto dall'uomo.

Il miglioramento genetico è sempre stato basato sulla manipolazione genetica

All'inizio del ventesimo secolo gli agricoltori ed i genetisti delle piante cominciarono a migliorare geneticamente le piante coltivate applicando conoscenze scientifiche, in altre parole cercando di raccogliere tutte le mutazioni naturali vantaggiose per una determinata specie al fine di ottenere nuove varietà più produttive e meglio adatte all'ambiente di coltivazione. Inizialmente la maggior parte del lavoro era fatto direttamente nei campi, mediante incroci e producendo ibridi tra varietà della stessa specie. Intorno al 1950, i genetisti cominciarono a sperimentare ibridazioni tra specie diverse: in molti casi, per permettere la crescita delle piante ibride adulte, era necessario trasferire gli embrioni ottenuti su substrati artificiali per evitarne la morte. Il triticale, un importante cereale, è stato prodotto in questo modo incrociando frumento e segale, due specie botaniche distinte. Per ottenere una nuova varietà ibrida da coltivare in pieno campo sono necessarie diverse generazioni di incroci e molti anni.

Negli anni '60 furono utilizzati metodi per produrre nuove varietà basati sull'uso di agenti mutageni, come alcune radiazioni o alcune sostanze chimiche, capaci di produrre mutazioni come quelle che avvengono in natura. I semi di alcune importanti specie di interesse agrario furono irradiati con raggi gamma, che rompono a caso le catene di DNA. Le piante con il DNA mutato in questo modo furono incrociate con piante non irradiate della stessa specie. L'idea, che si dimostrò corretta, era che alcuni dei cambiamenti provocati dalle radiazioni nel DNA, e dunque nei geni, avrebbero generato delle caratteristiche agronomiche e nutrizionali vantaggiose. Centinaia di varietà di piante oggi coltivate sono state ottenute con queste tecniche. I coltivatori di prodotti "biologici" e gli oppositori degli OGM accettano queste varietà come "naturali", mentre considerano "innaturali" quelle derivanti dall'uso dell'ingegneria genetica.

“Non possiamo azzerare l'orologio dell'agricoltura e utilizzare soltanto le tecniche adottate per produrre cibo per un numero molto limitato di persone. Ci sono voluti 10.000 anni per aumentare la produzione alimentare fino all'attuale livello di circa cinque miliardi di tonnellate l'anno. In pochi decenni sarà necessario raddoppiare questa produzione. Questo obiettivo non potrà essere raggiunto se gli agricoltori di tutto il mondo non avranno accesso alle attuali tecniche di elevata produzione e alle scoperte delle biotecnologie in grado di incrementare di più la resa, l'affidabilità e la qualità nutritiva delle principali piante alimentari. E' necessario portare sulla strada del buon senso il dibattito sulle scienze agricole e la tecnologia: prima ciò avverrà, meglio sarà”

Norman E. Borlaug

Premio Nobel per la pace nel 1970



Vent'anni di modificazione genetica delle piante tramite l'ingegneria genetica

Il DNA ha la stessa struttura chimica in ogni essere vivente: studi genetici hanno rivelato che, nel corso dell'evoluzione naturale, alcuni organismi si sono scambiati segmenti di DNA. In questo modo, in natura, senza alcun controllo, un po' di geni passano da una specie ad un'altra. Questo processo non avviene di frequente, ma i biologi molecolari delle piante ora utilizzano lo stesso meccanismo alla base dello scambio "naturale" di geni per introdurre di nuovi nelle piante coltivate e migliorarne così alcune caratteristiche utili. Questa tecnica, chiamata "ingegneria genetica", al momento permette di trasferire un gene alla volta; i ricercatori sperano in futuro di poter trasferire segmenti di DNA contenenti più geni. Le piante ottenute mediante l'ingegneria genetica sono definite "transgeniche" o "geneticamente modificate", sebbene in realtà, come abbiamo visto, la modificazione genetica delle piante non è una novità ed è praticata da millenni. La novità consiste piuttosto nel fatto che l'ingegneria genetica permette di ottenere nuove varietà in modo più preciso e rapido che in passato, poiché si conosce esattamente quale gene si sta trasferendo. Inoltre è possibile trasferire geni fra una specie ed un'altra anche quando queste non sono incrociabili tra loro. Si può anche trasferire un gene dell'uomo nel frumento, ma il trasferimento di geni tra specie diverse non è una novità! Per esempio gli scienziati hanno già trasferito nei batteri il gene dell'insulina dell'uomo: questo importante ormone è attualmente prodotto in grandi quantità nei batteri per essere utilizzato come farmaco, con grande soddisfazione dei malati di diabete, che accettano questo prodotto biotecnologico risultante dal "superamento delle barriere fra le specie".

Quando una pianta è trasformata mediante tecniche di ingegneria genetica, lo scienziato non sa esattamente in quale cromosoma e in quale posizione all'interno di esso il nuovo gene sarà inserito; questo può essere stabilito successivamente. D'altra parte, ciò non ha molta importanza, perché il genoma vegetale sopporta grosse modifiche del DNA che avvengono normalmente in natura. Inoltre, se il nuovo DNA si inserisce proprio nel mezzo di uno dei geni più importanti,

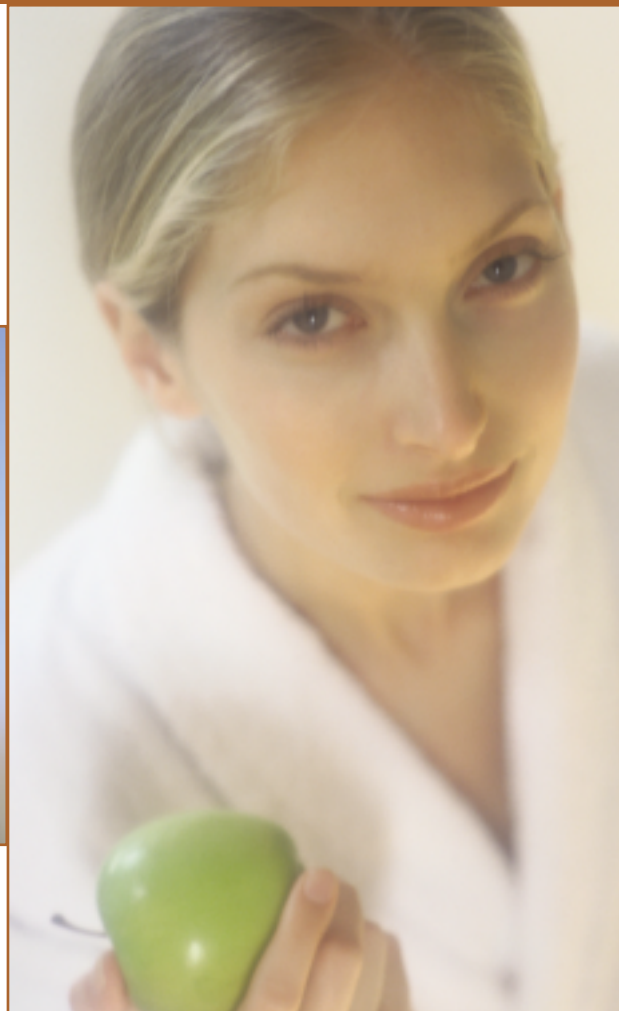
interrompendone la normale sequenza e, dunque, la funzione, quella pianta sarà eliminata durante i successivi controlli di qualità o addirittura si eliminerà da sola, perché non sarà in grado di svilupparsi, crescere e dare origine ad una discendenza fertile.

Le piante transgeniche: il presente e il futuro

L'ingegneria genetica ha già migliorato la qualità di alcune piante: ad esempio sono state ottenute piante resistenti agli insetti, che quindi riducono l'uso di insetticidi ed il cosiddetto "riso dorato" (golden rice.) In particolare, questo riso contiene provitamina A, precursore della vitamina A, la cui mancanza causa nel sud-est asiatico la morte di milioni di bambini e la cecità di centinaia migliaia di bambini ed adulti. In futuro gli scienziati saranno anche in grado di sostituire un gene già presente in una pianta con una sua copia che funzioni meglio. Nuove tecnologie, che si stanno rapidamente sviluppando nei campi della biologia molecolare e della genetica, renderanno l'ingegneria genetica delle piante coltivate ancora più utile.

L'ingegneria genetica non è però l'unica tecnica che sarà usata in futuro per il miglioramento genetico delle piante. Lo studio del genoma di molte importanti specie coltivate aiuterà a programmare in modo più razionale, e dunque più efficace, le tradizionali tecniche di miglioramento tramite incroci. Inoltre, diventando sempre più semplice e meno costosa, l'analisi molecolare di interi genomi permetterà di iniziare programmi di miglioramento genetico anche per piante finora trascurate, quali il miglio e la cassava, che costituiscono l'alimento principale di molte popolazioni dei Paesi in via di sviluppo.





Piante transgeniche ed agricoltura biologica

La certificazione dei prodotti biologici si basa su definizioni che principalmente stabiliscono ciò che non è permesso nell'agricoltura biologica. La maggior parte dei criteri di coltivazione adottati dall'agricoltura biologica riporta indietro l'orologio al 1950, bandendo l'uso di quasi tutti i pesticidi, con poche eccezioni (una è il rotenone, che in realtà è piuttosto velenoso), di tutti i diserbanti e della maggior parte dei fertilizzanti "inorganici" (prodotti chimici di sintesi). Preferisce i fertilizzanti "organici" (letame), la rimozione meccanica delle erbe infestanti (con i trattori) ed il controllo biologico dei parassiti. Ammette tutti i metodi di miglioramento genetico delle piante, inclusi quelli che impiegano mutageni chimici o fisici, ma non accetta le piante transgeniche prodotte mediante tecniche di ingegneria genetica.

E' stato stimato che l'agricoltura biologica può riuscire a sfamare circa tre miliardi di persone, non i sei attuali o i nove miliardi previsti fra qualche decennio. Perché? Per diverse ragioni. Innanzitutto, per produrre il letame necessario alle coltivazioni biologiche, si deve destinare una notevole estensione di terreno alla produzione di alimenti per gli animali; fra l'altro è chiaro che questi terreni non possono essere fertilizzati con il letame, altrimenti si entra in un circolo vizioso. Inoltre, mentre è evidente la riduzione della quantità di pesticidi utilizzati in questo tipo di agricoltura rispetto al controllo chimico, il controllo biologico dei parassiti e dei patogeni delle piante è poco efficace, tanto che le

rese di produzione sono molto basse ed il prodotto presenta spesso tracce dell'attacco dei parassiti vegetali (macchie, fori e gallerie scavate da larve, etc.); soprattutto è meno efficace del controllo ottenibile con piante resistenti prodotte mediante ingegneria genetica. Nell'insieme, questi fattori concorrono a rendere l'agricoltura biologica meno produttiva e i suoi prodotti certificati più costosi rispetto all'agricoltura tradizionale.

E' necessario rendere l'agricoltura maggiormente sostenibile

Senza dubbio l'agricoltura biologica ha molti aspetti positivi. La rotazione con piante leguminose azotofissatrici, l'utilizzo degli avanzi dei raccolti come fertilizzanti, il controllo biologico di parassiti e patogeni (quando possibile) e l'uso della calce per controllare l'acidità del suolo, sono solo alcuni esempi di pratiche che contribuiscono a rendere "sostenibile" l'agricoltura. Ma, fatti salvi questi vantaggi per l'ambiente, tutt'oggi non c'è nessuna evidenza oggettiva che dimostri che i prodotti biologici siano più sani o più nutrienti di quelli convenzionali. Anche gli scienziati favorevoli all'uso delle piante transgeniche hanno come obiettivo prioritario rendere l'agricoltura maggiormente sostenibile; essi lo perseguono utilizzando basi scientifiche e rifiutando un approccio esclusivamente ideologico che non comporti verifiche sperimentali.

Le piante transgeniche promuovono la comparsa di nuovi batteri resistenti agli antibiotici?

La comparsa di nuovi ceppi di batteri resistenti agli antibiotici è divenuto un problema rilevante per la nostra salute e la sicurezza del cibo, indipendentemente dalle piante transgeniche. I batteri resistenti si sviluppano nel nostro corpo quando gli antibiotici sono usati in modo improprio o scorretto, come nel caso di trattamenti brevi che non uccidono tutti i batteri infettivi presenti nel corpo oppure quando sono usati per combattere infezioni virali, come il raddedrore, contro le quali gli antibiotici sono inefficaci. Inoltre, grandi quantità di antibiotici sono somministrate agli animali perché, per ragioni ancora non chiare, sembrano stimolarne la crescita. La comparsa di batteri resistenti, come risultato delle applicazioni sopra descritte, era stata ampiamente prevista molti anni fa dai microbiologi che, come gli altri scienziati, dovrebbero essere più ascoltati.

Solitamente nelle piante transgeniche, assieme al gene che conferisce la caratteristica desiderata, è trasferito anche un gene cosiddetto "marcatore". Questo serve a selezionare in laboratorio le piante effettivamente trasformate da quelle sulle quali la procedura di trasformazione non ha avuto effetto. Sino ad ora come marcatori sono stati impiegati geni che conferiscono resistenza ad un antibiotico. Tale impiego è stato criticato in quanto si è temuto un trasferimento del gene di resistenza dalla pianta transgenica ai batteri presenti nell'ambiente. Sebbene ulteriori studi siano necessari ed in corso, sulla base di calcoli e dati sperimentali, i microbiologi ritengono che sia estremamente improbabile che batteri resistenti possano selezionarsi a causa delle piante transgeniche. Inoltre, negli ultimi anni sono state sviluppate nuove tecnologie di selezione delle piante transgeniche che non comportano l'impiego di geni per la resistenza agli antibiotici, evitando così ogni eventuale minimo rischio. In ogni modo, dal 2004, secondo la vigente legislazione europea, nei Paesi aderenti all'UE non potranno essere coltivate piante OGM recanti geni di resistenza ad antibiotici come marcatori.



I sapori italiani

Uno degli argomenti contro le piante transgeniche spesso ascoltato in Italia afferma che i prodotti da esse derivati sono parte di una tendenza generale all'omologazione degli stili di vita del mondo, che minaccia le tradizioni culinarie e alimentari per le quali gli italiani sono, giustamente, famosi. Analogamente, lo stesso argomento è utilizzato in Francia. Molti considerano, chissà perché, la situazione del momento come la migliore in assoluto e dunque vedono in ogni cambiamento una catastrofe. Ma anche gli irrinunciabili spaghetti al pomodoro e la pizza Margherita sono frutto di innovazioni! Basti pensare che il pomodoro, una pianta originaria del Sud America, arrivata in Europa solo dopo la scoperta delle Americhe da parte di Colombo, fu per molto tempo considerata velenosa e solo in seguito cominciò ad essere impiegata per l'alimentazione dell'uomo. Lo stesso vale per la polenta: è noto che il mais fu importato dalle Americhe; e così per tante altre specie vegetali ed animali. Il tanto decantato "formaggio di fossa" non cresce da solo nelle antiche grotte di tufo: è un prodotto che ha ben poco di naturale, frutto invece della tecnologia. In realtà, chi utilizza quest'argomentazione contro le piante transgeniche, fa un torto all'intelligenza ed all'inventiva, che sono fra le grandi ricchezze dell'umanità. La trasformazione genetica delle piante è uno strumento, tra i tanti, che può anche essere usato per valorizzare ed aumentare la diversità di sapori e l'appetibilità degli alimenti, così come in passato le piante provenienti dai "nuovi mondi" sono state utilizzate in modo innovativo. La società italiana, rifiutando questa tecnologia, può perdere il ruolo di "leader" mondiale nell'alimentazione di qualità, perché, prima o poi, alimenti appetibili con sapori nuovi, grazie ad una pianta transgenica, saranno prodotti e si imporranno sul mercato, così come la fantasia degli italiani ha fatto nel passato con il "velenoso" pomodoro.

Detto questo, bisogna sempre ricordarsi che per l'umanità il problema principale è la malnutrizione.





Sicurezza delle piante transgeniche



Non esiste alcuna evidenza che i prodotti delle piante transgeniche siano meno sicuri di quelli tradizionali. Purtroppo, l'opinione pubblica è spesso scossa da notizie negative sulla

sicurezza dei nostri alimenti, così come avvenuto nel 1999 in Belgio quando si scoprì che alimenti di origine animale erano contaminati da diossina, a causa di commercianti di mangimi ed allevatori di pochi scrupoli. Queste notizie hanno generato il sospetto che anche i cibi transgenici, provenienti dall'applicazione di una nuova tecnologia genetica, possano essere non sicuri per la nostra salute. Invece, nei Paesi in cui sono legalmente permessi, gli alimenti transgenici sono sottoposti ad analisi più accurate di quelle usate per qualsiasi altro alimento. Negli Stati Uniti sono controllati da due diverse agenzie del governo e dal Ministero dell'Agricoltura. In Europa sono controllati a due livelli: dall'Unione Europea e dai singoli Paesi aderenti; in Italia il compito principale è affidato al Ministero della Sanità. L'approvazione per il commercio di un alimento transgenico richiede fino a sei anni di tempo, mentre questi tipi di controllo non sono previsti per le piante alimentari prodotte con altri sistemi.

Minuziosi controlli sono effettuati per assicurarsi che le piante transgeniche contengano gli stessi componenti delle varietà tradizionali, sia gli elementi nutritivi sia gli altri composti chimici. Ma forse pochi sanno che in caso di attacco da parte di insetti, batteri, funghi, le piante si difendono sintetizzando un numero di nuovi composti, normalmente non presenti in una pianta sana. Qual è l'effetto di queste sostanze "sconosciute" sull'uomo? Ingerite in piccola quantità non costituiscono un problema. Tuttavia non sono pochi i casi di nuove varietà di

piante alimentari, ottenute con i metodi tradizionali, ritirate dalla produzione perché è stato successivamente scoperto che contenevano quantità inaccettabili di queste naturali difese delle piante. La coltivazione di tali varietà era stata inizialmente autorizzata perché, essendo state ottenute con metodi "tradizionali", non era previsto alcun controllo di tossicità o di allergenicità.

Il problema della sicurezza degli alimenti è particolarmente grave nei Paesi in via di sviluppo. Circa tre milioni di bambini al di sotto dei cinque anni muoiono ogni anno di diarrea. Anche nei Paesi industrializzati circa il 5-10% della popolazione è colpita più o meno gravemente da intossicazioni o allergie alimentari. La maggior parte delle intossicazioni è dovuta a batteri patogeni presenti nel cibo: salmonella, stafilococco e Escherichia coli sono nomi di batteri ormai conosciuti da tutti. Nella stragrande maggioranza dei casi la causa è la cattiva preparazione o conservazione del cibo da parte dei consumatori. Tuttavia, in altri casi il cibo è contaminato durante i processi di produzione e trasformazione o durante il trasporto. Dunque, anche se la sicurezza degli alimenti è oggi maggiormente garantita rispetto al passato, ci sono ancora grossi problemi di sicurezza d'uso, che devono e possono essere risolti.

Le piante transgeniche, invece, sono controllate in modo più rigoroso. Infatti, queste piante sono controllate per la possibilità di causare reazioni allergiche e per assicurarsi che siano digeribili. Gli scienziati sono d'accordo su questi controlli, perché non è possibile prevedere completamente se la sintesi di una nuova proteina possa causare, per un effetto a cascata sconosciuto, modifiche in altri composti chimici prodotti dalla pianta. Le regole sono le stesse seguite per i pesticidi o per i nuovi additivi prodotti dall'industria alimentare: ci deve essere una ragionevole certezza che nel lungo periodo l'ingestione non provochi effetti nocivi.

Le Multinazionali

“Le piante transgeniche sono un prodotto delle multinazionali, che sono solo interessate ad aumentare i propri profitti”. Quest’affermazione, per quanto condivisa da molti, non è corretta. Le piante transgeniche non sono un’invenzione delle multinazionali. In effetti, i laboratori pubblici di ricerca di centinaia di università e organizzazioni governative, in diversi Paesi industrializzati e non, lavorano da tempo per produrre piante transgeniche per i più svariati scopi, molti dei quali hanno poco a che vedere con la ricerca del profitto e molto a che fare con il tentativo di rendere più produttiva e sostenibile l’agricoltura nelle aree povere del nostro pianeta.

Alcune delle piante transgeniche prodotte dalle multinazionali possono essere considerate “ciniche”. Un esempio sono quelle che producono semi sterili, in modo che gli agricoltori non possano conservare una parte del raccolto per la semina dell’anno successivo e siano costretti a comprare nuovi semi. E’ però poco noto al consumatore che già da anni gli agricoltori, per le specie più importanti come mais, pomodoro, ecc., devono comprare ogni anno il seme “nuovo” perché per queste specie sono estesamente coltivate varietà ibride: quindi, l’agricoltore non può usare il seme ottenuto nel suo campo perché, l’anno successivo, non darebbe piante con lo stesso vigore e rendimento di quelle prodotte dal seme acquistato. Inoltre, certamente nessuno obbligherà gli agricoltori ad acquistare le nuove piante sterili, se non ne vedranno un vantaggio economico.

La cosa più importante da tenere presente è che ci sono decine di migliaia di geni in ogni pianta e centinaia di piante coltivate. Le possibili combinazioni sono quindi un numero enorme. Alcune piante transgeniche produrranno più reddito per gli agricoltori e per le industrie sementiere, ma non si capisce perché debbano essere proibite se non sono pericolose per la salute e per l’ambiente e, soprattutto, non si capisce perché debbano gettare un’ombra negativa su tutte le altre possibilità derivanti dall’applicazione pratica dell’ingegneria genetica.



Attenzione alle aflatossine

Le aflatossine sono potenti sostanze cancerogene prodotte da funghi che possono infettare i semi conservati dopo il raccolto, come quelli di arachide e mais. Il problema può essere ridotto grazie ad un corretto immagazzinamento. Tuttavia, vi sarà sempre una piccola quantità di aflatossine nei preparati di questi semi. L’ingegneria genetica offre la possibilità di risolvere il problema facendo sintetizzare dal mais e dalle arachidi alcuni enzimi che inattivano le aflatossine.



Soia senza allergeni?

La soia ha molti pregi dal punto di vista nutrizionale e, pertanto, è utilizzata in numerosi preparati alimentari. Purtroppo molti bambini sono allergici a questo legume. Un modo per risolvere il problema è eliminare dalla soia le proteine che causano allergia. Gli scienziati hanno recentemente identificato la proteina di soia principalmente responsabile dell’allergia e, mediante ingegneria genetica, hanno ottenuto una varietà di soia che non produce più tale proteina. Questa è una pianta transgenica, ma ha una proteina in meno rispetto alla pianta normale e non una in più. Il beneficio che avrebbero gli allergici da questa nuova varietà di soia è evidente. Tuttavia, la maggior parte delle industrie di alimenti per l’infanzia ha scelto di rifiutare i prodotti delle piante transgeniche. Se qualcuno tuttavia produrrà alimenti per l’infanzia utilizzando questa nuova soia, i consumatori potranno scegliere tra soia “naturale” che provoca allergia e quella transgenica, non allergica.



E l'ambiente?

Per migliaia di anni l'agricoltura ha modificato i nostri paesaggi: le foreste sono state eliminate e le praterie naturali sono state destinate a campi coltivati. Il paesaggio può essere ancora piacevole alla vista - basti pensare ai vigneti toscani, agli uliveti delle coste mediterranee, alle risaie a terrazza della Malesia. Tuttavia, la ricchezza di piante e animali del passato è andata persa, perché l'esigenza di produrre quantità di cibo sufficienti per nutrire una popolazione umana che non smette mai di aumentare è prioritaria rispetto all'obiettivo di non sottrarre terreno alla "natura incontaminata" per destinarlo alla coltivazione. Attualmente si produce cibo a sufficienza per il 90% della popolazione mondiale, e si potrebbe arrivare al 100% se la distribuzione del cibo prodotto fosse gestita in modo più equo. Ma quale è l'altro lato della medaglia? Molti problemi per la perdita della diversità delle specie, l'erosione del suolo, il crescente accumulo di sali nel terreno dovuto al continuo uso di fertilizzanti chimici. Anche il diffondersi di patogeni da un continente all'altro e la comparsa di nuovi parassiti sono il risultato dell'intensificazione dell'agricoltura. Tutti questi problemi, causati dall'intervento dell'uomo, sono noti da anni ma nessuno di essi è dovuto all'uso reale o potenziale delle piante transgeniche.

Per preservare la natura bisogna aumentare la produttività delle piante

La perdita di biodiversità dovuta agli interventi dell'uomo può essere mitigata da nuove tecnologie che possono aumentare la produttività agricola. Anche se non evidente, c'è un chiaro legame fra produttività delle piante ed il mantenimento della biodiversità.

Tutti i terreni più fertili e la maggior parte di quelli meno fertili sono già coltivati. Rimangono solo i suoli marginali, poveri di sostanze nutritive o localizzati in climi troppo aridi oppure ad alta quota sui pendii delle montagne. Ammesso che anche questi terreni possano essere convertiti in terreni coltivabili, il danno

all'ambiente sarebbe enorme, per i motivi sopra riportati. Dunque, se si vuole preservare gli ambienti naturali e la biodiversità che essi offrono, la soluzione più efficiente è aumentare la produzione delle terre già coltivate. L'ingegneria genetica può realmente contribuire a raggiungere questo scopo. Alcune piante transgeniche, già coltivate nei Paesi che legalmente lo permettono, richiedono meno pesticidi e meno lavorazioni del terreno, riducendo, di conseguenza, l'erosione. L'obiettivo più importante è dunque aumentare la produttività per ettaro, perché aumentare la produzione di cibo raddoppiando le aree coltivate comporterebbe la scomparsa della natura incontaminata. E' necessario impiegare tutte le nostre conoscenze e tutte le nostre tecnologie, semplici o sofisticate che siano, per raggiungere l'obiettivo di rendere l'agricoltura più produttiva e compatibile con l'ambiente. Per i motivi sopra esposti, possiamo affermare che le biotecnologie applicate all'agricoltura in maniera corretta e consapevole non sono in contrasto con un'agricoltura eco-compatibile.





Nei campi coltivati con il mais Bt c'è una maggiore quantità e varietà d'insetti

Il *Bacillus thuringiensis* (abbreviato Bt) è un batterio che produce una proteina chiamata tossina Bt; questa proteina danneggia l'intestino degli insetti e delle larve che ingeriscono il batterio. La tossina non è nociva per l'uomo. I coltivatori di prodotti biologici usano questo pesticida naturale per combattere alcuni insetti che devastano i raccolti. Gli scienziati hanno isolato il gene batterico che produce la tossina Bt e lo hanno trasferito nel cotone, nel mais e nelle patate, in modo che ogni cellula di queste piante transgeniche produca la tossina. In questo modo le larve degli insetti che solitamente si nutrono delle radici, foglie o semi di queste piante non riescono a sopravvivere. Gli agricoltori sono soddisfatti poiché non devono acquistare pesticidi e lo sono anche i consumatori, perché gli alimenti non contengono residui di pesticidi. Ma cosa succede agli insetti? Quelli dannosi, "conosciute" le piante transgeniche Bt, le evitano e si nutrono di altre presenti nelle vicinanze o frammiste a quelle transgeniche; quelli utili, non sono uccisi dai pesticidi perché l'agricoltore non li usa. Recenti indagini indicano che nei campi coltivati con piante transgeniche Bt vive un maggior numero e una maggiore varietà di specie di insetti che in quelli coltivati con le versioni tradizionali delle stesse piante.

Quale è il rischio e quale è il beneficio?

Quando iniziarono i primi viaggi in treno i passeggeri erano pochi, perché la maggioranza percepiva un rischio maggiore del beneficio in questo nuovo sistema di trasporto. Ma oggi ci sono ben poche persone che pensano che prendere il treno per andare da Napoli a Milano sia peggio che andarci a cavallo o a piedi, sebbene i treni possano avere incidenti e consumino energia. Per decine di anni gli inglesi rifiutarono il latte pastorizzato, perché pensavano che i vantaggi conosciuti fossero minori dei rischi ignoti derivanti dal processo "innaturale" di pastorizzazione, poi decisero altrimenti. Ciò che è importante è che, alla fine, a decidere sia il consumatore. Siamo disposti a pagare di più per il cibo chiaramente etichettato come "privo di OGM" perché percepiamo un rischio nell'ingegneria genetica? Se pensiamo che il semplice fatto di essere un prodotto dell'ingegneria genetica non faccia diventare un alimento più pericoloso di un altro e che i benefici siano invece tangibili (magari un prezzo minore, un maggior valore nutrizionale, meno residui di pesticidi) potremo decidere che sia più conveniente sceglierlo al posto di un alimento tradizionale.





Le piante sono una grande fonte di vitamine, ma non tutte le piante producono elevate dosi delle vitamine necessarie all'uomo. Il riso è un alimento carente di vitamina A. Nel Sud-Est asiatico, dove il riso è di gran lunga l'alimento principale, il 70% dei bambini al di sotto dei cinque anni soffre di carenza di vitamina A, e questa malnutrizione causa ogni anno 1-2 milioni di morti e centinaia di migliaia di ciechi. Scienziati di università tedesche e svizzere hanno introdotto tre nuovi geni nel riso, prelevandoli da altre piante e da un batterio. Questi geni permettono al riso di accumulare nei semi il beta-carotene (provitamina A, convertita nel nostro corpo in vitamina A) in quantità tali da avvicinarsi a garantire con una tipica dose giornaliera di riso la quantità di vitamina sufficiente ad una crescita sana. Il permesso di coltivare e vendere questo riso sarà garantito gratuitamente agli agricoltori con un reddito al di sotto di 10.000 dollari all'anno (praticamente tutti i piccoli agricoltori dei Paesi in via di sviluppo), grazie al fatto che al di sotto di tale reddito le industrie private, che posseggono i brevetti delle metodologie comunemente usate per produrre piante transgeniche, hanno acconsentito a non richiedere compensi.

A causa dell'accumulo di beta-carotene, i chicchi di questo riso transgenico hanno un colore giallo-arancione, da cui il nome "golden rice" (riso dorato).

Le piante e gli alimenti transgenici sono regolamentati in modo appropriato?

L'Unione Europea e l'Italia

Nessun prodotto derivato da OGM può essere immesso sui mercati dei Paesi dell'Unione Europea (UE) se non è stato approvato da una procedura dell'UE stessa. Dunque esiste una doppia procedura di controllo, a livello dell'UE e del singolo Paese aderente all'Unione. Ogni singolo Stato può formulare obiezioni all'immissione sul mercato di un particolare prodotto e, in caso di obiezioni o di necessità di ulteriori indagini, la Commissione Europea si avvale dell'assistenza di un comitato composto da rappresentanti di tutti i Paesi, che esprime parere a maggioranza.

L'UE stabilisce che i prodotti OGM non devono presentare rischi nè indurre in errore il consumatore. Inoltre essi o i loro derivati non devono comportare svantaggi sotto il profilo nutrizionale.

L'autorizzazione all'immissione sul mercato di prodotti OGM o loro derivati è limitata a un periodo di 10 anni a partire dalla notifica. Dopo questo periodo è necessaria una nuova valutazione.

In Italia è il Ministero della Sanità che ha un ruolo decisionale a livello nazionale in tutte le normative e le autorizzazioni che riguardano le biotecnologie e si avvale di organismi di consulenza quali il Comitato Nazionale di Biosicurezza e Biotecnologie ed il Comitato Nazionale di Bioetica, nominati dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri. L'Istituto Superiore di Sanità ha un ruolo centrale nel predisporre le istruttorie tecniche di valutazione del rischio necessarie per ottenere l'autorizzazione.

L'etichettatura

Attualmente il 65% della popolazione italiana è contrario agli alimenti transgenici. La situazione media nell'UE non è molto dissimile. Questo è probabilmente il motivo principale per cui il Parlamento Europeo è particolarmente sensibile allo stabilire dei criteri di rintracciabilità ed etichettatura degli OGM e degli alimenti da essi derivati.

La proposta recentemente approvata dal Parlamento Europeo e dal Consiglio dell'UE prevede che i prodotti contenenti materiale geneticamente modificato siano etichettati in quanto tali, indipendentemente dalla loro composizione. Anche nel caso di un prodotto non contenente materiale geneticamente modificato ma estratto da un OGM, nell'etichetta dovrà essere specificata tale provenienza. La proposta prende in considerazione la possibilità di contaminazione fortuita e non voluta con materiale OGM e stabilisce dunque un limite dell'1% al di sotto del quale non è necessaria l'etichettatura. Questa proposta di fatto conferma le regolamentazioni attualmente in vigore nell'UE.

Il problema è complesso. Uno degli effetti, probabilmente indesiderati, delle regolamentazioni europee che prescrivono l'etichettatura è che, per timore di attive proteste da parte di gruppi ambientalisti e tenendo conto dell'opinione della maggioranza che non desidera alimenti transgenici, le grandi catene di supermercati semplicemente si rifiutano ormai di mettere in commercio prodotti derivati da OGM, riducendo la libertà di scelta dei consumatori.

I consumatori affermano che il loro desiderio è di sapere se un alimento è "naturale" o "artificiale". Sfortunatamente "naturale" non è sinonimo di "buono" o "sano": come abbiamo visto, i funghi producono naturalmente micotossine cancerogene e la salmonella è assolutamente naturale. Inoltre molti processi, che non avvengono normalmente in natura, hanno condotto al miglioramento dei nostri raccolti prima dell'avvento dell'ingegneria genetica. Il consumatore considera le etichettature come avvertimenti riguardanti qualcosa di pericoloso piuttosto che come informazione neutra. Per alcuni alimenti oggi in commercio, probabilmente avrebbe rifiutato prodotti ottenuti mediante procedure "non naturali", come le già citate ibridazioni fra specie diverse e le mutazioni causate da radiazioni nucleari, perdendo la possibilità di nutrirsi in modo migliore e a più basso costo.



Alcuni punti salienti

1. **LA SICUREZZA:** l'evidenza attuale è che la trasformazione genetica di per sé non rende le piante meno sicure per la salute e l'ambiente. I nutrizionisti e gli altri scienziati non hanno rilevato alcun problema di sicurezza. E' chiaro che se una pianta fosse trasformata con un gene che produce un veleno diventerebbe velenosa, ma questa è un'ovvietà che non ha nulla a che vedere con la sicurezza della tecnica di trasformazione.
2. **LE REGOLE:** le piante transgeniche e i loro prodotti sono soggette a regolamentazioni molto precise e stringenti. Il processo di approvazione richiede molte analisi e molto tempo. Gli scienziati e le industrie biotecnologiche sono a favore di questi accurati controlli.
3. **L'AMBIENTE:** Non vi è alcuna evidenza che la tecnica di trasformazione genetica renda le piante più nocive per l'ambiente.
4. **I VANTAGGI AMBIENTALI:** alcune piante transgeniche sono vantaggiose per l'ambiente perché richiedono meno pesticidi e minori lavorazioni del terreno (e dunque un minor pericolo di erosione). Le piante transgeniche possono svolgere un ruolo importante nel rendere l'agricoltura più sostenibile e produttiva.
5. **I VANTAGGI PER LA NUTRIZIONE:** è possibile produrre piante con elevato contenuto di vitamine, minerali e altre sostanze benefiche per la nostra salute. Inoltre, molte cause di allergie alimentari possono essere eliminate.
6. **GLI AGRICOLTORI:** le piante transgeniche possono ridurre i costi delle coltivazioni. Quelle che permettono una riduzione dell'uso dei pesticidi salvaguardano anche la salute degli agricoltori.
7. **GLI OPPOSITORI:** i gruppi che si oppongono alle piante transgeniche sulla base di argomentazioni ideologiche, filosofiche o economiche non hanno fornito evidenze scientifiche a sostegno delle loro affermazioni sulle conseguenze negative per la salute e l'ambiente.
8. **I POVERI DEL MONDO:** le piante transgeniche non cancelleranno la fame nel mondo, ma rappresentano un ulteriore strumento per combatterla, ecco perché gli agricoltori dei Paesi in via di sviluppo desiderano accedere a queste tecnologie e contribuire a svilupparle.

