



**Regione Lombardia**

*Agricoltura*



Università degli studi di Milano

# **OGM in agricoltura: le risposte alle domande più frequenti**

**Consiglio Scientifico  
per le Biotecnologie  
in Agricoltura**

**QUADERNI DELLA RICERCA N. 38**

**Luglio 2004**

## **CONSIGLIO SCIENTIFICO PER LE BIOTECNOLOGIE IN AGRICOLTURA**

### **Regione Lombardia**

Deliberazione della Giunta Regionale n. VII/7669 del 27 dicembre 2001  
Per informazioni: [agri\\_ricerca@regione.lombardia.it](mailto:agri_ricerca@regione.lombardia.it)

#### **Presidente:**

Francesco Salamini, Max-Plank Institut, Colonia

#### **Responsabile coordinamento scientifico/organizzativo:**

Daniele Bassi, Università degli Studi di Milano

#### **Membri:**

Angelo Ramina, Università degli Studi di Padova  
Cesare Gessler, Swiss Federal Institute of Technology Zurich  
Maurizio Cocucci, Università degli Studi di Milano  
Giuseppe Succi, Università degli Studi di Milano  
Franca Sciaraffia, Università degli Studi di Milano

#### **Consulente per gli aspetti etici:**

Roberto Colombo, Università Cattolica del Sacro Cuore di Milano

#### **Collaboratori permanenti:**

Norman Borlaug, Nobel Price  
Bruce Ames, Berkeley University  
Piero Morandini, Università degli Studi di Milano  
Dario Frisio, Università degli Studi di Milano

#### **Segreteria:**

Davide Ederle  
Vera Ventura

#### **Segreteria tecnica:**

Regione Lombardia  
Direzione Generale Agricoltura  
Programmazione e ricerca per le filiere agroindustriali  
Ricerca e innovazione tecnologica  
Elena Brugna, [Elena\\_Brugna@regione.lombardia.it](mailto:Elena_Brugna@regione.lombardia.it)

© Regione Lombardia - Università degli Studi di Milano

---

Il presente documento è opera del Consiglio Scientifico per le  
Biotecnologie in Agricoltura e non rappresenta necessariamente la posizione della  
REGIONE LOMBARDIA

# **OGM in agricoltura: le risposte alle domande più frequenti**

**Consiglio Scientifico  
per le Biotecnologie  
in Agricoltura**

**QUADERNI DELLA RICERCA N. 38  
Luglio 2004**

Hanno collaborato alla stesura e aderito al documento:

**Accotto Gian Paolo**, Ist. Virologia Vegetale - CNR Torino  
**Ajmone Marsan Paolo**, Ist. Zootecnica - Università Cattolica del S. Cuore - Piacenza  
**Arcioni Sergio**, Istituto di Genetica Vegetale - CNR - Sezione di Perugia  
**Blanco Antonio**, Dip. Biologia e Chimica Agro-forestale ed Ambientale - Università di Bari  
**Boggini Gaetano**, Ist. Sperimentale per la Cerealicoltura - Sezione di S. Angelo Lodigiano  
**Borghesi Basilio**, Direttore Istituto Agrario S. Michele all'Adige  
**Cardi Teodoro**, Ist. Genetica Vegetale, Sezione di Portici - CNR - Consigliere SIGA  
**Cattaneo Marzia**, Istituto Sperimentale per la Cerealicoltura - Sezione di S. Angelo Lodigiano  
**Cattivelli Luigi**, Ist. Sperimentale per la Cerealicoltura - Sezione di Fiorenzuola d'Arda (PC)  
**Coraggio Immacolata**, Ist. Biologia e Biotecnologia Agraria - CNR - Consigliere SIGA  
**Corbellini Maria**, Ist. Sperimentale per la cerealicoltura - Sezione di S. Angelo Lodigiano  
**D'Agnolo Giuliano**, Direttore Dip. Biologia cellulare e neuroscienze - Istituto Superiore di Sanità  
**Damiani Francesco**, IGV CNR Sezione di Perugia  
**Delledonne Massimo**, Dip. Scientifico e Tecnologico - Università di Verona  
**Defez Roberto**, Ist. Genetica e Biofisica - Università di Napoli  
**Di Fonzo Natale**, Ist. Sperimentale per la Cerealicoltura - Foggia  
**Fideghelli Carlo**, Ist. Sperimentale Frutticoltura - Roma  
**Filippone Edgardo**, Dip. Scienze del Suolo, della Pianta e dell'Ambiente, Università di Napoli - Segretario SIGA  
**Fogher Corrado**, Ist. Agronomia, Botanica e Genetica Vegetale - Università Cattolica del S. Cuore - Piacenza  
**Gavazzi Giuseppe**, Dip. Produzione Vegetale - Università di Milano  
**Landi Pierangelo**, Dip. Scienze e Tecnologie Agroambientali - Università di Bologna  
**Lorenzoni Carlo**, Ist. Agronomia, Botanica e Genetica Vegetale - Università Cattolica del S. Cuore - Piacenza  
**Mariani Anna**, Ist. Genetica Vegetale, Sezione di Perugia - CNR - Vice Presidente SIGA  
**Marocco Adriano**, Ist. Agronomia, Botanica e Genetica Vegetale - Università Cattolica del S. Cuore - Piacenza  
**Mezzetti Bruno**, Dip. di Scienze Ambientali e delle Produzioni Vegetali - Università Politecnica delle Marche  
**Pecchioni Nicola**, Dip. Scienze Agrarie - Facoltà di Agraria - Università di Modena e Reggio Emilia  
**Pezzotti Mario**, Dip. Scientifico e Tecnologico - Università di Verona  
**Pogna Norberto**, Istituto Sperimentale per la Cerealicoltura - Roma  
**Quagliotti Luciana**, Di.Va.P.R.A. Genetics and Plant Breeding - Università di Torino  
**Racchi Milvia Luisa**, Dip. Biotecnologie Agrarie Sezione di Genetica - Università di Firenze  
**Ranalli Paolo**, Ist. Sperimentale per le Colture Industriali - Bologna  
**Reforgiato Recupero Giuseppe**, Ist. Sperimentale per l'Agrumicoltura - MiPAF - Consigliere SIGA  
**Rossi Luigi**, Direttore UTS Biotecnologie Protezione della Salute e degli Ecosistemi - ENEA - Roma  
**Rugini Eddo**, Dip. Produzione Vegetale, Università della Tuscia (Viterbo) - Preside Fac. Agraria - Vice Presidente SIGA  
**Sala Francesco**, Dip. Biologia - Università di Milano  
**Sanguineti Maria Corinna**, Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agroambientali - Università di Bologna  
**Sansavini Silvano**, Dip. Colture Arboree - Università di Bologna  
**Sari Gorla Mirella**, Dip. di Scienze Biomolecolari e Biotecnologie, Università di Milano - Past Presidente SIGA  
**Scaramuzzi Franco**, Presidente Accademia dei Georgofili  
**Soave Carlo**, Direttore Dip. Biologia - Università degli Studi di Milano  
**Soressi Gian Piero**, Dip. Agrobiologia e Agrochimica - Università degli Studi della Tuscia - Viterbo  
**Stanca Antonio Michele**, Ist. Sperimentale per la Cerealicoltura Sezione di Fiorenzuola d'Arda (PC) - Presidente SIGA  
**Tateo Fernando**, Dip. Produzione Vegetale - Facoltà di Agraria - Università di Milano  
**Tonelli Chiara**, Dipartimento di Scienze Biomolecolari e Biotecnologie - Università di Milano  
**Tuberosa Roberto**, Dip. Scienze e Tecnologie Agroambientali - Università di Bologna  
**Velasco Riccardo**, Ist. Agrario S. Michele all'Adige - Consigliere SIGA  
**Veronesi Fabio**, Ist. Miglioramento Genetico Vegetale - Università di Perugia

# INDICE

<b>PREFAZIONE</b> .....	pag. 4
<b>PRESENTAZIONE</b> .....	pag. 5
<b>INTRODUZIONE</b> .....	pag. 6
<b>IN GENERALE</b> .....	pag. 7
1. Cosa sono le biotecnologie? .....	pag. 7
2. Cosa sono il DNA, i geni e le proteine? .....	pag. 7
3. Cosa sono gli OGM e l'ingegneria genetica? .....	pag. 8
4. Che cos'è la tecnologia del DNA ricombinante? .....	pag. 9
5. A cosa servono gli OGM? .....	pag. 9
6. Esistono rischi nell'utilizzo di OGM in campo agricolo e alimentare? .....	pag. 11
7. Cos'è il principio di precauzione? .....	pag. 11
8. Le biotecnologie sono contro natura? .....	pag. 12
<b>SALUTE &amp; SOCIETÀ</b> .....	pag. 14
9. Le piante GM sono più pericolose delle altre piante? .....	pag. 14
10. Se mangio OGM muta il mio DNA? .....	pag. 14
11. Gli OGM sono dannosi per la salute umana o animale? .....	pag. 15
12. Gli OGM possono provocare allergie? .....	pag. 17
13. Gli OGM possono diffondere resistenze agli antibiotici rendendo più difficile la cura delle malattie? .....	pag. 18
14. Chi garantisce la sicurezza alimentare degli OGM? .....	pag. 18
15. A cosa serve l'etichettatura dei prodotti contenenti OGM? .....	pag. 19
<b>AMBIENTE</b> .....	pag. 20
16. Cos'è la biodiversità? .....	pag. 20
17. Cos'è la contaminazione genetica? .....	pag. 20
18. Le piante GM possono diventare piante infestanti? .....	pag. 20
19. Quale impatto hanno gli OGM sulla biodiversità? .....	pag. 21
20. Quali possono essere gli effetti a lungo termine degli OGM sulla biodiversità? .....	pag. 23
21. Quali sono gli effetti secondari degli OGM? .....	pag. 23
22. Come vengono controllati gli OGM coltivati? .....	pag. 24
<b>ECONOMIA</b> .....	pag. 26
23. Quali OGM sono coltivati nel mondo? E in Europa? .....	pag. 26
24. Gli OGM possono contribuire a sconfiggere la fame nel mondo? .....	pag. 26
25. Qual è il rapporto tra OGM e multinazionali? .....	pag. 26
26. Ma se produciamo più di quello che consumiamo, perché abbiamo bisogno degli OGM? .....	pag. 28
27. Se le sementi OGM costano più di quelle convenzionali, che utilità possono avere per i Paesi in Via di Sviluppo? .....	pag. 28
28. Le coltivazioni OGM possono coesistere con i sistemi agricoli convenzionali? .....	pag. 29
29. Cosa succederà ai nostri prodotti tipici una volta che gli OGM si saranno diffusi? .....	pag. 30
Indice parole chiave per capitoli .....	pag. 32

# PREFAZIONE

**I**l tema delle biotecnologie applicate all'agricoltura è oggi più che mai attuale e ampiamente dibattuto all'interno dei mass media e della comunità scientifica. La politica inoltre è sempre più chiamata a prendere decisioni su questo delicato tema, che richiede approfondite conoscenze tecniche per poter essere adeguatamente gestito.

In questo panorama la Regione Lombardia ha adottato un metodo di lavoro centrato sulla conoscenza: per questo motivo dal febbraio 2002, in convenzione con l'Università degli Studi di Milano, si è dotata di un Consiglio Scientifico per le Biotecnologie in Agricoltura, come organo consultivo per le questioni di carattere tecnico-scientifico in materia di biotecnologie applicate al settore agricolo e agroalimentare. Questo ha permesso alla Regione di poter gestire anche le situazioni più critiche con maggiore serenità e consapevolezza, come nel caso del ritrovamento di tracce di OGM in alcuni lotti di mais nella campagna di semina 2003, raggiungendo accordi importanti con le parti sociali anche attorno a una tematica così scottante come gli OGM.

Questa pubblicazione nasce con lo scopo di divulgare le informazioni scientifiche raccolte fino a oggi sulle agrobiotecnologie, commentate dal Consiglio Scientifico e da alcuni dei più importanti biotecnologi e genetisti agrari italiani, strutturate sotto forma di risposte ad alcune delle domande che il dibattito attuale più frequentemente suscita.

Il mio auspicio è che possa essere un'utile fonte di conoscenza, di confronto e di discussione per tutti coloro che sono interessati alla tematica delle biotecnologie e desiderano formarsi un giudizio al riguardo.

**Viviana Beccalossi**

Vicepresidente e Assessore all'Agricoltura  
della Regione Lombardia

# PRESENTAZIONE

**N**on è facile proporre al lettore un nuovo documento dedicato ai problemi di comunicazione scientifica che sorgono quando si discute di OGM. Le difficoltà che si incontrano, anche quando si offre, come nel nostro caso, un semplice contributo tra il semantico e il tecnico, è che l'Organismo Geneticamente Modificato rimane per agricoltori, industriali e consumatori italiani uno Snark, l'animale immaginario di Lewis Carroll a cui le navi davano la caccia nell'oceano, ma che nessuno, malgrado il gran parlarne, aveva visto.

Gli OGM non sono immaginari; tuttavia non vengono utilizzati dagli agricoltori italiani, né tantomeno, sono prodotti nei nostri laboratori di ricerca e provati nei campi per determinarne utilità o rischi. Fecero una breve comparsa quando un paio di aziende ebbero il permesso di sperimentarli anche in Italia; poi il decreto Amato del 4 agosto 2000 introdusse una sorta di moratoria tecnico-commerciale che tuttora persiste, analogamente a quanto in atto in altri stati europei. Nonostante questo, l'acronimo OGM, con il quale ci si riferisce a questa nuova tecnologia, è diventato quotidiano frequentatore delle pagine dei giornali; anche nei talk show televisivi fa spesso da mattatore; e addirittura rappresenta, nella società civile, un paradigma di riferimento culturale e politico: essere contro o a favore degli OGM equivale di fatto a dichiarare l'adesione a visioni di sviluppo sociale spesso contrapposte.

È dalla considerazione di questa realtà, qui brevemente accennata, che a suo tempo il Consiglio Scientifico per le Biotecnologie in Agricoltura della Regione Lombardia ha ritenuto necessario contribuire alla corrente e appassionata - ma inconcludente - discussione sugli OGM con un documento. Questo per offrire al ricercatore, al giornalista, al polemista e al cultore dell'argomento, concetti, risultati e conclusioni di stretta natura scientifica. Intende cioè proporre una solida base tecnico-scientifica alla quale riferirsi quando viene trattato l'argomento OGM.

Il documento è ora sotto i vostri occhi. È strutturato in forma di domande e risposte e, anche se non esaurisce tutte le possibili curiosità della comunità che lo leggerà, offre una trattazione precisa delle normative e dei contenuti scientifici che dovrebbero essere preliminarmente a conoscenza di chi si avventura in una discussione sugli OGM. In questa sua peculiare veste, il documento è ambizioso. La speranza è che quanto viene offerto sia di utilità generale e non venga solo recepito come un nuovo capitolo della storia infinita degli OGM in Italia.

**Francesco Salamini**

Presidente del Consiglio Scientifico  
per le Biotecnologie in Agricoltura  
della Regione Lombardia

# INTRODUZIONE

Oggi è difficile discutere di Organismi Geneticamente Modificati (OGM) senza preconcetti. Questo perché nel produrre informazione i media enfatizzano la polarizzazione tra contrari e favorevoli, senza informare in modo adeguato sulle fonti da cui vengono tratte le notizie e senza dare un sufficiente spessore informativo ai temi trattati (come evidenziato anche nel rapporto dell'Osservatorio sui Media di Pavia, [www.osservatorio.it](http://www.osservatorio.it)). La natura pregiudiziale della questione OGM si riflette nella stessa domanda: "favorevole o contrario?", come se si discutesse di un caso di coscienza riguardante una questione filosofica o ideologica. Nelle pagine che seguono si vorrebbe invece rappresentare gli OGM come ritrovati tecnologici che prima di giudicare occorre conoscere, e che dovrebbero essere valutati alla luce delle informazioni rese disponibili da più di 15 anni di storia d'uso. È necessario infatti favorire una discussione seria sugli OGM che parta da un'approfondita conoscenza delle loro specificità, che spesso vengono date per scontate.

Questo documento, prendendo spunto dalle domande che emergono più frequentemente dai pubblici dibattiti e dai media, cerca di dare risposte e spiegazioni ancorate a solide basi scientifico-tecniche.

NOTA ALLA LETTURA: dato il continuo aggiornamento delle conoscenze tecniche sul tema, tale documento non è da considerarsi come definitivo, ma come un testo soggetto a continue revisioni e correzioni. Per verificare la presenza di aggiornamenti si invita a contattare il Consiglio Scientifico all'indirizzo e-mail [agri\\_ricerca@regione.lombardia.it](mailto:agri_ricerca@regione.lombardia.it)



# IN GENERALE

Quando si discute di biotecnologie applicate all'agricoltura, spesso si dedica poca attenzione alla terminologia utilizzata. È stata recentemente pubblicata l'ultima edizione dell'Eurobarometro sul tema "Europei e Biotecnologie" (58.0, [http://europa.eu.int/comm/public\\_opinion/](http://europa.eu.int/comm/public_opinion/)). Il dato più significativo che ne emerge è che dal 1996 a oggi l'alfabetizzazione sul tema biotecnologie non ha fatto passi avanti, continuando a presentare evidenti lacune ed equivoci. Per esempio, solo una persona su tre riconosce che i geni sono una caratteristica di tutti gli esseri viventi e non solo degli OGM, mentre una persona su due crede che mangiando OGM venga alterato il proprio DNA. È qui evidente la necessità di presentare e illustrare alcuni temi "propedeutici" alla comprensione delle biotecnologie e la risposta ad alcune domande di carattere generale che stanno alla base del dibattito di questi ultimi anni.

## 1. Cosa sono le biotecnologie?

Secondo una definizione ampiamente accettata, vengono definite biotecnologie quelle tecniche che utilizzano organismi viventi, o parti di essi, al fine di ottenere beni o servizi. Questa definizione molto ampia raggruppa sia le biotecnologie "convenzionali", che consentono di ottenere vino, birra e distillati, pane, formaggio (ovvero quei prodotti che derivano da alcuni microrganismi fermentatori); sia quelle "avanzate", che applicano le scoperte dell'ingegneria genetica e della biologia molecolare alla selezione di nuovi organismi e alla creazione di nuovi prodotti.

■ [www.oecd.org](http://www.oecd.org)

## 2. Cosa sono il DNA, i geni e le proteine?

Gli esseri viventi sono formati da cellule. Tra le componenti cellulari, quella che contiene le informazioni primarie per la vita è il DNA, una macromolecola a forma di doppia elica composta da una serie di unità più piccole, dette nucleotidi (o basi). Esistono quattro tipi di nucleotidi (Adenina -A, Timidina -T, Guanina -G, Citosina -C), che sono in grado di appaiarsi tra loro a due a due: A-T e G-C.

Il DNA rappresenta il codice di istruzioni necessarie alla cellula per svilupparsi, nutrirsi, riprodursi e rispondere agli stimoli ambientali. Queste informazioni sono "scritte" nell'ordine con cui i quattro nucleotidi si susseguono nella molecola di DNA.

Ogni essere vivente possiede una sequenza di DNA e ogni sua cellula ne contiene una copia. L'uomo è formato da circa 100 trilioni di cellule (100.000 miliardi), ognuna delle quali contiene la stessa sequenza di DNA lunga circa 2 metri, il che equivale a poco meno di 3 miliardi di nucleotidi. Questi sono suddivisi in 46 unità discrete (filamenti) chiamate cromosomi. Il DNA è ereditabile e viene trasferito dalla cellula madre alle cellule figlie. Le differenze nella sequenza nucleotidica, tra individui di una stessa specie, non sono molto pronunciate (nell'uomo sono meno di una ogni 200 nucleotidi), ma più ci si sposta nell'albero evolutivo e più queste differenze diventano evidenti. È per questo che in base alla sequenza nucleotidica del DNA è possibile ricostruire la storia evolutiva degli esseri viventi.

L'unità di DNA che contiene un'informazione comprensibile e traducibile dalla cellula, viene chiamata "gene". Un gene mediamente è formato da qualche migliaio di basi e, quasi sempre, contiene il codice per la produzione di una proteina. **Tutti gli esseri viventi possiedono geni il cui linguaggio è universale. Questo sta alla base della**

**possibilità di trasferire un gene da un organismo a un altro.** Un batterio contiene circa 4.000 geni, il lievito di birra 6.000, una pianta 30.000, nell'uomo le stime parlano di 40-50.000. Negli organismi superiori, piante e animali, esistono regioni nella sequenza del DNA che non contengono geni e le cui funzioni sono ancora dibattute dalla comunità scientifica. Va sottolineato infine che molti geni sono conservati tra specie diverse: ad esempio l'omologia tra l'uomo e il lievito di birra è circa del 30%, con la banana del 50%, con il topo del 90%, e solo tra due gemelli è del 100%.

Le proteine svolgono la maggior parte delle funzioni vitali della cellula e vengono costruite "traducendo" la sequenza nucleotidica dei geni in una sequenza di amminoacidi (le singole unità che costituiscono le proteine). Poiché esistono solo 4 tipi di nucleotidi mentre gli amminoacidi sono 20, nella traduzione i nucleotidi vengono letti a tre a tre. A ogni amminoacido possono corrispondere una o più triplette di nucleotidi, ma a ogni tripletta corrisponde un solo amminoacido. La sequenza aminoacidica della proteina finale è in larga parte responsabile della funzione e delle proprietà che questa possiede. Le proteine sono coinvolte nella produzione dell'energia, nella costruzione dei vari componenti cellulari come grassi, zuccheri, metaboliti secondari o altre proteine, nell'accumulo di riserve e permettono a una cellula di "esplorare" l'ambiente circostante o di "comunicare" con altre cellule.

Per approfondire il processo tramite cui i geni vengono letti, e come le informazioni in essi contenute vengano utilizzate per creare le proteine, sono disponibili svariati testi di biologia molecolare o è possibile, ad esempio, visitare il sito internet dello Human Genome Project.

■ GENOME: The Secret of How Life Works. <http://genome.pfizer.com/>  
Human Genome Project. Exploring Our Molecular Selves. <http://www.genome.gov/Pages/EducationKit/online.htm>  
[www.biocommedia.it](http://www.biocommedia.it) - Sito di divulgazione scientifica sulle Biotecnologie in Agricoltura  
Arabidopsis, Genome Initiative (2000) Analysis of the genome sequence of the flowering plant Arabidopsis thaliana. NATURE 408: 796. [www.arabidopsis.org](http://www.arabidopsis.org)  
Venter C et al (2001) The sequence of the human genome Science. 291(5507):1304-51  
<http://www.sciencemag.org/cgi/content/full/291/5507/1304>

### 3. Cosa sono gli OGM e l'ingegneria genetica?

Con il termine Organismo Geneticamente Modificato – termine improprio da un punto di vista biologico in quanto *tutti gli organismi* caratterizzati da riproduzione sessuata sono, a rigor di termini, *geneticamente modificati* (nessun individuo è uguale ai propri genitori e nemmeno ai propri fratelli) – vengono intesi gli esseri viventi il cui DNA è stato modificato attraverso tecniche di "ingegneria genetica". Queste tecniche permettono l'isolamento, la modifica e il trasferimento da un organismo a un altro di sequenze di DNA. È quindi possibile parlare di OGM anche nel caso in cui si "trasferisca" un gene di mais in mais, purché questo sia fatto utilizzando la tecnica del DNA ricombinante. La definizione adottata dalla Direttiva europea 2001/18, che regola il rilascio ambientale degli OGM, è la seguente: «un organismo, il cui materiale genetico è stato modificato in modo diverso da quanto avviene in natura con l'accoppiamento e/o la ricombinazione genica naturale». Tale modifica viene definita con il termine di "trasformazione" o "transgenesi" e l'organismo da esso derivato viene detto "trasformato" o "transgenico".

Tutto ciò che viene invece ottenuto con programmi di miglioramento genetico convenzionale «inclusa la mutagenesi e la fusione cellulare di cellule vegetali di organismi che possono scambiare materiale genetico anche con metodi di riproduzione tradizionali» è escluso dalla definizione di OGM, pur comportando modificazioni del genoma di gran lunga superiori.

■ Direttiva 2001/18 sull'emissione deliberata nell'ambiente di organismi geneticamente modificati.

<http://europa.eu.int/eurlex>

Commissione mista delle Accademie Nazionali dei Lincei e delle Scienze (2003) Biotecnologie vegetali: benefici e rischi delle varietà OGM. [www.accademiasl.it](http://www.accademiasl.it)

#### 4. Che cos'è la tecnologia del DNA ricombinante?

La tecnologia del DNA ricombinante è l'insieme delle tecniche che permettono di estrarre, isolare, modificare e trasferire frammenti di DNA da un individuo a un altro, anche se appartenenti a specie diverse.

Per il trasferimento del DNA nelle piante possono essere utilizzate diverse tecniche, tra cui metodi biologici (impiegando l'Agrobatterio, un microrganismo innocuo per l'uomo e molto diffuso in natura, che possiede la capacità di trasferire alcuni suoi geni alle piante), oppure metodi fisici (utilizzando la biolistica, ovvero "sparando" microproiettili ricoperti di DNA dentro le cellule vegetali). La tecnologia del DNA ricombinante presenta due sostanziali differenze rispetto al miglioramento genetico tramite incrocio.

**1. Specificità.** La tecnologia è estremamente specifica: vengono inseriti solo i geni di interesse, mentre la riproduzione sessuale trasferisce (e "rimiscola"), oltre al gene di interesse, migliaia di altri geni, della maggior parte dei quali non si conosce la sequenza e la funzione.

**2. Posizione del transgene nel genoma.** In generale non è possibile prevedere a priori per le piante in quale posizione del genoma dell'ospite si inserirà il transgene (frammento di DNA inserito). È però possibile identificare con precisione la sua posizione dopo averlo trasferito.

Va ricordato che la normativa vigente richiede, per garantire una maggior sicurezza, uno studio approfondito per la verifica della posizione del transgene e dei suoi effetti sulla pianta, prima di autorizzarne la commercializzazione.

■ Suslow TV et al. (2002) Biotechnology Provides New Tools for Plant Breeding. University of California. Division of Agriculture and Natural Resources. <http://anrcatalog.ucdavis.edu>

Direttiva 2001/18 sull'emissione deliberata nell'ambiente di organismi geneticamente modificati. <http://europa.eu.int>

#### 5. A cosa servono gli OGM?

Gli OGM autorizzati per la coltivazione (soia, mais, cotone, colza e tabacco sono tra i più diffusi) sono stati sviluppati principalmente per due scopi. Il primo è di rendere le piante resistenti ad avversità di tipo biologico come virus o insetti. La resistenza agli insetti è ottenuta trasferendo nelle piante geni in grado di produrre una proteina insetticida che proviene da un batterio largamente utilizzato in agricoltura biologica (tecnologia Bt<sup>1</sup>). Questo riduce l'uso di insetticidi nei campi coltivati con OGM Bt, con conseguenti benefici ambientali, di sicurezza dei lavoratori (riduzione di casi di avvelenamento) e di garanzia del raccolto.

La seconda caratteristica introdotta è la tolleranza a un erbicida (tecnologia HT<sup>2</sup>). Le colture GM-HT possono essere trattate con l'erbicida dopo l'affioramento delle piante dal

<sup>1</sup> *Bacillus thuringiensis*. Batterio comunemente presente nel suolo e da cui si ricavano diverse proteine insetticide naturali. La famiglia di geni che codifica per queste proteine è alla base della tecnologia che ha permesso la produzione di OGM vegetali resistenti agli insetti. Il gene più diffuso è il cry1Ab ed è contenuto in circa l'80% delle piante OGM Bt coltivate

<sup>2</sup> Herbicide Tolerance. Si parla di tecnologia HT quando si ha a che fare con piante tolleranti agli erbicidi; questa tecnologia era già in uso alcuni decenni prima dell'avvento degli OGM, sfruttando caratteri di resistenza naturale agli erbicidi già presenti nelle piante. Le biotecnologie avanzate hanno però permesso di affinarla

terreno (quindi dopo la semina: post-emergenza), permettendo così un migliore controllo delle infestanti con uno o pochi trattamenti. È possibile in tal modo evitare il trattamento in pre-semina o pre-emergenza, che richiede un maggior uso di diserbante. Inoltre, la possibilità di trattare le piante in post-emergenza consente di effettuare un minor numero di lavorazioni meccaniche del terreno (ad es. sarchiatura), con conseguente minor erosione del suolo a opera di pioggia e vento e risparmio di macchine e carburanti. Va anche sottolineato che la tecnologia OGM HT rende possibile l'uso di composti agrochimici, come il glifosate, a bassissima tossicità per l'uomo e per l'ambiente.

Misurando l'impatto di queste due tecnologie sull'agricoltura, diversi studi hanno dimostrato una riduzione importante nell'uso di composti agrochimici (con funzione erbicida o insetticida) con alcune colture GM.

■ Transgenic crop database. [www.agbios.com](http://www.agbios.com)

Pray CE et al (2002) Five years of Bt cotton in China - the benefits continue. *Plant J* 31:423

Gianessi LP et al (2002) Plant Biotechnology: Current and Potential Impact for Improving Pest Management in U.S. Agriculture An Analysis of 40 Case Studies. [www.ncfap.org](http://www.ncfap.org)

Fawcett R Towery D (2002) Conservation Tillage and Plant Biotechnology: *How New Technologies Can Improve the Environment By Reducing the Need to Plow*. Conservation Technology Information Center.

[ctic@ctic.purdue.edu](mailto:ctic@ctic.purdue.edu) - [www.ctic.purdue.edu](http://www.ctic.purdue.edu)

Firbank LG et al. (2003) The implications of spring-sown genetically modified herbicide-tolerant crops for farmland biodiversity: A commentary on the Farm Scale Evaluations of Spring Sown Crops. Royal Society, <http://www.defra.gov.uk/environment/gm/fse/results/fse-commentary.pdf>

Colture OGM di nuova generazione, in avanzato stadio sperimentale, puntano invece a migliorare gli aspetti nutritivi del prodotto come la composizione proteica, il contenuto di vitamina A e l'accumulo di ferro. Un esempio è il 'golden rice', una varietà di riso in grado di accumulare pro-vitamina A (il composto che dà il caratteristico colore alle carote) nei semi. Il problema della carenza di vitamina A è importante in particolar modo nel sud-est asiatico dove circa 250.000 bambini ogni anno soffrono di disturbi visivi a causa di deficienza di vitamina A. Il 'golden rice' ha suscitato molte aspettative, anche se i relativi test nutrizionali sono ancora in fase di svolgimento. Sempre sul fronte del miglioramento delle qualità del prodotto, sono state sviluppate piante oleaginose con un contenuto e una tipologia dei grassi modificata per adattarle meglio a usi alimentari o industriali, oppure frutti e ortaggi che consentono una conservazione più lunga.

Sono stati sviluppati inoltre OGM che rispondano ad alcune esigenze particolari della nostra agricoltura e che potrebbero, ad esempio, aiutare la salvaguardia dei prodotti tipici. Un caso largamente citato riguarda il pomodoro S. Marzano OGM, reso resistente a una virosi che negli ultimi anni ha messo a repentaglio l'esistenza stessa di questa produzione tipica campana. Il S. Marzano OGM è in tutto uguale a quello originario, se non per la presenza nel suo genoma del gene che conferisce la resistenza al virus e di un gene "marcatore" che permette di individuare con facilità la pianta trasformata nelle prime fasi di studio e che resta poi integrato nel suo genoma assieme al transgene.

■ Lheureux K et al. (2003) Review of GMOs under research and development and in the pipeline in Europe. *JRC Zimmermann MB et al. (2002) Improving iron, zinc and vitamin A nutrition through plant biotechnology. Curr Op Biotech* 13:142

Dyck MK et al. (2003) Making recombinant proteins in animals – different systems, different applications. *Trends in Biotech* 21(9):394

Daniell H et al. (2001) Medical molecular farming: production of antibodies, biopharmaceuticals and edible vaccines in plants. *Trends Plant Science* 6:219

Basso B. et al (2003) Biotecnologie per la tutela dei prodotti tipici italiani. 21mo secolo

## 6. Esistono rischi nell'utilizzo di OGM in campo agricolo e alimentare?

L'avvento degli OGM ha sollevato moltissime domande legate alle possibili implicazioni sanitarie, ambientali, economiche e sociali connesse alla loro introduzione in agricoltura. Tra queste: la possibilità di provocare allergie, indurre resistenza agli antibiotici in microrganismi patogeni per l'uomo, colonizzare l'ambiente (piante super-infestanti), ridurre la biodiversità, rendere dipendente l'agricoltura nazionale dalle multinazionali, modificare le tradizioni alimentari. Ciascuna di queste obiezioni/preoccupazioni è trattata in dettaglio in questo testo. **In generale, va comunque sottolineato che dopo più di 18 anni di ricerca (dal 1985) e 8 di consumo (dal 1995), gli OGM in commercio non hanno evidenziato problemi diversi da quelli posti dalle colture non OGM.** Per gli OGM è però stato sviluppato un sistema normativo che richiede indagini accurate e permette di valutare preventivamente l'opportunità o meno di introdurli nei sistemi agricoli, stimandone gli eventuali problemi.

■ European Union – Review of results of 15 years study on GMOs <http://europa.eu.int/comm/research/quality-of-life/gmo/>  
European Union – Web page on GMOs. [http://europa.eu.int/comm/food/fs/gmo/gmo\\_index\\_en.html](http://europa.eu.int/comm/food/fs/gmo/gmo_index_en.html)  
ICGEB BioSafety Database: <http://www.icgeb.trieste.it/>

## 7. Cos'è il principio di precauzione?

Quello che inizialmente veniva indicato come “approccio precauzionale” ha fatto la sua prima comparsa nella *Convenzione della Diversità Biologica* di Rio (CBD, 1992) ed è stato definito come segue: “nel caso esista il rischio di una significativa riduzione della diversità biologica, la mancanza di certezze scientifiche sugli esiti di una tecnologia non deve essere utilizzata per evitare l'adozione di misure volte a minimizzare tale rischio”. Questa definizione, più volte riformulata, rimane molto difficile da interpretare nella pratica. Infatti il principio di precauzione non viene applicato per “tecnologie” che presentano percentuali di rischio anche elevate, come ad esempio coltelli, auto, vaccinazioni, o più semplicemente il fuoco o l'energia elettrica. Queste tecnologie vengono utilizzate in quanto la valutazione implicita del rapporto rischi/benefici risulta a favore dei secondi. Nonostante ciò, il principio di precauzione è comunque, almeno in Europa, diventato norma di controllo per l'immissione di OGM nell'ambiente.

Una frequente interpretazione del *principio di precauzione* riguarda il suo uso indiscriminato, e non solo quando l'esistenza di oggettive condizioni di dubbio scientifico ne rendono necessaria l'applicazione. In realtà il principio di precauzione viene usato nelle Corti di Giustizia di tutto il mondo nell'accezione “meglio un colpevole libero che un innocente recluso”, ovvero nella formula: *in dubio pro reo*. Analogamente, anche nel caso degli OGM tale principio dovrebbe essere applicato solo nel caso in cui sussistessero dubbi razionali derivati da dati scientifici relativi a specifici aspetti del loro utilizzo.

È inoltre da sottolineare che non esistono tecnologie, anche semplici, che non comportino possibili effetti collaterali, per cui il rischio zero non può essere usato come parametro di valutazione in quanto impossibile da accertare.

■ <http://www.biodiv.org/doc/legal/cbd-en.pdf>  
SCIENTIFIC COMMITTEE ON PLANTS SCP/GMO-SEED-CONT/002-FINAL. 13 March 2001. Opinion of the Scientific Committee on Plants concerning the adventitious presence of GM seeds in conventional seeds.  
[http://europa.eu.int/comm/food/fs/gmo/gmo\\_scientadvice\\_en.html](http://europa.eu.int/comm/food/fs/gmo/gmo_scientadvice_en.html)  
<http://europa.eu.int> - EurLex

Una delle frasi più spesso associate all'utilizzo del “principio di precauzione” e tra le più ripetute quando si discute di OGM, è che “non esistono dati scientifici sufficienti ad

affermare con certezza che gli OGM non siano dannosi per l'uomo e per l'ambiente e, fino a quando questi non saranno disponibili, gli OGM non devono essere autorizzati". In base a questa affermazione risulta però difficile capire QUANDO si possa affermare di avere una quantità di dati sufficiente per esprimere un giudizio ponderato su una specifica tecnologia. In realtà, tutti i giorni si prendono decisioni, o si scelgono opzioni, in base a una ragionevole valutazione del rapporto rischi/benefici, dando un peso e un valore ai dati a seconda delle priorità definite dalle normative esistenti. Se si dovesse prendere una decisione solo sulla base della prova assoluta di assenza di rischio, qualsiasi società si bloccherebbe nel suo sviluppo tecnologico e sociale. Non esiste infatti azione umana che non comporti, in potenza, qualche rischio.

L'applicazione del principio di precauzione risulta invece ragionevole quando viene applicato al fine di escludere la presenza, per le nuove tecnologie, di problemi potenzialmente maggiori rispetto a quelli esistenti per le tecnologie o prodotti che si intendono sostituire.

Le pubblicazioni di tipo scientifico sul tema delle biotecnologie in campo agro-alimentare sono elencate nei documenti citati qui di seguito. La loro consultazione può aiutare a definire meglio l'esistenza e l'estensione dei vari problemi associati a tale tecnologia:

- a. L'ILSI (International Life Sciences Institute, [www.ilsa.org](http://www.ilsa.org)) ha pubblicato una lista aggiornata all'agosto 2002 delle pubblicazioni scientifiche riguardanti gli OGM. Questo documento di 70 pagine raccoglie circa 800 articoli pubblicati da istituzioni o riviste scientifiche.
- b. Ulteriori studi e pubblicazioni possono essere trovati nel rapporto sulle agro-biotecnologie sponsorizzato dall'Unione europea in uno studio che ha coinvolto 400 istituti di ricerca pubblici per 15 anni mettendo a disposizione un budget di circa 70 milioni di euro (<http://europa.eu.int/comm/research/quality-of-life/gmo/>).
- c. Molti documenti e dati possono essere reperiti presso l'EPA ([www.epa.gov](http://www.epa.gov)) e gli altri enti di controllo americani (USDA e FDA). Presso il sito del forum AgBioWorld è presente una breve lista dei principali articoli.
- d. Esiste un "BioSafety Database" presso l'ICGEB di Trieste che raccoglie i dati delle pubblicazioni riguardanti la sicurezza degli OGM. A oggi sono presenti più di 4.000 titoli.

**Dall'analisi della letteratura citata non emergono comunque dati che facciano ritenere le colture GM più pericolose di quelle tradizionali.**

### **8. Le biotecnologie sono contro natura?**

Dal dibattito sulle biotecnologie emerge spesso una condanna "morale" di questa tecnologia. Va però rilevato che tra le "biotecnologie" rientrano quasi tutte le tecniche utilizzate per produrre le derrate alimentari che consumiamo. Di certo l'avvento delle biotecnologie avanzate (modifica diretta del DNA) ha dato l'impressione di violare un limite imposto dalla "natura" e quindi di sovvertire leggi che l'utilizzo delle tecnologie tradizionali (impiegate nella produzione di vino, pane, formaggi e altri prodotti) aveva invece risparmiato.

In realtà, la modifica del DNA degli organismi viventi a opera dell'uomo, ha origini antiche e coincide con la nascita stessa dell'agricoltura e la domesticazione di piante e animali. L'intervento umano è stato tanto rilevante da rendere la maggior parte delle piante coltivate e degli animali completamente inadatti a vivere negli ecosistemi naturali. Alcune di queste piante sono state modificate in modo così significativo da presenta-



re una bassissima fertilità che ne limita la dispersione nell'ambiente (le banane coltivate vengono riprodotte esclusivamente tramite talea in quanto prive di semi); alcune specie sono state incrociate con altre molto distanti geneticamente per trasferire geni utili: il pomodoro è stato incrociato con almeno 4 specie selvatiche; la segale è stata incrociata con il frumento (specie piuttosto distanti nell'albero genealogico) per ottenere il tritcale, un cereale che non esiste in natura, così come il tritordeum (ibrido tra orzo e frumento). In questo contesto, se gli OGM sono da considerare innaturali, lo sono anche l'agricoltura e l'allevamento che nei secoli hanno invaso habitat prima dominati da specie selvatiche, rimpiazzandole con pochissime specie coltivate, frequentemente importate da altri continenti (nel caso dell'Europa si pensi alla patata, al mais, al pomodoro, alla soia, al kiwi, ecc). Va aggiunto inoltre che le modifiche introdotte dall'uomo nel genoma di specie utili sono state per lo più casuali e inconsapevoli, con effetti sulla pianta, sull'ambiente e sull'uomo largamente non prevedibili e non ancora studiati, ma comunque considerati "normali".

Le nuove tecnologie, mimando processi che avvengono già in natura (è possibile infatti ritrovare le tracce del trasferimento di DNA da batteri a piante e viceversa, così come in altri organismi), permettono modifiche mirate del DNA, prevedibili e controllabili. Va ricordato poi che organismi diversi condividono parte del loro corredo genetico, tanto da permetterci di capire come funzionano alcuni geni umani attraverso lo studio di corrispondenti geni del topo o anche del lievito di birra.

L'Accademia Pontificia delle Scienze, la cui attenzione per gli aspetti morali è certo rilevante, si è espressa positivamente rispetto alla tecnica in sé, purché sia volta al miglioramento della qualità della vita degli uomini e non solo al solo servizio degli interessi di pochi.

- Diamond J (2002) Evolution, consequences and the future of plant and animal domestication. *Nature* 418: 700-707
- Salamini F et al (2002) Genetics and geography of wild cereal domestication in the near east. *Nat Rev Genet* 3:429
- Crawley MJ et al. (2001) Transgenic crops in natural habitats. *Nature* 409:682
- Heun M et al. (1997) Site of Einkorn Wheat Domestication Identified by DNA Fingerprinting. *Science* 278:1312
- Felsot AS (May 2002) Some Corny Ideas About Gene Flow and Biodiversity • Issue No. 193 • <http://aenews.wsu.edu>
- Agrochemical and Environmental News
- Kershen DL (2000) The concept of natural: implications for biotechnology regulation. *AgBioForum* 3:69
- Ames BN et al. (2000) Paracelsus to parascience: the environmental cancer distraction. *Mut Res* 447:3
- VIB (2001) Safety aspects. *Safety of Genetically Modified Crops*. VIB
- S Aoki, K Syono (1999) Horizontal gene transfer and mutation: Ngr1 genes in the genome of *Nicotiana glauca*. *PNAS* 96:13229
- Pontificiae Academiae (2001). Science and the future of mankind. *Study-Document on the Use of 'Genetically Modified Food Plants' to Combat Hunger in the World*. p. 516

L'ambito della *sicurezza alimentare* è un tema molto sentito dalla società civile. Esso tocca due aspetti importanti e delicati: la certezza della disponibilità di cibo (in inglese *security*) e la salubrità del cibo (in inglese *safety*). La quantità di cibo di cui si dispone è un compromesso tra i due aspetti. Infatti la definizione della qualità e quantità di sostanze indesiderate che sono tollerate nelle derrate alimentari determina la quantità di cibo da scartare. Per questo la soglia a cui una data sostanza è definita tossica influenza la quantità di cibo disponibile.

Una tendenza diffusa nei paesi sviluppati è privilegiare la *safety* nei confronti della *security* in quanto le derrate alimentari di base sono in eccesso e si tende quindi ad adottare soglie di rischio molto basse. Nei paesi in via di sviluppo è invece il tema della *security* a predominare.

Nel caso degli OGM sono state condotte molte ricerche sul tema della sicurezza, così come sono state emanate molte leggi a tutela dei consumatori e dell'ambiente: queste risultano tuttavia ignote alla maggior parte dei non addetti ai lavori.

## 9. Le piante GM sono più pericolose delle altre piante?

Dagli studi pubblicati che riguardano la sicurezza degli OGM (ca. 3.500) e dai dati messi a disposizione da uno studio finanziato dalla Comunità Europea e durato 15 anni (70 milioni di euro, 400 centri di ricerca pubblici coinvolti), emerge che gli OGM fino a oggi autorizzati, anche dal punto di vista della loro eventuale pericolosità, non manifestano un comportamento diverso da quello delle colture tradizionali. Lo studio conclude affermando che

“queste ricerche dimostrano che le piante geneticamente modificate e i prodotti sviluppati e commercializzati fino a oggi, secondo le usuali procedure di valutazione, non presentano alcun rischio per la salute umana o per l'ambiente. Anzi l'uso di una tecnologia più precisa e le più accurate valutazioni in fase di regolamentazione rendono probabilmente queste piante e questi prodotti ancora più sicuri di quelli convenzionali”.

**Non si dovrebbe quindi concentrare l'analisi sulla tecnologia con cui vengono prodotte queste piante, ma piuttosto sui caratteri genetici inseriti, seguendo un'approccio caso per caso.**

■ Review of results of 15 years study on GMOs <http://europa.eu.int/comm/research/quality-of-life/gmo/>  
ICGEB BioSafety Database: <http://www.icgeb.trieste.it/>

## 10. Se mangio OGM muta il mio DNA?

Una persona ogni giorno ingerisce una certa quantità di DNA contenuta negli alimenti (circa un grammo). Questo DNA entra in contatto con i tessuti dello stomaco e viene ridotto in piccoli frammenti (in genere minori di 400 paia di basi<sup>3</sup>). In alcuni esperimenti su ratto si è osservato come una piccola parte del DNA così frammentato (<0,1%) possa essere assorbita dalle cellule dell'intestino e rimanere per qualche ora, prima di essere degradata, nel sangue o nel fegato, senza comportare conseguenze.

<sup>3</sup> La dimensione media di un gene umano è di circa 27.000 paia di basi. Venter C et al (2001) The sequence of the human genome Science. 291(5507):1304-51



Nel caso di alimenti derivati da OGM, il processo di assimilazione segue lo stesso percorso e gli studi fino a ora condotti non hanno evidenziato problemi causati dall'ingestione di questo DNA.

Va aggiunto che il DNA transgenico, anche in una dieta a base di soli OGM, rappresenterebbe meno di 1/200.000 del DNA totale ingerito. Nel caso di prodotti lavorati, ad esempio farina o pasta, il DNA ingerito sarebbe inoltre molto degradato e difficilmente assimilabile.

- Schubbert R (1996) Foreign M13DNA ingested by mice reaches peripheral lymphocytes, spleen and liver via the intestinal wall mucosa and can be covalently linked to mouse DNA. PNAS 94:961
- Beever DE, Kemp CF (2000) Safety issues associated with the DNA in animal feed derived from genetically modified crops. Review of scientific and regulatory procedures. Nutr Abs Rev, Series B, 70:175-182
- Folmer JD et al. (2000) Effect of Bt corn silage on short-term lactational performance and ruminal fermentation in dairy cows. Abstracts - American Dairy Science Association - Midwest Branch. 13-15 March 2000
- Fearing PL et al. (1997) Quantitative analysis of CryIA(b) expression in *Bt* maize plants, tissues, and silage and stability of expression over successive generations. Mol Breed 3:169

## 11. Gli OGM sono dannosi per la salute umana o animale?

Numerosi studi sono stati condotti sul tema della salute umana e animale, ma finora non è stato raccolto alcun dato significativo che abbia evidenziato un qualche rischio. Per tutte le pubblicazioni o le notizie che avevano evidenziato qualche rischio, o non è stato possibile riottenere lo stesso risultato, o sono state poi smentite da un'analisi più approfondita. Questi studi però hanno spesso sollevato molto più clamore di quello dei dati più credibili e affidabili che li hanno ridimensionati.

Esempio paradigmatico è senza dubbio la storia del Dr. Pusztai e di una patata GM, mai entrata in commercio. I risultati della sua ricerca, che sollevavano gravi dubbi non solo su questa varietà di patata, ma sugli OGM in generale, non sono apparsi su una rivista scientifica, ma sono stati presentati alla televisione inglese nel 1999. Nel servizio televisivo si affermava che gli OGM avrebbero potuto generare tumori. I dati relativi non erano però ancora stati resi disponibili. La loro pubblicazione, sulla rivista scientifica *The Lancet*, è avvenuta solo più tardi. Si consideri che la differenza tra stampa scientifica e stampa divulgativa è rappresentata dalla "peer-review". Nella stampa scientifica un articolo, prima di essere pubblicato, deve essere vagliato da 2 o 3 esperti (detti *reviewer*), che ne giudicano la qualità scientifica e la solidità delle conclusioni. L'articolo era stato valutato, dato il caso eccezionale, da 6 *reviewer* e tutti e 6 avevano ritenuto che le conclusioni non erano coerenti con i dati raccolti. Ad esempio, le differenze riscontrate erano più significative tra campioni crudi e cotti piuttosto che tra patate GM e non GM. La rivista decise di pubblicare comunque l'articolo, sottolineando però che la decisione era stata dettata dalla necessità di rendere pubblici i dati che avevano generato tanto allarme. Per chiarire la scarsa scientificità dell'articolo, nello stesso numero di *The Lancet* erano pubblicati due commenti che mettevano in luce i difetti dello studio sulle patate OGM. Il caso contribuì comunque a generare una profonda diffidenza da parte dell'opinione pubblica verso le biotecnologie agro-alimentari. Per avere un quadro più preciso di questo caso si consiglia la lettura del commento di A. Trewavas apparso nella rivista "Chemistry & Industry".

- ICGEB BioSafety Database: <http://www.icgeb.trieste.it/>
- Ewen SWB et al (1999) Effect of diets containing genetically modified potatoes expressing Galanthus nivalis lectin on rat small intestine. Lancet 354:1353-1354. Commentaries pp. 1314-1315
- Trewavas AJ. Chemistry and Industry (Maggio 2000)

Gli OGM, prima di ricevere l'autorizzazione alla coltivazione e alla commercializzazione, devono superare un elevato numero di test di sicurezza. I dati vengono raccolti in un dossier che descrive le caratteristiche del prodotto, inclusi gli aspetti di sicurezza alimentare, dossier disponibile per la consultazione.

I test richiesti partono dallo studio della nuova proteina prodotta dalla pianta transgenica. Il DNA inserito (transgene) si "esprime", infatti, tramite la produzione di una proteina, responsabile della caratteristica desiderata (ad es. resistenza agli insetti, tolleranza a un erbicida, maggior contenuto di vitamina, ecc.).

Se i test danno esito negativo, cioè se la proteina non è tossica o allergenica, si passa a valutare la "sostanziale equivalenza" della pianta transgenica nei confronti di piante analoghe non transgeniche. La sostanziale equivalenza non è un concetto di comprensione immediata, richiede infatti l'analisi comparativa di molti parametri, tra cui anche test nutrizionali condotti su animali (ad es., nel caso del mais resistente all'erbicida glifosate, sono stati utilizzati 500 pulcini di 2 giorni alimentati per 40 gg). Se da questa analisi emergono differenze significative, si procede con un'ulteriore analisi tossicologica. Nel caso contrario il nuovo OGM viene considerato "sostanzialmente equivalente" alle varietà convenzionali.

Un ulteriore esempio che aiuta a comprendere la complessità delle analisi richieste per valutare la tossicità di una proteina, è costituito dalla tossina Bt (Cry1Ab), che conferisce resistenza ad alcuni insetti. Essendo una tossina in grado di legarsi alla parete intestinale degli insetti, sono stati effettuati esperimenti per verificare se fosse in grado di legarsi anche al tratto intestinale di animali come cavie, primati e volontari umani. Tutte queste analisi hanno dato esito negativo: si è appurato infatti che in questi animali e nell'uomo non esistono i recettori a cui dovrebbe legarsi la tossina per divenire dannosa. Inoltre, per rilevare un'eventuale allergenicità, ne è stata analizzata la sequenza aminoacidica, al fine di evidenziare le omologie con proteine allergeniche note o con altre proteine tossiche. Anche in questo caso l'esito è stato negativo. Sono stati infine effettuati test per verificare la sua digeribilità e stabilità, nonché la tossicità orale acuta in cavie, alimentandole per 30 giorni con dosi continuative. Tutti i test, che hanno considerato dosaggi fino a 10.000 volte superiori a quelli presenti nelle piante transgeniche, non hanno evidenziato effetti tossici. Ad esempio, la proteina Cry1Ab, presente nel mais Bt MON810, nei test non ha presentato effetti tossici fino a quantità pari a 4.000 mg/kg di peso corporeo. Tale quantità è comunque di gran lunga superiore alla quota media assunta con la dieta durante l'arco di un intero anno (1,17 mg).

Negli stati dove esiste una regolamentazione per l'introduzione e la coltivazione di OGM, tutte le analisi citate devono essere sostenute prima dell'approvazione della varietà OGM; l'Europa, con la Direttiva 2001/18, ha imposto test ancora più restrittivi di quelli messi a punto negli Stati Uniti.

■ <http://www.epa.gov/pesticides/biopesticides/ingredients/index.htm>

Fearing PL et al (1997) Quantitative analysis of CryIA(b) expression in *Bt* maize plants, tissues, and silage and stability of expression over successive generations. *Mol Breed* 3:169

Sidhu RS et al (2000) Glyphosate-Tolerant Corn: The Composition and Feeding Value of Grain from Glyphosate-Tolerant Corn Is Equivalent to That of Conventional Corn (*Zea mays* L.). *J Agric Food Chem* 48:2305

No-observed-adverse-effect-level (NOAEL). <http://www.iupac.org/goldbook/N04208.pdf>

Annual consumption of transgenic proteins: <http://apps.fao.org>

Direttiva 2001/18/CE che abroga la 90/220/CE sull'emissione deliberata nell'ambiente di organismi geneticamente modificati. <http://europa.eu.int>

Direttiva Novel Food 258/97/CE ora 1829/2003/CE. <http://europa.eu.int>

## 12. Gli OGM possono provocare allergie?

Gli allergeni sono composti che provocano una risposta da parte del sistema immunitario dei soggetti sensibili, scatenando così l'allergia (da non confondersi con l'intolleranza alimentare, v. bibliografia). Molti alimenti ne sono ricchi, come le fragole, le mele, il riso, il kiwi, le arachidi o i crostacei. Le nocchie possono portare anche a shock anafilattico e nei casi estremi alla morte. Per gli alimenti tradizionali non è però prevista nessuna analisi preventiva di allergenicità, né etichettatura. In questi casi una persona allergica scopre la sua sensibilità all'alimento dopo esserne entrata in contatto.

Quando viene valutata una pianta transgenica, uno dei primi test che deve essere effettuato è la verifica della sua potenziale allergenicità. Non esistono a questo fine test assoluti, ma è tuttavia possibile prevedere con accuratezza la possibilità che una proteina sia un allergene. Gli allergeni hanno infatti alcune caratteristiche in comune<sup>4</sup>, che ne permettono il riconoscimento. La valutazione della potenziale allergenicità è richiesta anche se la proteina rappresenta meno dell'1% delle proteine totali contenute nell'alimento (soglia sotto la quale l'allergene non viene avvertito come tale dall'organismo). Grazie a questi test, è stato possibile interrompere lo sviluppo di una soia OGM prima della sua sperimentazione in campo; era il caso di una soia arricchita di amminoacidi essenziali grazie all'inserimento di un gene dell'albumina 2S derivata dalla noce brasiliana: le analisi hanno rivelato che questa albumina era uno dei principali allergeni della noce, questo a dimostrazione dell'affidabilità dei sistemi di controllo comunemente adottati. Va aggiunto anche che i prodotti autorizzati vengono monitorati per almeno 3 anni negli Stati Uniti e per tutta la durata dell'autorizzazione nella Ue, al fine di riscontrare eventuali effetti indesiderati sulla salute o sull'ambiente.

L'intervento biotecnologico è comunque adottabile anche per ridurre l'allergenicità degli alimenti. Esempio ne è il riso OGM ipoallergenico, dove è stato eliminato il gene che produce la proteina allergenica.

Un ulteriore caso da ricordare riguarda il mais StarLink. Questo mais Bt contiene un gene, il *cry9c*, la cui proteina presenta alcune caratteristiche che la possono assimilare a un potenziale allergene<sup>5</sup>. Per questo motivo, e in via precauzionale, negli Stati Uniti il mais era stato autorizzato al solo uso mangimistico e ne era stata vietata l'esportazione. Da alcune analisi di controllo sono però state trovate tracce del gene *cry9c* in alcuni snack per alimentazione umana. Dopo questa segnalazione 34 persone hanno affermato di aver avuto reazioni allergiche in seguito al consumo di questi snack. Da analisi successive è risultato che, pur risultando alcuni lotti positivi per la presenza del gene *cry9c*, non era però presente la proteina. Inoltre, a un'analisi sierologica effettuata dal Center for Disease Control and Prevention (Centro Americano per il Controllo delle Malattie), si è osservato che delle 34 persone che presentavano alcuni sintomi dell'allergia alimentare, nessuna aveva sviluppato anticorpi contro la proteina *cry9c*. Questo risultato, che escludeva l'allergenicità della proteina, ha portato all'autorizzazione del mais StarLink per il consumo umano.

■ Differenza tra intolleranza alimentare e allergia: <http://utenti.lycos.it/intoalimentary/Allergia-Intolleranza.HTM>  
Pastorello E (1996) Identification of the allergenic components of kiwi fruit and evaluation of their cross-reactivity with timothy and birch pollen. *J. Allergy Clin. Immunol.* 98:601  
VIB (2001) Safety aspects. Safety of Genetically Modified Crops. VIB  
Brazilian Nut 2S Albumin, *The New England Journal of Medicine*, <http://content.nejm.org/cgi/content/short/334/11/688>  
Brazilian Nut Story, [http://www.pioneer.com/biotech/brazil\\_nut/default.htm](http://www.pioneer.com/biotech/brazil_nut/default.htm)

<sup>4</sup> Ad esempio: 1. dimensioni della proteina, 2. digeribilità da parte dei succhi gastrici, 3. particolari sequenze di amminoacidi

<sup>5</sup> Gli altri mais Bt contengono geni diversi, come il *cry1Ab*, la cui proteina non presenta alcuna di queste caratteristiche

Tada Y (1996) Reduction of 14-16 kDa allergenic proteins in transgenic rice plants by antisense gene. FEBBS Lett 391:341  
Food Allergies and Other Food Sensitivities. Institute of Food Technologists. Expert Panel on Food Safety and Nutrition. Steve L. Taylor, Ph.D. and Susan L. Hefle, Ph.D. FOODTECHNOLOGY SEPT2001 • VOL. 55, NO. 9  
<http://www.cdc.gov/nceh/ehhe/Cry9cReport/executivesummary.htm>  
FIFRA Scientific Advisory Panel Meeting, July 17-18, 2001 Assessment of Additional Scientific Information Concerning StarLink™ Corn. <http://www.epa.gov/oscpmont/sap/2001/july/julyfinal.pdf>

### 13. Gli OGM possono diffondere resistenze agli antibiotici rendendo più difficile la cura delle malattie?

Alcuni OGM in commercio, oltre al gene di interesse, contengono un gene che conferisce la resistenza a un antibiotico. L'uso del marcatore di resistenza è necessario per verificare che il trasferimento genico sia avvenuto correttamente. Il 90% delle varietà transgeniche autorizzate hanno il gene *nptII* che conferisce resistenza alla kanamicina. Il restante 10% è resistente ad altri due antibiotici: ampicillina (*bla*) e igromicina (*hpt*)<sup>6</sup>. Questi tre geni di resistenza sono comunque molto diffusi tra i microrganismi presenti naturalmente nei suoli. Inoltre, kanamicina e igromicina non sono utilizzati in medicina, a causa della loro tossicità. Per l'ampicillina la situazione è diversa: questo antibiotico è ancora utilizzato, sebbene il suo impiego sia in declino a causa della diffuse resistenze naturali (più del 50% degli enterobatteri è resistente a questo antibiotico). **La probabilità quindi che un agente patogeno per l'uomo acquisisca il gene di resistenza dai batteri già presenti nell'intestino o nel suolo è di gran lunga superiore alla probabilità di acquisirlo da alimenti ricavati da piante transgeniche.** Ad esempio, la probabilità di trasferimento genetico tra batteri, in condizioni di laboratorio, è di  $1 \times 10^{-5}$ , mentre la probabilità di trasferire lo stesso gene da una foglia a un batterio è di  $1 \times 10^{-10}$ , ovvero 100.000 volte più bassa. Questa considerazione fa ritenere trascurabile il rischio di trasferimento di resistenze dalle piante GM ai batteri del suolo e dell'intestino. Anche nel caso in cui questo trasferimento dovesse avvenire, non si tratterebbe comunque di resistenze ad antibiotici utilizzati comunemente in terapia.

Occorre comunque ricordare che, anche se le probabilità di trasferimento genico da parte degli OGM sono trascurabili, sono in sperimentazione tecniche di trasformazione che non ricorrono ai geni di resistenza agli antibiotici. In ogni caso, la normativa UE 2001/18 ha stabilito che a partire dal 2006 non saranno più autorizzati OGM che contengano geni di resistenza agli antibiotici utilizzati in terapia.

■ Commissione mista delle Accademie Nazionali dei Lincei e delle Scienze (2003) Biotecnologie vegetali: benefici e rischi delle varietà OGM. <http://www.accademixl.it/Attivita/Iniziativa/Le%20Biotecnologie.pdf>  
VIB (2001) Safety aspects. Safety of Genetically Modified Crops. VIB  
Smalla, K. (1993). Prevalence of *nptII* and *Tn5* in kanamycin resistant bacteria from different environments. FEMS Microbiol. Ecol. 13:47  
Frank Gebhard And Kornelia Smalla. Transformation Of *Acinetobacter* Sp. Strain Bd413 By Transgenic Sugar Beet Dna. Applied And Environmental Microbiology, Apr. 1998, P. 1550-1554  
De Vries, J. et al (1998) Detection of *npt II* (kanamycin resistance) gene in genomes of transgenic plants by marker-rescue transformation. Mol. Gen. Genet. 257:606

### 14. Chi garantisce la sicurezza alimentare degli OGM?

La 'sicurezza' alimentare degli OGM è garantita da un severo quadro normativo che indica le indagini necessarie al fine di identificare potenziali problemi per la salute e per

<sup>6</sup> Sono comunque già da molti anni in commercio OGM privi di geni di resistenza agli antibiotici. Ad esempio il MON810, che rappresenta circa l'80% del mais GM coltivato, non contiene alcun marcatore di selezione

l'ambiente. Negli Stati Uniti sono tre gli enti preposti allo scopo: EPA (Agenzia per la Protezione Ambientale), FDA (Amministrazione per Alimenti e Additivi Alimentari), USDA (Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti).

In Europa, la neonata EEA (Agenzia Europea dell'Ambiente) si occuperà di monitorare le informazioni disponibili sugli OGM. Peraltro, già dal 1990 esistono normative a tutela dei consumatori e dell'ambiente. In particolare, dal 1990 è in vigore una direttiva che fissa i criteri per ottenere le autorizzazioni all'immissione degli OGM nell'ambiente e alla loro commercializzazione (Dir. 90/220/CE). Inoltre, dal 2001 è in vigore la 2001/18/CE, che presenta protocolli di valutazione del rischio ancora più stringenti, mentre dal 1997 è in vigore un regolamento che fissa procedure di approvazione specifiche per i prodotti derivati da OGM a uso alimentare (Reg. 258/97/CE ora 1829/2003/CE che attribuisce all'Autorità europea per la sicurezza alimentare la valutazione degli alimenti e dei mangimi geneticamente modificati).

L'autorizzazione di una coltura GM in Europa ha una durata di 10 anni, trascorsi i quali, se si vuole proseguirne la commercializzazione, è necessario procedere con un'ulteriore domanda. Durante gli anni d'uso di un OGM esiste l'obbligo di monitoraggio e di etichettatura.

Si deve concludere che un OGM approvato risulta un alimento controllato e sicuro.

■ Direttiva 2001/18/CE che abroga la 90/220/CE sull'emissione deliberata nell'ambiente di organismi geneticamente modificati. <http://europa.eu.int>  
Direttiva Novel Food 258/97/CE ora 1829/2003/CE. <http://europa.eu.int>

## 15. A cosa serve l'etichettatura dei prodotti contenenti OGM?

Accertata l'innocuità di una pianta o di un prodotto derivato da OGM, in Europa viene autorizzata la sua commercializzazione previa etichettatura.

La scelta di etichettare dipende in larga parte da diverse posizioni "culturali". Va comunque sottolineato che la decisione europea di etichettare i prodotti che contengono OGM in quantità superiori allo 0,9% è motivata unicamente dalla necessità di tutelare la "libertà di scelta" del consumatore e non va interpretata come indice di presunta pericolosità in quanto questi prodotti sono da ritenersi "sostanzialmente equivalenti" in sicurezza a quelli tradizionali.

Negli Stati Uniti, invece, una volta accertata la 'sostanziale equivalenza' del prodotto OGM rispetto a quello tradizionale, non viene richiesta nessuna segnalazione obbligatoria della presenza di OGM nel prodotto finito.

■ Regolamento 49/2000/CE e 50/2000/CE sull'etichettatura. <http://europa.eu.int>  
Regolamento 1829/2003/CE e 1830/2003/CE sull'etichettatura. <http://europa.eu.int>

## 16. Cos'è la biodiversità?

Nella *Convenzione sulla Diversità Biologica* (CBD, 1992) in cui è contenuta anche la definizione del *principio di precauzione* è stata data la seguente definizione di biodiversità: "la variabilità tra gli organismi viventi di tutti i diversi ambienti (...) e la diversità all'interno delle specie, tra le specie e tra gli ecosistemi". Una definizione così vasta ha posto problemi nell'analisi e nella quantificazione della biodiversità. Dal punto di vista pratico si tende a limitare le indagini solo ad alcuni aspetti della biodiversità, quali il numero di alcune specie campione più diffuse o più rappresentative in una data area, essendo praticamente impossibile valutare l'insieme di tutti gli organismi presenti.

■ [www.biodiv.org/programmes/areas/agro/gurts.asp](http://www.biodiv.org/programmes/areas/agro/gurts.asp)  
[www.oecd.org/pdf/M00007000/M00007573.pdf](http://www.oecd.org/pdf/M00007000/M00007573.pdf)  
Purvis A et al. (2000) Getting the measure of biodiversity. *Nature* 405:212

## 17. Cos'è la "contaminazione" genetica?

È diventato uso comune parlare di 'contaminazione' genetica quando vengono ritrovate tracce di OGM in sementi o prodotti non-GM. Il termine è fuorviante, perché suggerisce un'intrinseca pericolosità dei prodotti GM, non tenendo conto che gli OGM non possono essere commercializzati se non sono stati riconosciuti sicuri.

Al fine di evitare fraintendimenti, sarebbe quindi più appropriato parlare di 'presenza accidentale' o 'avventizia' di OGM in lotti di semi non OGM o in prodotti non OGM. Il possibile influsso sui sistemi agricoli di una presenza accidentale di OGM, analoga a quella riscontrata nel 2003 in Italia, è stato discusso in un documento appositamente redatto dal Consiglio Scientifico per le Biotecnologie in Agricoltura della Regione Lombardia. In tale documento si evidenzia come presenze di OGM inferiori o uguali allo 0,1% (come quelle riscontrate in alcune partite di semi di mais importate in Italia) risultino essere di molto inferiori alle soglie normalmente tollerate in agricoltura per la presenza di varietà tossiche (come la colza HEAR - 2%). Pertanto, trattandosi di organismi di cui è stata verificata la non dannosità, non dovrebbero generare alcuna problematica aggiuntiva. Per ulteriori approfondimenti si rinvia al documento stesso.

■ A. Bock et al. 2002: Scenarios for co-existence of genetically modified, conventional and organic crops in European agriculture. JRC  
Eastham K and Sweet J (2002) Genetically modified organisms (GMOs): The significance of gene flow through pollen transfer. <http://reports.eea.eu.int>  
CSBA03-006-PresenzaAccidentale. [www.agricoltura.regione.lombardia.it](http://www.agricoltura.regione.lombardia.it) Sezione Approfondimenti/Speciale OGM

## 18. Le piante GM possono diventare piante infestanti?

Il presupposto per la comparsa di nuove piante infestanti è che una pianta acquisisca resistenza a insetti e malattie o che si modifichi fino a presentare una serie di nuovi caratteri di invasività (ovvero la capacità di diffondersi autonomamente anche fuori dal campo coltivato) per mutazione spontanea o per ibridazione con altre piante selvatiche o coltivate.

Gli OGM, da quanto emerso dagli studi fino a ora pubblicati, non sono di per sé più infestanti delle colture convenzionali. Le piante coltivate infatti necessitano per sopravvivere di cure costanti (devono essere seminate, protette dalle malattie e dagli agenti avversi) e non disperdono il seme quando mature, come invece accade per le infestanti. È inoltre provato che quando vengono disperse nell'ambiente naturale tendono a scomparire in 2-3 generazioni (come dimostrato per mais, colza, patata e bietola). Le analisi sull'invasività di una pianta GM devono quindi considerare non tanto la tecnica con cui è stata prodotta, ma la nuova caratteristica di cui l'OGM è dotato.



Gli ibridi<sup>7</sup> ottenuti dall'incrocio tra una pianta selvatica (infestante o meno) e una pianta coltivata sono spesso poco vitali e possiedono una bassa fertilità. Nei casi in cui gli ibridi siano fertili e acquisiscano resistenze a malattie o ad altre avversità ambientali, essi potrebbero acquisire una maggiore invasività. Il rischio connesso è però il medesimo sia per le piante GM, sia per le piante non-GM. Un esempio spesso citato riguarda la resistenza agli erbicidi. L'eventuale ibridazione tra varietà resistenti (coltivate) e non resistenti (selvatiche o coltivate) potrebbe portare, infatti, alla creazione di piante infestanti resistenti all'erbicida, costringendo l'agricoltore a usare nuovi prodotti per il loro controllo. Un caso in tal senso è stato segnalato in Canada e riguarda alcune varietà di colza coltivate. È stato infatti individuato un ibrido spontaneo resistente a tre erbicidi (due resistenze provengono da piante transgeniche e una da piante selezionate con metodi tradizionali). Tuttavia, nonostante le tre resistenze acquisite, la nuova pianta infestante risulta sensibile a erbicidi come il 2-4 D, già in uso da tempo.

- Crawley MJ et al. (2001) Transgenic crops in natural habitats. *Nature* 409:682
- Rieger MA et al. (2002) Pollen-Mediated Movement of Herbicide Resistance Between Commercial Canola Fields. *Science* 296:2386
- Ellstrand NC (1999) Gene Flow And Introgression From Domesticated Plants Into Their Wild Relatives. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 30:539
- Amman K et al. (2000) Weediness in the light of new transgenic crops and their potential hybrids. *Journal of Plant Diseases and Protection. Sonderheft XVII, Special Issue*
- Triple resistant canola. <http://www.producer.com/articles/20000210/news/20000210news01.html>

## 19. Quale impatto hanno gli OGM sulla biodiversità?

L'impatto degli OGM sulla biodiversità è un tema complesso. Qualunque tipo di intervento umano o anche semplici eventi naturali hanno un impatto sulla biodiversità. Chiedersi se gli OGM siano una minaccia per la biodiversità dovrebbe perciò essere inquadrato in un ambito più generale e domandarsi invece se questi organismi influenzano sulla biodiversità in modo diverso rispetto a quanto accade per le colture convenzionali. Il primo problema che si incontra nel condurre queste analisi sta nel decidere cosa considerare come "biodiversità" e se sia possibile ridurre l'analisi a un dato numero di specie campione. A seconda dei modelli usati è infatti possibile prevedere scenari con conseguenze "irreversibili" o "catastrofiche" oppure scenari del tutto opposti. Solo un approccio *caso-per-caso* può portare a un'adeguata analisi dell'influenza potenziale di una data coltura sulla biodiversità naturale.

Sul tema OGM e biodiversità è nato un dibattito a seguito della pubblicazione di un articolo che riportava il ritrovamento di DNA transgenico in varietà locali di mais messicano. L'articolo, messo poi in discussione dalla stessa rivista che ne aveva accettata la pubblicazione, ha sollevato un problema di una certa rilevanza. Infatti, geni di varietà commerciali (GM o meno) possono entrare a far parte del DNA di specie sessualmente compatibili. Questo fenomeno naturale diventa problematico se vengono trasferiti agli ecosistemi naturali geni in grado di aumentare la competitività di questi ibridi a scapito di specie selvatiche, determinando quindi una diminuzione di biodiversità. Il problema è importante e sentito e ha aperto la strada a una serie di studi volti a chiarire l'impatto dell'agricoltura, in quanto tale, sulla bio-

<sup>7</sup> In agricoltura si parla di ibridi quando due piante appartenenti a due specie diverse si incrociano tra loro. Questo termine viene impropriamente impiegato anche nel caso in cui si incrocino tra loro due varietà della stessa specie, come per alcune specie orticole o il mais: gli ibridi di mais sono molto utilizzati in agricoltura in quanto presentano un forte vigore e un'elevata produttività alla prima generazione. Queste caratteristiche però vengono perse in gran parte già dalla generazione successiva. Chi coltiva ibridi deve perciò riacquistare ogni anno la semente per sfruttarne il vantaggio produttivo

diversità. L'impatto degli OGM dovrebbe quindi essere valutato all'interno di questo più ampio panorama.

L'analisi comparativa tra vecchie e nuove pratiche agricole permette anche di valutare l'opportunità di inserire un dato OGM nell'ambiente.

- Purvis A et al. (2000) Getting the measure of biodiversity. *Nature* 405:212
- Loreau M (2001) Biodiversity and Ecosystem Functioning: Current Knowledge and Future Challenger. *Science* 294:804
- Quist (2001) Transgenic DNA introgressed into traditional maize landraces in Oaxaca, Mexico. *Nature* 414: 541-543
- Christou P (2002) No Credible Scientific Evidence is Presented to Support Claims that Transgenic DNA was Introgressed into Traditional Maize Landraces in Oaxaca, Mexico. *Transgenic Research* 11: iii-v, 2002.
- Louwarrs N (2002) Transgenes in Mexican maize landraces an analysis of data and potential impact. <http://www.biotech-monitor.nl/4910.htm>
- Conner AJ (2003) The release of genetically modified crops into the environment. Part II. Overview of ecological risk assessment. *Plant J* 33:19

Con il termine biodiversità ci si riferisce spesso solo a quella che prende il nome di "agro-biodiversità", ovvero la variabilità di specie animali, vegetali e microbiche utili alle attività umane. Va qui sottolineato che l'agricoltura è il risultato di un lungo processo di domesticazione delle piante e degli animali. Da quando l'agricoltura esiste (circa 12-13.000 anni) l'uomo ha condotto scelte o selezioni<sup>8</sup> tra i genotipi delle specie da lui ritenute interessanti. Il problema della riduzione della "agro-biodiversità" non è quindi nuovo. La ricerca di piante ad alta produttività, per esempio, ha ridotto radicalmente il numero di specie utilizzate a scopo alimentare. A oggi 20 specie vegetali forniscono il 90% del cibo umano e quattro di esse arrivano da sole al 50% (frumento, mais, riso e patata). Questo processo non viene necessariamente amplificato dagli OGM, come ampiamente documentato nell'analisi del rapporto tra biotecnologie e prodotti tipici italiani. Secondo la normativa vigente 2001/18/CE, è comunque obbligatorio effettuare il monitoraggio di ciascun OGM anche dopo la sua approvazione. Questo permette, nel caso dovessero insorgere ragionevoli dubbi sulla sua compatibilità ambientale, di sospenderne o revocarne l'autorizzazione. Va anche chiarito che se un transgene si ibridasse con varietà locali o specie selvatiche questo difficilmente porterebbe a un sovvertimento genetico irrimediabile delle specie. Il teosinte, progenitore del mais, ha una storia millenaria di contiguità con le varietà di mais coltivate e, nonostante avvengano da secoli scambi di polline dall'una all'altra specie, entrambe sono ancora ben caratterizzate e distinguibili tra loro.

Analoghe evidenze sono state riportate per l'interazione tra alcune varietà italiane di mais e i più recenti ibridi commerciali; questo è dovuto anche al fatto che generalmente ibridi e vecchie varietà vengono coltivati in aree non contigue e hanno tempi di fioritura leggermente sfasati. Va aggiunto che è la mancanza di scambio genico a essere più pericolosa per la biodiversità, in particolare per le specie allogame come il mais, che mostrano depressione produttiva e morfologica a seguito di inincrocio<sup>9</sup>.

Va comunque sottolineato come l'ecosistema agricolo sia già profondamente modificato dall'attività umana. Colture originariamente tipiche dell'America, come mais, patata e pomodoro, o dell'Asia, come soia, riso e kiwi, sono diffuse anche nell'ambiente europeo: il kiwi, pur essendo di provenienza cinese, viene coltivato in Italia, che ne è uno dei principali produttori mondiali. Qualcosa di molto simile è avvenuto per la soia, la quale

<sup>8</sup> Per "selezione" si intende l'azione dell'uomo mirata a scegliere per la riproduzione e la coltivazione solo i genotipi migliori o più adatti. L'opera di selezione umana e la distruzione dell'habitat naturale al fine di creare spazi a uso agricolo sono causa di una consistente perdita di biodiversità. Chrispeels MJ, Sadava DE (2003) *Plants, genes, and crop biotechnology*. Cap 3. Jones and Bartlett Publishers, Inc.

<sup>9</sup> Il fenomeno è molto simile a quanto avviene nella specie umana nei matrimoni tra consanguinei



per la sua coltivazione richiede dei Rizobi, batteri del terreno necessari al suo sviluppo: poco ancora oggi si conosce sull'impatto, a livello di biodiversità del suolo, dello spargimento di tali batteri. Inoltre, con l'introduzione di specie in territori diversi da quelli nativi è stata spesso introdotta anche la flora selvatica affine a tale specie, immettendo così nell'ambiente anche le potenziali infestanti (ad es. colza).

### **La diffusione di colture OGM non deve quindi essere considerata potenzialmente più dannosa, per la biodiversità, dell'introduzione di colture "tradizionali".**

- Salamini F et al (2002) Genetics and geography of wild cereal domestication in the near east. *Nat Rev Genet* 3:429
- Basso B. et al (2003) Biotecnologie per la tutela dei prodotti tipici italiani. 21mo secolo
- Gianessi LP et al (2002) Plant Biotechnology: Current and Potential Impact for Improving Pest Management in U.S. Agriculture An Analysis of 40 Case Studies. [www.ncfap.org](http://www.ncfap.org)
- Dale PJ (2002) Potential for the environmental impact of transgenic crops. *Nature Biotech* 20:567
- Kato Y. Review of Introgression Between Maize and Teosinte. Genetics Program, Genetic Resources and Productivity Institute (IREGEP), Colegio de Postgraduados, Montecillo, Mexico  
[http://www.botanischergarten.ch/debate/KatoGeneFlow\\_ReviewIntro.pdf](http://www.botanischergarten.ch/debate/KatoGeneFlow_ReviewIntro.pdf)
- Papa R (2003) Maize landraces in Europe: a special case for co-existence. Round Table on research results relating to co-existence of GM and non-GM crops, Bruxelles  
[http://europa.eu.int/comm/research/biosociety/news\\_events/news\\_programme\\_en.htm](http://europa.eu.int/comm/research/biosociety/news_events/news_programme_en.htm)
- Have transgenes, will travel (2003) Pew Initiative on Food and Biotechnology.
- Ellstrand NC et al (1999) gene flow and introgression from Domesticated plants into their Wild relatives. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 30:539-63
- Felsot AS (May 2002) Some Corny Ideas About Gene Flow and Biodiversity • Issue No. 193 • <http://aenews.wsu.edu>  
Agrochemical and Environmental News.
- National Research Council (2002) Environmental effects of transgenic plants. National Academy Press

## **20. Quali possono essere gli effetti a lungo termine degli OGM sulla biodiversità?**

Il problema che questo tipo di domanda pone è la definizione di cosa si intenda per "lungo termine". Il tempo biologico necessario a valutare le conseguenze di una nuova pratica agricola nell'ambiente è necessariamente lungo, potendo arrivare ad alcuni secoli. Questa considerazione vale non solo per gli OGM, ma per qualsiasi nuova varietà coltivata, così come per l'adozione di nuove pratiche agricole e, in ultima analisi, per tutte le azioni umane. Appare perciò chiaro come non esistano che due opzioni: o non fare nulla fino a quando non si avranno certezze scientifiche della "innocuità" di un intervento (ma anche il non agire ha un impatto sulla biodiversità) oppure accettare come adeguata un'analisi protratta per un periodo di almeno 10 anni come adatta allo scopo: questo è infatti il periodo generalmente impiegato per l'approvazione di un OGM secondo le normative vigenti. Si ricorda che per le varietà tradizionali (anche quelle notoriamente allergeniche come ciliegie, kiwi, mele e altre) non sono richieste analisi di impatto di nessun tipo e possono essere commercializzate subito dopo la loro costituzione.

- Conner AJ (2003) The release of genetically modified crops into the environment. Part II. Overview of ecological risk assessment. *Plant J* 33:19

## **21. Quali sono gli effetti secondari degli OGM?**

Con effetti secondari vengono intesi tutti gli effetti di una data tecnologia che non erano stati previsti a priori. Questi possono essere sia diretti che indiretti e generalmente vengono percepiti come negativi.

Una pianta GM molto studiata anche per gli effetti secondari è il mais transgenico Bt, che esprime un insetticida naturale. Nel 1999 è stata pubblicata dalla rivista *Nature* una nota che sosteneva che le larve di farfalla "monarca" (un insetto che non danneggia le

colture di mais) presentavano una mortalità più elevata se nutrite con polline di mais Bt, rispetto al polline di mais non-Bt. Studi successivi, effettuati in campo e non in laboratorio, hanno concluso che l'impatto sulla farfalla monarca del mais Bt è trascurabile, questo per due ordini di motivi: 1. la farfalla monarca non si ciba di mais e le quantità di polline di mais presenti sulle piante di cui si nutre sono molto basse; 2. le quantità di tossina Bt assunta risulta essere di gran lunga inferiore a quella utilizzata per l'esperimento in laboratorio. Questi risultati vanno inoltre paragonati con l'impatto delle attuali pratiche agronomiche, che l'utilizzo di piante OGM tende a ridurre, come l'uso di insetticidi ad ampio spettro, potenzialmente più dannosi.

Una specie oggetto di frequente studio perché interessata da effetti secondari degli OGM è l'ape. I risultati non hanno mai evidenziato effetti sull'attività delle colonie, mentre si è riscontrata tossicità diretta sulle api solo in laboratorio e a dosi molto più elevate di quelle che si riscontrano in campo.

Pare quindi di poter concludere che l'introduzione in agricoltura delle piante transgeniche finora autorizzate non determini conseguenze inaspettate indesiderabili. Nel caso di OGM Bt si hanno al contrario prove di un maggior rispetto della agro-biodiversità, come testimoniano anche diversi studi svolti in varie parti del mondo. Inoltre va considerato che il mais Bt presenta un contenuto in micotossine molto inferiore rispetto a varietà non-GM. Si tratta in questo caso di sostanze tossiche naturali<sup>10</sup> prodotte da alcuni funghi che infestano la granella di mais, sfruttando le intaccature prodotte dalla piralide, insetto dannoso che viene invece controllato con la tecnologia Bt.

- Losey JE et al (1999) Transgenic pollen harms monarch larvae. *Nature* 399:214
- Wright CL et al (2000) Absence of toxicity of *Bacillus thuringiensis* pollen to black swallowtails under field conditions. *PNAS* 97:7700
- Zangerl AR et al (2001) Effects of exposure to event 176 *Bacillus thuringiensis* corn pollen on monarch and black swallowtail caterpillars under field conditions. *PNAS* 98:11908
- Oberhauser KS et al (2001) Temporal and spatial overlap between monarch larvae and corn pollen. *PNAS* 98:11913
- Pleasant JM et al (2001) Corn pollen deposition on milkweeds in and near cornfields. *PNAS* 98:11919
- Hellmich RL et al (2001) Monarch larvae sensitivity to *Bacillus thuringiensis*-purified proteins and pollen. *PNAS* 98:11925
- Stanley-Horn DE et al (2001) Assessing the impact of Cry1Ab-expressing corn pollen on monarch butterfly larvae in field studies. *PNAS* 98:11931
- Sears MK et al (2001) Impact of *Bt* corn pollen on monarch butterfly populations: A risk assessment. *PNAS* 98:11937
- Malone LA (2001) Effects of transgene products on honey bees (*Apis mellifera*) and bumblebees (*Bombus* sp.). *Apidologie*, 32, 278-304
- Dayuan Xue (2002) A summary of research on the environmental impacts of Bt cotton in China. *Greenpeace*
- Shelton AM (2001) The monarch butterfly controversy: scientific interpretation of a phenomenon. *Plant J* 27:483
- Bakan B (2002) Fungal Growth and *Fusarium* Mycotoxin Content in Isogenic Traditional Maize and Genetically Modified Maize Grown in France and Spain. *J. Agric. Food Chem.* 50, 728
- Shelton AM (2002) Economic, Ecological, Food Safety, and Social Consequences of the Deployment of Bt Transgenic Plants. *Annu. Rev. Entomol.* 47:845-81

## 22. Come vengono controllati gli OGM coltivati?

L'articolo 30 della direttiva comunitaria 2001/18/CE prevede che l'autorizzazione all'uso di un OGM sia limitata a 10 anni (rinnovabili), ma soprattutto che l'OGM venga monitorato anche dopo la sua entrata in coltivazione. L'art. 23 della stessa normativa intro-

<sup>10</sup> Le micotossine sono sostanze naturali prodotte da alcuni funghi, in particolare *Aspergillus flavus* (aflatossine) e *Fusarium moniliforme* (fumonisine). Questi composti, resistenti alle alte temperature e ai succhi gastrici, si possono ritrovare anche nel latte, se assunte dagli animali tramite i mangimi. Sono potenti agenti carcinogenici in grado di generare tumori. L'intossicazione da micotossine è particolarmente grave nei paesi dell'Africa sub-sahariana: i più colpiti sono i bambini, che, in alcuni casi, presentano forti ritardi nella crescita

duce una clausola di salvaguardia che permette a ogni Stato membro di limitare o vietare la commercializzazione di un OGM nel caso emergessero dati che facciano supporre una sua pericolosità per l'uomo o per l'ambiente. La normativa introduce, inoltre, la tracciabilità del prodotto. Una recente sentenza della Corte di Giustizia Europea ha sottolineato come l'ipotesi di pericolosità debba però essere validata da dati scientifici e non da semplici supposizioni generiche.

- Direttiva 2001/18/CE che abroga la 90/220/CE sull'emissione deliberata nell'ambiente di organismi geneticamente modificati. <http://europa.eu.int>
- Regolamento 49/2000/CE e 50/2000/CE sull'etichettatura. <http://europa.eu.int>
- European Union – Web resources on GMOs [http://europa.eu.int/comm/food/fs/gmo/gmo\\_index\\_en.html](http://europa.eu.int/comm/food/fs/gmo/gmo_index_en.html)
- Sentenza C-236/01 (9 settembre 2003) Causa Monsanto vs. Italia. <http://curia.eu.int>

**L**a problematica OGM, nata attorno alla sicurezza alimentare (*safety*), si è poi spostata sulla salvaguardia ambientale. Tuttavia, man mano che nuovi dati scientifici emergono, appare più evidente che il tema di scontro è di tipo economico. È quindi necessario cercare di rispondere anche ad alcuni quesiti strettamente economico-culturali relativi alle biotecnologie in agricoltura.

### 23. Quali OGM sono coltivati nel mondo? E in Europa?

Nel mondo sono state concesse 142 autorizzazioni e nel 2003 sono stati coltivati OGM per un totale di 67,7 milioni di ettari, quasi 4 volte l'intera superficie italiana. Varietà OGM di soia, tabacco, mais, colza, cicoria e garofano sono state autorizzate anche in Europa. Il numero, molto ridotto, è condizionato dalla moratoria di fatto sugli OGM. L'unica nazione dell'Unione a 15 ad aver consentito coltivazioni OGM è la Spagna, con una superficie annuale complessiva di mais Bt pari a circa 32.000 ettari. Altri stati che stanno per entrare in Europa, quali Bulgaria e Romania, hanno alcune superfici coltivate con OGM.

■ GM Database, [www.agbios.com](http://www.agbios.com)  
Prove Sperimentali, <http://biotech.jrc.it>  
D. Casati et al. (2003) Il sistema agroindustriale italiano e l'innovazione biotec: conoscere per decidere. Università degli studi di Milano  
Esteban Alcalde (2003) Co-existence of GM maize in Spain  
[http://europa.eu.int/comm/research/biosociety/pdf/rt\\_alcalde\\_abstract.pdf](http://europa.eu.int/comm/research/biosociety/pdf/rt_alcalde_abstract.pdf)  
ISAAA (2003) Global Status of Commercial Transgenic Crops, [www.isaaa.org](http://www.isaaa.org)

### 24. Gli OGM possono contribuire a sconfiggere la fame nel mondo?

La fame e la povertà dipendono solo in parte dalla produzione alimentare. Esse sono di sicuro causate anche da problemi politici, nazionali e globali, di programmazione, di educazione, di sviluppo agricolo e territoriale, di progresso economico e sociale, di occupazione, di formazione professionale, di capacità tecniche e scientifiche, di equità negli scambi commerciali internazionali. Considerare queste problematiche risolvibili solo in termini di redistribuzione della ricchezza o sperare che una particolare innovazione tecnologica possa contribuire anche solo ad attenuarle significativamente è ingenuo. La coltivazione di OGM è una delle possibili opzioni tecnologiche, che non può risolvere da sola le cause delle crisi alimentari e dell'indigenza di un'elevata frazione della popolazione mondiale. Negare però a priori l'utilizzo di uno strumento potenzialmente efficace per ridurre alcuni problemi appare, comunque, una decisione non ragionevole.

### 25. Qual è il rapporto tra OGM e multinazionali?

Il 'monopolio' delle multinazionali attive nel mercato del seme non è un problema nuovo. Già da anni e per molte specie, le sementi sono coperte da diritti di riproduzione. Attualmente, ad esempio, i 2/3 del mercato italiano della semente di mais sono controllati da un'unica azienda sementiera. Questo dipende anche dal fatto che i programmi di miglioramento genetico, per essere validi, richiedono notevoli investimenti, sia in termini monetari che di tempo. D'altra parte, anche gli agricoltori traggono vantaggio dall'utilizzo di sementi con prestazioni superiori, sia agronomicamente che economicamente. Le biotecnologie non hanno aggiunto a questo panorama molto di nuovo, se non che, pur essendo i costi per la produzione di piante transgeniche relativamente contenuti (nell'ordine delle decine di migliaia di euro), i test richiesti dalla normativa per valu-

tare i problemi ipoteticamente correlati al loro utilizzo possono essere sostenuti solo dalle grandi multinazionali (milioni di euro). Pertanto, sebbene molte ricerche biotecnologiche sugli OGM siano sviluppate da enti pubblici, è necessario rivolgersi alle grandi multinazionali per le pratiche di autorizzazione e distribuzione di specifici OGM.

La possibilità che l'istituto del brevetto porti all'esclusione dei Paesi in Via di Sviluppo (PVS) dall'uso di queste tecnologie esiste e va affrontata; a questo proposito alcune fondazioni ed enti internazionali senza fini di lucro (ad es. Rockefeller Foundation, FAO) hanno sviluppato tecnologie OGM per i PVS e, anche con l'aiuto delle multinazionali, hanno messo a punto strategie per la loro distribuzione a prezzi equi. Su questo tema è intervenuto anche il Segretario Generale dell'ONU Kofi Annan sottolineando come: «le biotecnologie diventeranno parte della lotta globale contro la povertà, la fame, le malattie e il sottosviluppo, che hanno un effetto diretto sulla scolarizzazione, la mortalità infantile, la salute delle madri e sulla libertà associata a un livello di vita decente. Non è in discussione se le biotecnologie manterranno le loro promesse, ma come le promesse delle biotecnologie verranno condivise».

In quest'ottica va ricordato che, in caso di necessità, il WTO consente di far decadere la validità di un brevetto senza dover incorrere in alcuna sanzione. Occorre comunque aggiungere che le biotecnologie possono contribuire a risolvere una vasta gamma di problematiche agricole, locali e di nicchia, che solo in parte sono affrontate dalle multinazionali. Se si analizzano le singole linee di ricerca sugli OGM, si nota che per circa la metà degli ambiti di intervento la ricerca pubblica copre più dei 2/3 e in alcuni casi la totalità della ricerca svolta. È inoltre documentato che i beneficiari dell'attuale innovazione biotecnologica sono i piccoli agricoltori, in particolare dei PVS i quali, oltre a utilizzare meno composti agrochimici di sintesi, hanno una maggior garanzia sul raccolto, una riduzione dell'erosione del suolo (nei casi di piante resistenti agli erbicidi che non richiedono lavorazioni meccaniche per il controllo delle erbe infestanti), oltre a un vantaggio economico. Questo è evidente in Brasile dove, pur essendo in atto una moratoria sugli OGM, i contadini dello stato di Rio Grande do Sul importano dalla confinante Argentina e coltivano illegalmente soia OGM. Questo stato di fatto ha spinto il presidente Lula a prenderne atto e a legalizzare in via temporanea alcune colture transgeniche.

La moratoria in vigore in Europa ha indebolito sia la ricerca pubblica sia gli investimenti privati nel settore, come risulta dal numero delle prove sperimentali che, dopo una rapida evoluzione tra il 1991 e il 1998, ora è tornato ai livelli del 1991. Questo dato assume un particolare rilievo se confrontato con il dato USA che indica un numero di prove sperimentali pressoché costante dal 1998 a oggi e di circa quattro volte superiore al massimo europeo.

Se nei prossimi anni la tendenza in Europa non dovesse cambiare, pur disponendo di centri di ricerca d'avanguardia, si dovranno importare i prodotti di questa tecnologia, aumentando così la dipendenza da innovazioni sviluppate altrove.

■ Casati D et al. (2003) Il sistema agroindustriale italiano e l'innovazione biotec: conoscere per decidere. Università degli studi di Milano. [www.BiocomMedia.it](http://www.BiocomMedia.it)

Annan K (2003) Macroeconomic policy questions: Science and technology for development - Impact of new biotechnologies, with particular attention to sustainable development, including food security, health and economic productivity - Report of the Secretary-General <http://www.un.org/ga/58/documentation/list0.html>

Lheureux K et al. (2003) Review of GMOs under research and development and in the pipeline in Europe. JRC Pray CE et al (2002) Five years of Bt cotton in China - the benefits continue. *Plant J* 31:423

Shelton AM (2002) Economic, ecological, food safety, and social consequences of the deployment of bt transgenic plants. *Ann Rev Entomol* 47:845

Enriquez J (2001) Green biotechnology and European competitiveness. *TIB* 19:135

Smyth (2002) Liabilities and economics of transgenic crops. *Commentary. Nat Biotech* 20: 537

Kleter GA (2001) Regulation and exploitation of genetically modified crops. *Nature Biotech* 19:1105

Gli agricoltori brasiliani investono in massa sulla soia GM - [www.biocommedia.it](http://www.biocommedia.it)

## 26. Ma se produciamo più di quello che consumiamo, perché abbiamo bisogno degli OGM?

Gli OGM in commercio, inclusi quelli che verranno introdotti in un prossimo futuro, aumentano solo indirettamente la produzione. Addirittura, nei primi anni del loro utilizzo, la produttività degli OGM è stata, in alcuni casi, inferiore a quella delle varietà convenzionali.

Il valore aggiunto dell'attuale generazione di colture GM sta nel risparmio dei costi di produzione, nella semplificazione delle operazioni colturali, nella riduzione dell'uso di composti agrochimici e, in generale, nella loro capacità di "assicurare" il raccolto contro imprevisti di natura climatica o parassitaria, necessità fondamentale soprattutto nei paesi in via di sviluppo. Ad esempio, nel caso della tecnologia Bt, l'agricoltore è più sicuro di poter ottenere il raccolto, sia in assenza che in presenza dell'insetto infestante. Sulla garanzia del raccolto gli agricoltori investono molto, in particolare utilizzando composti agrochimici.

A questo va aggiunto che la produzione mondiale di derrate alimentari è in realtà un problema non risolto: la produzione agricola aumenta dell'1,3% annuo, la popolazione del 2,2%. È pur vero che nei paesi occidentali esiste sovrapproduzione di alcune produzioni agricole di base, ma una parte significativa di essa è destinata alla produzione di carne o di prodotti di derivazione animale. L'Italia è, per esempio, importatrice di soia, grano e semente di mais. Sono inoltre non risolti i problemi strutturali generati dalle pratiche agricole correnti (alto utilizzo di antiparassitari e fertilizzanti, erosione del suolo). La soluzione di queste problematiche non può tuttavia prescindere dal mantenere la produzione per ettaro almeno ai livelli attuali.

In questo la ricerca agraria sugli OGM, volta a modificare le piante in modo mirato per renderle resistenti a specifici stress, può contribuire a garantire il raccolto oltre a consentire risparmi economici, salutistici e ambientali.

Da non sottovalutare, infine, che rese stabili ed elevate riducono la necessità di mettere a coltura nuovi terreni, a salvaguardia dell'ambiente e della biodiversità.

■ FAO. [www.fao.org](http://www.fao.org)

Chrispeels MJ, Sadava DE (2003) Plants, genes, and crop biotechnology. Cap 1-2-3. Jones and Bartlett Publishers, Inc.

Trewavas A (2002) Malthus foiled again and again. *Nature* 418:668-670

Tilman D (2002) Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature* 418:671-677

Nill K (2002) Let the facts speak for themselves. The contribution of agricultural crop biotechnology to American farming

## 27. Se le sementi OGM costano più di quelle convenzionali, che utilità possono avere per i Paesi in Via di Sviluppo?

Le applicazioni delle biotecnologie in agricoltura sono svariate e alcune di queste sono state sviluppate per i PVS da centri di ricerca internazionali senza fini di lucro (IRRI per il riso, CYMMIT per mais e frumento). Esempi di questo tipo di ricerca sono il riso arricchito in pro-vitamina A, o la Papaia resistente a virosi. Il materiale di propagazione di queste piante verrà fornito gratuitamente (o a prezzi contenuti) ai piccoli agricoltori dei PVS per le quali sono state sviluppate. Anche le piante transgeniche oggi disponibili possono comunque aiutare le economie dei PVS, come è già accaduto per il cotone Bt in Cina e India, o il mais Bt in Sudafrica. In ogni caso, il costo superiore delle sementi OGM viene compensato in genere dalla garanzia del raccolto, dalla riduzione dei costi di produzione e dalla miglior qualità del prodotto.

■ Atkinson HJ (2001) The case for genetically modified crops with poverty focus. *TIB* 19:91

Chakraborty S (2000) Increased nutritive value of transgenic potato by expressing a non-allergenic seed

albumin gene from *Amaranthus hypochondriacus*. PNAS 97:3724-3729  
Zimmermann (2002) Improving iron, zinc and vitamin A nutrition through plant biotechnology. Curr Op Biotech 13: 142-145  
Huang J (2002) Enhancing the crops to feed the poor. Nature 418:678-684

## 28. Le coltivazioni OGM possono coesistere con i sistemi agricoli convenzionali?

Il problema della coesistenza tra i diversi sistemi agricoli non è recente ed è stato finora risolto con l'adozione di soglie di tolleranza. Nei prodotti biologici è tollerato fino al 5% di prodotto con residui di antiparassitari di sintesi. Altro esempio è rappresentato dalla colza HEAR, che ha un alto contenuto di acido erucico (tossico per l'uomo) ed è tollerata nelle derrate alimentari fino al 2%. Ancora, è tollerata nella pasta di grano duro la presenza del 3% di farina di grano tenero.

Le industrie sementiere e i legislatori sanno per esperienza che ottenere una purezza del 100% è tecnicamente impossibile, antieconomico, oltre che di scarsa utilità. La tolleranza di bassi livelli di flusso genico (proveniente da polline di altre varietà) è una componente strutturale dell'agricoltura moderna, in particolare nel caso di colture alimentari. Gli standard internazionali permettono che nei lotti di sementi commerciali ci sia una presenza accidentale di altre sementi dell'1-2%. Queste soglie sono necessarie e tengono conto del fatto che piante della stessa specie, o di specie affini, tendono a ibridare tra loro: è quindi inevitabile che in un lotto di sementi ci sia una seppur minima percentuale di semi di altre varietà, anche a causa dei sistemi stessi di raccolta, stoccaggio, trasporto e lavorazione del prodotto. Questa situazione si verifica anche per le piante GM oggi in commercio.

Poiché queste problematiche sono note e accettate per le varietà convenzionali, non dovrebbe suscitare scalpore che la Ue si stia orientando per adottare soglie di tolleranza anche per la presenza accidentale di OGM che hanno superato i test di sicurezza richiesti e sono quindi considerati non pericolosi per l'uomo e per l'ambiente. **Va sottolineato che la soglia ammessa per i prodotti derivati da colture OGM (0,9%) è più bassa delle soglie ammesse per quelli invece riconosciuti come nocivi (per esempio 2% per la colza HEAR).**

Da uno studio del *Joint Research Center* europeo, emerge inoltre come nella maggior parte dei casi la coesistenza tra colture GM e convenzionali sia possibile con un aumento dei costi di gestione limitato (1-10%) se si accetta una soglia di presenza accidentale nel prodotto dell'1%. I costi aggiuntivi derivano dalla segregazione delle filiere e dall'etichettatura del prodotto. Negli Stati Uniti, dove questo non è richiesto, l'agricoltore e il consumatore non sono gravati da questi costi aggiuntivi.

Nel caso si volesse adottare una tolleranza vicina o inferiore allo 0,1%, i costi di segregazione diventerebbero però proibitivi e di fatto impedirebbero la coesistenza tra colture tradizionali e GM.

■ Conner AJ (2003) The release of genetically modified crops into the environment. Part II. Overview of ecological risk assessment. Plant J 33:19

<http://cdnseed.org/press/Troubles%20With%20Thresholds.pdf>

A. Bock et al. (2002) Scenarios for co-existence of genetically modified, conventional and organic crops in European agriculture. JRC [http://www.jrc.es/projects/co\\_existence/Docs/coexreportipts.pdf](http://www.jrc.es/projects/co_existence/Docs/coexreportipts.pdf)

Commissione mista delle Accademie Nazionali dei Lincei e delle Scienze (2003) Biotecnologie vegetali: benefici e rischi delle varietà OGM

ECSCP European Commission Scientific Committee on Plants (2001) Opinion of the Scientific Committee on Plants concerning the adventitious presence of GM seeds in conventional seeds.

[http://europa.eu.int/comm/food/fs/sc/scp/out93\\_gmo\\_en.Pdf](http://europa.eu.int/comm/food/fs/sc/scp/out93_gmo_en.Pdf)

EU Round Table on research results relating to co-existence of GM and non-GM crops. Bruxelles 24 April 2003 - [http://europa.eu.int/comm/research/biosociety/news\\_events/news\\_programme\\_en.htm](http://europa.eu.int/comm/research/biosociety/news_events/news_programme_en.htm)



## 29. Cosa succederà ai nostri prodotti tipici una volta che gli OGM si saranno diffusi?

La percezione che esista un *aut-aut* tra tipicità e qualità del cibo da un lato e gli OGM dall'altro è diffusa ma, alla luce dei fatti, non appare corretta. La tecnologia dell'ingegneria genetica consente infatti di effettuare interventi che migliorano le prestazioni agronomiche delle colture tradizionali (resistenza a parassiti o alle avversità ambientali) senza apportare modifiche alle caratteristiche qualitative di tipicità. Lo dimostra, ad esempio, il pomodoro S. Marzano che è stato modificato geneticamente per renderlo resistente a un virus che ne rende impossibile la coltivazione. Questa varietà GM, in tutto uguale al S. Marzano originale, se non per il gene che conferisce la resistenza al virus, non viene però coltivato a causa della moratoria di fatto tuttora in corso.

Occorre inoltre aggiungere che la qualità non dipende dal metodo di produzione in sé. Ad esempio, le disposizioni europee sui prodotti biologici, oggi generalmente pubblicizzati come di maggior qualità, vietano esplicitamente di riferirsi a essi come a prodotti di qualità superiore (art. 10, Regolamento CE 2092/91). A ciò va aggiunto che da un recente studio Nomisma è emerso come «un'opzione *OGM free* per tutte le filiere di produzioni tipiche italiane (denominazioni DOP/IGP comunitarie) sembra non percorribile allo stato attuale delle cose e diviene ancora più problematica per l'intera filiera zootecnica italiana».

- Regolamento 2092/91/CE relativo al metodo di produzione biologico di prodotti agricoli è alla indicazione di tale metodo sui prodotti agricoli e sulle derrate alimentari. <http://europa.eu.int>  
Basso B et al. (2003) Biotecnologie per la tutela dei prodotti tipici italiani. 21mo secolo.  
Nomisma (2004) Biotecnologie e zootecnia: scenari, potenzialità e ambiti di scelta per le produzioni italiane di qualità. [www.nomisma.it](http://www.nomisma.it)



# NOTE

### Indice parole chiave per capitoli

Allergie	6	11	12	20						
Biodiversità	6	16	19	20	21	26				
Biotechnologie	1	5	7	8	9	20	25	26	28	29
Brevetti	25									
Contaminazione	17	18	28							
DNA	2	3	4	8	10	11				
Etichettatura	14	15	28							
Fame	24	25								
Gene	2	3	4	5	10	13	14			
Infestanti	6	18	19	21	25	26				
Multinazionali	6	25								
Normativa	4	6	13	19	22	25				
Principio di precauzione	7	16								
Prodotti tipici	5	19	29							
Sicurezza	4	5	7	9	11	13	15	27	28	
Transgene	3	5	19	21						

Dati tipografia

Finito di stampare settembre 2004



**Regione Lombardia**  
*Agricoltura*