



## Riflessioni della CFSB sull'ingegneria genetica verde

### Rapporto dettagliato relativo al comunicato stampa del 15 novembre 2012

#### L'ingegneria genetica verde non è una tecnologia pericolosa

Nonostante l'ingegneria genetica verde sia una tecnologia relativamente giovane, le prime coltivazioni a scopi commerciali<sup>1</sup> e i conseguenti controlli di sicurezza biologica delle piante geneticamente modificate risalgono al 1996. Non vi sono indicazioni che facciano pensare a una sua particolare pericolosità rispetto alle tecniche tradizionali di selezione vegetale. Le piante geneticamente modificate oggi dichiarate conformi agli standard OCSE sono altrettanto sicure quanto le piante selezionate tradizionalmente. Dai risultati degli studi condotti a livello mondiale risulta evidente che un impiego dell'ingegneria genetica non comporta di per sé un aumento dei rischi, anzi in alcuni casi può addirittura ridurli (cfr. paragrafo «Vantaggi delle piante geneticamente modificate»).

#### Valutazione della sicurezza delle piante geneticamente modificate

Le piante geneticamente modificate sono sicure per gli uomini, gli animali e l'ambiente? A questa domanda non è possibile rispondere a priori con un sì o un no. Una pianta può essere soggetta a vari tipi di modifiche genetiche e la sicurezza biologica delle piante geneticamente modificate non può quindi essere stabilita sulla base di valutazioni sommarie. Come per i prodotti ottenuti con altre tecnologie, anche le piante geneticamente modificate sono soggette a una procedura di autorizzazione che si basa su una valutazione caso per caso. Senza questa autorizzazione tali piante (e tutti gli altri organismi geneticamente modificati, OGM) non possono essere emesse nell'ambiente a fini sperimentali, coltivate a fini commerciali o impiegate come alimenti e mangimi.

#### Che cos'è l'ingegneria genetica verde?

L'ingegneria genetica o tecnologia del DNA ricombinante comprende un insieme di tecniche e metodi che consentono di modificare in modo mirato il patrimonio genetico di un organismo. Sviluppata in seguito ai progressi nell'ambito della genetica e della biologia molecolare, le sue possibilità spaziano dalla modifica di singoli tratti di un gene (mutazione) alla sua completa sostituzione con una variante dello stesso gene. È possibile inoltre creare una nuova combinazione di geni fino alla rimozione parziale o completa di un gene dal patrimonio genetico (delezione). Definita in base al suo campo d'applicazione, l'ingegneria genetica verde si occupa di apportare modifiche nelle piante, soprattutto nel settore agricolo.

<sup>1</sup> Sintesi dell'ISAAA (International Service for the Acquisition of Agro-Biotech Applications) <http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/43/executivesummary/default.asp>

La CFSB è del parere che per una valutazione della sicurezza siano rilevanti solo i prodotti ottenuti con l'ingegneria genetica, mentre il processo di produzione, seppure se ne tiene conto per stabilire i rischi, non è comunque determinante per la sicurezza delle piante geneticamente modificate.

Negli ultimi anni, grazie ai progressi nella tecnica di sequenziamento si è arrivati a decodificare i genomi di molte specie e varietà di piante<sup>2</sup>. Ciò permette, tra l'altro, ai ricercatori di approfondire le conoscenze sulle modifiche genetiche avvenute nelle piante selezionate rispetto alle loro varietà selvatiche (cfr. riquadro).

### **Modifiche nel genoma con la selezione vegetale tradizionale**

La selezione vegetale mira a migliorare le caratteristiche ereditabili delle piante coltivate. Inizialmente i coltivatori sfruttavano semplicemente le variazioni naturali, per esempio piantando solo i semi più grandi del loro raccolto ottenevano un nuovo raccolto con abbondanza di semi grandi. In pratica si trattava di una tecnica basata sulla selezione artificiale a cui, con il passare del tempo, si è aggiunta la tecnica dell'incrocio, che permetteva di combinare tra loro più caratteristiche vantaggiose in una stessa specie, come la dimensione e il sapore dolce in un frutto. In tal modo è andata aumentando la varietà genetica. Nella metà del XX secolo è stata introdotta la tecnica della mutagenesi, basata sull'impiego di radiazioni e determinati mutageni chimici. Questo metodo di selezione classico oltre alle mutazioni desiderate può produrre anche mutazioni non precisamente caratterizzabili. Spesso le variazioni genetiche indotte da queste tecniche classiche e le loro possibili conseguenze non vengono analizzate in modo approfondito come invece accade per le piante geneticamente modificate, le cui modifiche sono mirate. Nel momento in cui si riscontrano degli effetti negativi, queste piante non vengono più sviluppate.

Gli esempi che seguono descrivono alcune variazioni genetiche che hanno dato origine a caratteristiche particolari.

Alcune varietà di mela hanno una polpa rossa perché un tratto molto piccolo del loro genoma è ripetuto cinque volte di seguito anziché essere presente una sola volta (Espley et al., 2009). I trasposoni, chiamati anche geni saltatori, cambiano posto nel genoma oppure si duplicano e una loro copia si inserisce in un altro sito del genoma. Talvolta i trasposoni con i loro spostamenti provocano la distruzione dei geni con cui vengono a contatto o ne alterano l'attività. Nel 1983 Barbara McClintock è stata insignita del premio Nobel per aver identificato in questi geni mobili la causa delle diverse colorazioni dei chicchi di mais. La trasposizione di questi geni saltatori è il motivo per cui, ad esempio, l'uva da nera diventa bianca (Kobayashi et al., 2004), le arance bionde si trasformano in arance sanguigne (Butelli et al., 2012) oppure si sviluppano mele prive di semi (Yao et al., 2001) e pomodori dalla polpa gialla (Fray and Grierson, 1993). Talvolta si può verificare anche la duplicazione dei geni vicini che vanno a inserirsi in un altro sito del genoma – è in questo modo, ad esempio, che si sviluppano i pomodori di forma allungata (Xiao et al., 2008).

---

<sup>2</sup> Hamilton JP, Buell CR (2012) Advances in plant genome sequencing. *The Plant Journal* 70: 177–190

Inoltre diventa più semplice fare un confronto tra le modifiche indotte dall'ingegneria genetica e le modifiche spontanee o create con mutagenesi.

La CFSB è dell'avviso che queste conoscenze contribuiscano a un'analisi e a una valutazione più esatte dei rischi (cfr. sotto).

## Valutare caso per caso perché sono le variazioni che contano

Non vi sono rischi specifici che possano essere messi in relazione con l'ingegneria genetica. Per la CFSB è importante valutare la sicurezza biologica delle piante geneticamente modificate e dei loro derivati, come per esempio i frutti e i semi, e non quella dell'ingegneria genetica di per se stessa.

L'agricoltura moderna può avvalersi di un'ampia gamma di tecniche genetiche per modificare in modo mirato il patrimonio genetico delle piante. Il «Golden Rice», per esempio, è una varietà di riso in cui tramite l'ingegneria genetica sono stati introdotti dei geni di mais e di un batterio allo scopo di avere un elevato contenuto di beta-carotene, un precursore che l'organismo umano è in grado di trasformare in vitamina A<sup>3</sup>. Una deficit di vitamina A (VAD) provoca evidenti sintomi da carenza e problemi di salute, che possono portare fino alla cecità e alla morte. Ogni anno la VAD causa nei Paesi in via di sviluppo il decesso di circa un milione di bambini.



Il beta-carotene è responsabile della colorazione dei chicchi di riso da cui è nato il nome «Golden Rice» per questa varietà di riso. Fonte: [http://www.goldenrice.org/Content2-How/how1\\_sci.php](http://www.goldenrice.org/Content2-How/how1_sci.php)

Nel caso del «Golden Rice» è importante verificare che sia adatto al consumo umano e che abbia un valore nutrizionale uguale a quello di altre varietà. Altre piante geneticamente modificate sono resistenti agli insetti nocivi che nell'agricoltura classica sono combattuti con gli insetticidi. Nel caso di queste varietà si deve controllare che non abbiano ripercussioni su altri insetti. È inoltre importante la valutazione dell'ambiente nel quale viene emessa una pianta geneticamente modificata: se in una regione sono presenti dei parentali selvatici con cui può potenzialmente incrociarsi, allora forse non è adatta per una coltivazione o lo è solo in forma limitata.

Se nelle piante si inducono modifiche singole o vengono inseriti geni specie-specifici (manipolazione cisgenetica), come per il melo descritto in seguito, non è sempre possibile stabilire a posteriori se le variazioni genetiche riscontrate siano da attribuire a un'evoluzione spontanea o siano il risultato di interventi genetici.

Dal punto di vista della CFSB l'attuale regolamentazione per cui ogni nuova pianta geneticamente modificata deve essere esaminata singolarmente è un criterio valido. Devono inoltre essere presi in considerazione i motivi di impiego delle piante geneticamente modificate e l'ambiente in cui vengono emesse.

## L'obbligo di autorizzazione garantisce la sicurezza

Le piante geneticamente modificate devono essere autorizzate dalla Confederazione. Esiste però una distinzione tra le autorizzazioni per le emissioni sperimentali nell'ambiente, dette anche esperimenti in campo aperto, e quelle per la messa in commercio. Per messa in

<sup>3</sup> Informazioni sul cosiddetto «Golden Rice» <http://www.goldenrice.org>

## Analisi e valutazione dei rischi

I documenti necessari per inoltrare le domande di autorizzazione per le emissioni sperimentali nell'ambiente o la messa in commercio di piante geneticamente modificate sono stabiliti per legge. Rientra tra questi un'analisi e valutazione del rischio, che i richiedenti devono svolgere seguendo criteri e metodi scientifici e presentare indicando se le piante geneticamente modificate o i loro prodotti comportano:

- 1) rischi per la salute dell'uomo e degli animali
- 2) rischi per l'ambiente e la diversità biologica (p.e. connessi alla loro diffusione, al flusso genico verso i parentali selvatici, ai cambiamenti del suolo, allo sviluppo di resistenze)
- 3) rischi per le coltivazioni senza piante geneticamente modificate (p.e. connessi agli incroci o alle mescolanze).

Il richiedente deve motivare e spiegare in modo comprensibile la sua domanda di autorizzazione per un'emissione sperimentale o messa in commercio di piante geneticamente modificate.

commercio si intende da un lato la coltivazione a scopo commerciale di piante geneticamente modificate e dall'altro il loro impiego come alimenti e mangimi.

Finora in Svizzera le emissioni sperimentali sono state attuate solo nell'ambito della ricerca scientifica di base. In futuro anche le imprese potrebbero testare le piante geneticamente modificate sul campo in modo da avere i dati necessari per effettuare una valutazione della biosicurezza e presentare quindi una domanda di autorizzazione per la messa in commercio. Attualmente in Svizzera è vietata la coltivazione di piante geneticamente modificate a scopo commerciale, ma è ammesso l'impiego di una varietà di soia e di diverse varietà di mais transgenico come mangime. Sono in corso diverse domande di autorizzazione per l'impiego di tali piante come alimenti destinati al consumo umano. In parte si tratta di richieste per il rinnovamento di autorizzazioni per varietà di piante già approvate.

La procedura di autorizzazione è centrata sull'analisi e la valutazione del rischio. Sulla base delle modifiche indotte geneticamente e delle caratteristiche delle piante geneticamente modificate si valutano i possibili effetti indesiderati (cfr. riquadro). Inoltre vengono eseguiti dei test per avere delle indicazioni

sui potenziali danni a lunga scadenza. Questo approccio è necessario in quanto è impossibile individuare esattamente i complessi processi che avvengono in una pianta geneticamente modificata e le interazioni tra essa e l'ambiente. Per esempio si utilizzano vari metodi per verificare se i chicchi di mais tolleranti agli erbicidi corrispondono a quelli del mais convenzionale.

### **Le ricerche sulla biosicurezza bloccano lo sviluppo di soia geneticamente modificata**

Vi sono casi di piante geneticamente modificate, in cui nel corso dello svolgimento della procedura a più fasi sono emersi problemi che hanno indotto a rinunciare a ogni ulteriore sviluppo per l'immissione sul mercato. Un esempio è l'episodio della soia modificata con un gene delle noci del Brasile per migliorarne le qualità nutrizionali. Nel corso dell'analisi dei rischi si è constatato che il gene inserito era responsabile della produzione di un forte allergene. Lo sviluppo di questa varietà di soia geneticamente modificata è stato bloccato (Nordlee et al., 1996).

Un'importante disposizione legale riguarda l'obbligo di adottare una procedura suddivisa in fasi. In pratica in una prima fase devono essere raccolti i dati relativi a esperimenti in laboratorio e in serra, in quella successiva si può passare agli esperimenti in campo aperto e in un'ultima fase ottenere l'autorizzazione per la messa in commercio della pianta geneticamente modificata.

Molte delle piante oggi considerate sicure erano una volta tossiche o contenevano allergeni che con il tempo sono stati eliminati ricorrendo alla selezione vegetale. Le piante ottenute con i metodi di selezione classici non vengono sottoposte da parte delle autorità a controlli relativi alla biosicurezza e ai rischi per la salute. L'unico obbligo da rispettare in questo caso è l'obbligo di diligenza. Al contrario per le piante geneticamente modificate, la procedura di autorizzazione esige che venga verificata la presenza di sostanze tossiche o allergeni.

### **Piano di sorveglianza e «freno di emergenza»**

Come accade per i medicinali, gli additivi o i prodotti fitosanitari anche per l'autorizzazione delle piante geneticamente modificate non esiste una sicurezza assoluta. La stessa selezione vegetale classica non è esente da rischi. Poiché l'esperienza acquisita nell'ambito delle tecniche di ingegneria genetica è sicuramente inferiore a quella delle tecniche di selezione classiche, la CFSB è favorevole al piano di sorveglianza richiesto dalla legge per l'autorizzazione delle piante geneticamente modificate. Mediante il monitoraggio devono essere annotati sistematicamente tutti gli eventuali effetti indesiderati ascrivibili alle piante geneticamente modificate e qualora i rischi risultino confermati, dovranno essere adottate le misure opportune che possono arrivare anche fino alla revoca dell'autorizzazione.

### **Vantaggi delle piante geneticamente modificate**

Attualmente nel mondo vengono coltivate soprattutto piante geneticamente modificate caratterizzate da tolleranza agli erbicidi e resistenza agli insetti. Nei laboratori di ricerca vengono testate molte altre caratteristiche. In alcune di queste piante le modifiche genetiche determinano una riduzione dei rischi per la biosicurezza o per la salute. Per esempio si stanno conducendo degli esperimenti per ottenere piante geneticamente modificate con pochi allergeni. Si è così visto che gli alimenti che contengono tracce di queste piante non provocano reazioni nelle persone allergiche o causano allergie meno intense.



**Mele non trattate con evidenti segni di attacchi fungini.**  
Fonte: Cesare Gessler, Politecnico Federale di Zurigo

La ricerca si concentra anche su quelle piante geneticamente modificate

che potrebbero avere risvolti positivi per l'ambiente, in quanto richiedono meno irrigazione, concimi e pesticidi. Questi obiettivi non possono essere raggiunti anche con metodi di selezione vegetale convenzionali? Esistono varietà di melo selvatico, che a differenza del melo domestico, sono resistenti alle malattie fungine. In effetti ricorrendo alla classica selezione per incrocio, tale resistenza può essere introdotta anche nelle varietà domestiche. Tuttavia in questo modo si corre il rischio di incrociare anche caratteri indesiderati con la possibile conseguenza di una riduzione della produttività delle piante o di un'alterazione delle caratteristiche gustative dei frutti. Inoltre la coltura con selezione per incrocio di mele resistenti alle malattie fungine richiede ai fini della loro immissione sul mercato un processo molto lungo di

circa 30 anni. Grazie alla moderna ingegneria genetica la resistenza fungina può essere trasferita direttamente dal melo selvatico a quello domestico senza che quest'ultimo perda il suo genoma specifico. In questo modo si ha il vantaggio di conservare la varietà originaria mentre, per contro, con la selezione tradizionale ne nasce una nuova. Questo approccio nuovo ha già funzionato per combattere la ticchiolatura del melo (malattia fungina)<sup>4</sup>. Nello stesso modo l'ingegneria genetica potrebbe anche consentire di sviluppare varietà di melo resistenti al fuoco batterico, con il notevole vantaggio di poter rinunciare all'impiego di antibiotici nella lotta a tale malattia.

## Conclusioni

La CFSB è giunta alla conclusione unanime che in Svizzera la sicurezza biologica delle piante geneticamente modificate viene verificata in modo soddisfacente. La severa procedura di autorizzazione che consente di accedere a dati rilevanti e lo stato attuale della scienza sono una garanzia per la sicurezza. La valutazione viene fatta caso per caso e se una pianta geneticamente modificata non rispetta a fondo i requisiti richiesti, a scopo preventivo le si nega l'autorizzazione. La CFSB è pertanto dell'avviso che la proroga della moratoria sull'ingegneria genetica non può essere giustificata soltanto per motivi di sicurezza biologica.

Che le piante geneticamente modificate siano sicure e che l'ingegneria genetica di per sé non comporti più rischi di quanti ne possano comportare altri metodi di selezione vegetale, si evince anche dal rapporto finale del Programma nazionale di ricerca 59 sui vantaggi e rischi dell'emissione nell'ambiente di piante geneticamente modificate<sup>5</sup>

In Svizzera negli ultimi anni i campi di emissioni sperimentali di piante geneticamente modificate sono stati più volte oggetto di atti vandalici. Per questo motivo la CFSB considera di grande importanza la creazione di aree protette (*protected sites*) alle quali possano accedere esclusivamente i ricercatori. Esse hanno unicamente lo scopo di proteggere i campi di sperimentazione e non quello di proteggere gli uomini e l'ambiente dagli esperimenti stessi. La realizzazione di queste aree è indispensabile se la Svizzera vuole continuare a fare ricerche nell'ambito delle piante geneticamente modificate. La CFSB considera per la Svizzera essenziale la possibilità di svolgere una ricerca indipendente sulla biosicurezza.

La CFSB, in qualità di team interdisciplinare, ha il compito di valutare in modo indipendente le questioni di biosicurezza. Pertanto nelle sue esposizioni si limita solo alla biosicurezza, temi come la coesistenza, la libertà di scelta, l'obbligo di etichettatura, gli aspetti economici e sociali non vengono trattati. In particolare la coesistenza, vale a dire la presenza contemporanea di piante geneticamente modificate e piante convenzionali nei campi e sul mercato, non è da considerare una questione di biosicurezza, in quanto possono essere coltivate solo le piante geneticamente modificate autorizzate, e quindi sicure.

---

<sup>4</sup> Vanblaere T, Szankowski I, Schaart J, Schouten H, Flachowsky H, Broggini GAL, Gessler C (2011) The development of a cisgenic apple plant. *Journal of biotechnology* 154: 304–311

<sup>5</sup> NFP 59 «Nutzen und Risiken der Freisetzung gentechnisch veränderter Pflanzen» (in tedesco, francese e inglese): [http://www.nfp59.ch/d\\_resultate.cfm](http://www.nfp59.ch/d_resultate.cfm)

## Bibliografia

- Butelli E, Licciardello C, Zhang Y, Liu J, Mackay S, Bailey P, Reforgiato-Recupero G, Martin C (2012) Retrotransposons control fruit-specific, cold-dependent accumulation of anthocyanins in blood oranges. *Plant Cell* 24: 1242–1255
- Espley RV, Brendolise C, Chagné D, Kutty-Amma S, Green S, Volz R, Putterill J, Schouten HJ, Gardiner SE, Hellens RP, et al. (2009) Multiple repeats of a promoter segment causes transcription factor autoregulation in red apples. *Plant Cell* 21: 168–183
- Fray RG, Grierson D (1993) Identification and genetic analysis of normal and mutant phytoene synthase genes of tomato by sequencing, complementation and co-suppression. *Plant Molecular Biology* 22: 589–602
- Hamilton JP, Buell CR (2012) Advances in plant genome sequencing. *The Plant Journal* 70: 177–190
- Kobayashi S, Goto-Yamamoto N, Hirochika H (2004) Retrotransposon-induced mutations in grape skin color. *Science* 304: 982
- Nordlee JA, Taylor SL, Townsend JA, Thomas LA, Bush RK (1996) Identification of a brazil-nut allergen in transgenic soybeans. *The New England Journal of Medicine* 334: 688–692
- Telias A, Lin-Wang K, Stevenson DE, Cooney JM, Hellens RP, Allan AC, Hoover EE, Bra-deen JM (2011) Apple skin patterning is associated with differential expression of MYB10. *BMC Plant Biology* 11: 93
- Vanblaere T, Szankowski I, Schaart J, Schouten H, Flachowsky H, Broggin GAL, Gessler C (2011) The development of a cisgenic apple plant. *Journal of biotechnology* 154: 304–311
- Yao J, Dong Y, Morris B (2001) Parthenocarpic apple fruit production conferred by transposon insertion mutations in a MADS-box transcription factor. *PNAS* 98:1306-1311
- Xiao H, Jiang N, Schaffner E, Stockinger EJ, van der Knaap E (2008) A retrotransposon-mediated gene duplication underlies morphological variation of tomato fruit. *Science* 319: 1527–1530