

Indice

1. Progetto “Vite Vita”	1
2. Scheda botanica.....	5
3. Normativa Comunitaria e Nazionale.....	8
4. Tecniche di ingegneria genetica vegetale	14
4.1. Effetti inattesi della modificazione genetica	16
5. Obiettivi del miglioramento genetico della vite.....	18
6. Commercializzazione e sperimentazione.....	20
7. Rischi potenziali per l’ambiente e l’agro-ecosistema	23
7.1. Fonte di rischio.....	23
7.2. Impatti	23
7.3. Stato dell’arte	23
7.4. Impatti ambientali della vite transgenica	29
8. Impatto su suolo e cicli biogeochimici.....	33
8.1. Fonte di rischio.....	33
8.2. Impatti	33
8.3. Stato dell’arte	34
8.4. Impatto sul suolo della vite transgenica	35
9. Rischi per la salute	37
9.1. Fonti di rischio	37
9.2. Rischi.....	37
9.3. Stato dell’arte	37
9.4. Possibili rischi sulla salute derivati dalla vite geneticamente modificata	41
10. Impatto socio-economico.....	44
11. Documento di approfondimento dell’impatto socio-economico della vite transgenica.....	45
11.1. La vitivinicoltura italiana	45
11.2. Prospettive della transgenesi applicata alla vite	47
11.3. Alcune considerazioni di sintesi.....	52
11.4. Bibliografia.....	54



Progetto “Vite Vita”

Osservatorio sulla ricerca biotecnologica nel settore vitivinicolo

*Il vino allieta il cuore dell'uomo e la gioia è
la madre di ogni virtù
(J.W. Goethe)*

Il Progetto “Vite Vita” del Consiglio dei Diritti Genetici è un osservatorio sul mondo della ricerca biotecnologica nel settore vitivinicolo. Si occupa, in particolare, dello studio degli impatti della vite transgenica sull'ambiente, la salute, i sistemi socio-economici. Il Progetto trae la propria ragion d'essere dalla partecipazione dei principali soggetti della filiera vitivinicola (coltivatori, trasformatori, consorzi di tutela, distributori, consumatori), della ricerca scientifica e delle istituzioni.

La sua forza e la sua credibilità sono assicurate dalla sua indipendenza, garantita dall'autofinanziamento dei soggetti interessati, e dalla serietà degli ambienti accademici coinvolti. In questo modo l'Osservatorio assume l'obiettivo essenziale di salvaguardare gli interessi generali del settore vitivinicolo italiano, comparto strategico per l'agricoltura, l'economia, la cultura nazionale, nonché per la sostenibilità ambientale, con rilevanti riflessi anche sul panorama internazionale. A questo proposito il Progetto si pone come un incubatore di ricerca e un modello di governance dell'innovazione, volto a soddisfare la domanda sociale di informazione e a rispondere a tutti coloro che sono chiamati a compiere scelte informate sul tema delle biotecnologie applicate alla vite.

Per raggiungere i propri obiettivi, il Progetto “Vite-Vita” *coltiverà* le seguenti, principali linee di ricerca:

1. Valutazione dei rischi ambientali

1.1. Analisi degli impatti sull'ambiente e sull'agroecosistema

- diminuzione della biodiversità;
- effetti negativi sugli organismi non-target (impollinatori, predatori e altri);
- sviluppo di resistenza ai pesticidi e tolleranza agli erbicidi;
- possibilità che la pianta GM divenga infestante e/o invasiva;
- inquinamento genetico di *cultivars* della stessa specie;
- inquinamento genetico di piante selvatiche sessualmente compatibili.

1.2. Analisi degli impatti sul suolo e sui cicli biogeochimici

- effetti diretti sugli organismi non target del suolo e della rizosfera (lombrichi, nematodi, protozoi, batteri e funghi);
- effetti indiretti sulla biodiversità delle comunità microbiche, sui cicli biogeochimici, sulla fertilità del suolo e quindi sulla produttività delle piante.

2. Valutazione dei rischi alimentari

2.1. Analisi delle metodologie applicate nella valutazione del rischio

2.2. Analisi dei rischi potenziali

- allergenicità e tossicità;
- sviluppo di microrganismi resistenti agli antibiotici;
- trasferimento orizzontale dei transgeni.

2.3. Analisi degli effetti della modificazione genetica sulle caratteristiche peculiari del prodotto

2.4. Tutela del consumatore

- metodi di identificazione delle produzioni vitivinicole provenienti da uve GM rispetto a quelle provenienti da uve convenzionali (l'eventuale etichettatura del vino proveniente da uve GM determina la necessità di poter distinguere attraverso specifici metodi di analisi le produzioni GM da quelle naturali).

3. Valutazione degli impatti socio-economici

3.1. Impatto dell'introduzione di viti transgeniche per l'agricoltura nazionale

- verificare se la vite transgenica risponde o meno ad obiettivi di sviluppo sostenibile per la viticoltura nazionale (competitività, sostenibilità ambientale, sviluppo rurale, coesistenza, ecc).

3.2. Confronto dei costi di produzione tra la vite convenzionale e quella transgenica

- stimare il probabile costo di produzione che i viticoltori italiani dovranno sostenere per ottenere le principali produzioni viticole con sistemi agricoli diversi (convenzionale e transgenico).

3.3. Valutare la redditività attesa dalla coltivazione di vite transgenica e convenzionale

- verificare se effettivamente, con l'adozione di viti transgeniche, il reddito dell'agricoltore potrebbe aumentare.

3.4. Analizzare i rischi di mercato legati alla produzione di vino transgenico

- valutare se l'introduzione di viti transgeniche risponde o meno ad una reale esigenza del consumatore.
- valutare i rischi di investimento per una pianta destinata a un lungo ciclo pluriennale in condizioni di incertezza di mercato.

4. Monitoraggio e analisi delle principali linee di ricerca

4.1. Raccolta, analisi, divulgazione della relativa documentazione

4.2. Studio delle problematiche relative alla brevettabilità dei risultati

5. Monitoraggio dell'informazione mediatica relativa al settore vitivinicolo

5.1. Servizio di rassegna stampa settimanale

5.2. Pubblicazione on line di commenti e approfondimenti

Partecipano al progetto i soggetti della filiera vitivinicola:

AIS - CIA - Città Del Vino - Coldiretti – Confagricoltura - Coop Italia – FEDERDOC – FEDERVINI

Con il Patrocinio di:

Ministero delle Politiche Agricole e Forestali

INEA

Coordinatore del progetto:

Francesco Pazzi (CDG)

Tel. 06.45438276

Fax 06.86391315

pazzi@consigliodirittigenetici.org



Scheda botanica

2. Scheda botanica

La descrizione delle caratteristiche morfologiche e fisiologiche della pianta risulta fondamentale per condurre una corretta valutazione del rischio ambientale. Infatti, le caratteristiche del fiore, il tipo di impollinazione e disseminazione, così come la presenza di specie selvatiche affini, sono fattori che possono influenzare significativamente i potenziali rischi ambientali che saranno affrontati nel progetto.

<u><i>Vitis vinifera sativa</i> D.C.</u>	
<i>Tassonomia</i>	<p>Le viti coltivate in Europa ed in molte altre parti del mondo appartengono al genere <i>Vitis</i> Tourn, sottofamiglia <i>Ampelideae</i> (o <i>Vitoideae</i>), famiglia <i>Vitaceae</i>, ordine <i>Rhamnales</i>. Il genere <i>Vitis</i> è diviso in due sottogeneri (o sezioni) <i>Muscadinia</i> ed <i>Euvitis</i>, tra loro scarsamente fertili. Le specie appartenenti ai due sottogeneri hanno diverso numero cromosomico ($2n=40$ nel sottogenere <i>Muscadinia</i> e $2n=38$ nel sottogenere <i>Euvitis</i>) e presentano numerose differenze anatomiche e morfologiche. Al sottogenere <i>Euvitis</i> appartiene la vite comunemente intesa, cioè la <i>Vitis vinifera</i> L., che a sua volta si suddivide in due sottospecie: <i>Vitis vinifera silvestris</i> D.C. e <i>Vitis vinifera sativa</i> D.C. che comprende tutti i vitigni coltivati.</p> <p>Sempre al sottogenere <i>Euvitis</i> appartengono numerose specie del Nuovo Mondo quali <i>Vitis labrusca</i> (molto utilizzata negli incroci con la <i>V. vinifera</i> per l'ottenimento dei cosiddetti 'ibridi produttori diretti'), le <i>Vitis rupestris</i>, <i>riparia</i> e <i>berlandieri</i> (da cui derivano i principali portinnesti della vite resistenti alla fillossera) e la <i>Vitis champinii</i> (origine dei portinnesti resistenti ai nematodi endoparassiti del genere <i>Meloidogyne</i>) e dell'Asia orientale tra cui la <i>Vitis amurensis</i> e la <i>Vitis coignetiae</i> (utilizzate in programmi di ibridazione grazie alla loro tolleranza al freddo ed alle malattie crittogamiche). La fertilità tra queste specie di <i>Vitis</i> e la <i>Vitis vinifera</i> è buona come dimostrano i molti portinnesti di uso corrente originati da questo incrocio.</p>
<i>Origine</i>	Bacino del Mediterraneo e del Medio Oriente.
<i>Caratteristiche della pianta</i>	Pianta lianosa, rampicante, alta da 10 a 30 dm. Fusto legnoso con corteccia desquamante. Rami glabri alla base, con cirri. Gemme miste con i fiori che iniziano a differenziarsi sui rami di un anno e fioriscono l'anno successivo. Foglie intere, alterne, solitarie oppure opposte ad un cirro o ad un'infiorescenza, superficie inferiore tomentosa; lamina fogliare 3 o 5-lobata, con margine dentato.
<i>Durata ciclo vegetativo</i>	Perenne
<i>Durata ciclo produttivo</i>	Circa 30 – 40 anni.
<i>Caratteristiche del fiore</i>	Infiorescenze a pannocchia, dense ed odorose con nettare poco zuccherino . Fiori ermafroditi. Calice con 5 sepali ridotti (denti). Corolla con petali verdastri, fusi insieme, che cade precocemente al momento dell'antesi.
<i>Periodo di fioritura</i>	Da maggio a luglio, coincidente con quello di <i>Vitis vinifera silvestris</i> e <i>Vitis labrusca</i>.
<i>Caratteristiche del</i>	Polline allungato ai poli. La superficie del granulo ha tre sottili solchi molto

<i>polline</i>	lunghi con tre pori circolari al centro, posizionati sulla linea equatoriale; la parete è reticolata.
<i>Fecondazione</i>	Principalmente autogama ed in parte allogama operata dal vento (anemofila) e in minima parte dagli insetti (zoofila). Il tasso di impollinazione incrociata varia da specie a cultivar. In alcune, lo stigma rimane ricettivo anche dopo l'apertura delle antere del proprio fiore ¹ mentre altre cultivar presentano fiori fisiologicamente femminili con pollini sterili. In genere si ritiene però che le cultivar coltivate siano caratterizzate da una spiccata cleistogamia con tassi di fecondazione incrociata molto bassi.
<i>Caratteristiche di frutti e semi</i>	Bacca ellissoidale o sferica ($\varnothing = 6-35$ mm), di vario colore, con polpa dolce, contenente 0-4 semi vitali . Peso medio del seme: 0,04 g; contenuto in olii: 13-14% ² (Tweddle <i>et al.</i> , 2003)
<i>Periodo di maturazione dei frutti e di raccolta e/o dispersione dei semi</i>	Nell'emisfero boreale tra luglio e ottobre.
<i>Tipo di propagazione e/o sopravvivenza</i>	Gamica (semi) ed agamica (parti di pianta autoradicate e ricacci). Bisogna considerare però che la vitalità delle piante autoradicate (dette 'franche') declina rapidamente a causa della diffusa presenza della fillossera. Per questo è pratica comune l'innesto (legnoso o erbaceo) su soggetti 'americani'.
<i>Tipo di disseminazione</i>	Antropocora (Uomo), zoocora (animali) e anemofila (vento). I semi contenuti nei frutti maturi sono in grado di germinare con facilità e, nel caso dell'uva da vino, non vengono danneggiati dalla vinificazione. Ciò determina il rischio di disseminazione dovuta ad uccelli e altri animali che si cibano degli acini in prossimità della raccolta o comunque da dispersioni accidentali durante la vendemmia e/o il trasporto dell'uva dal vigneto ai luoghi di utilizzo e trasformazione, oppure, dopo la trasformazione nel caso che i residui della lavorazione siano utilizzati come fertilizzante organico .
<i>Entità affini</i>	Le varietà coltivate e le piante selvatiche della subsp. sylvestris

Fonte: modificato da Ministero dell' Ambiente e della Tutela del Territorio.

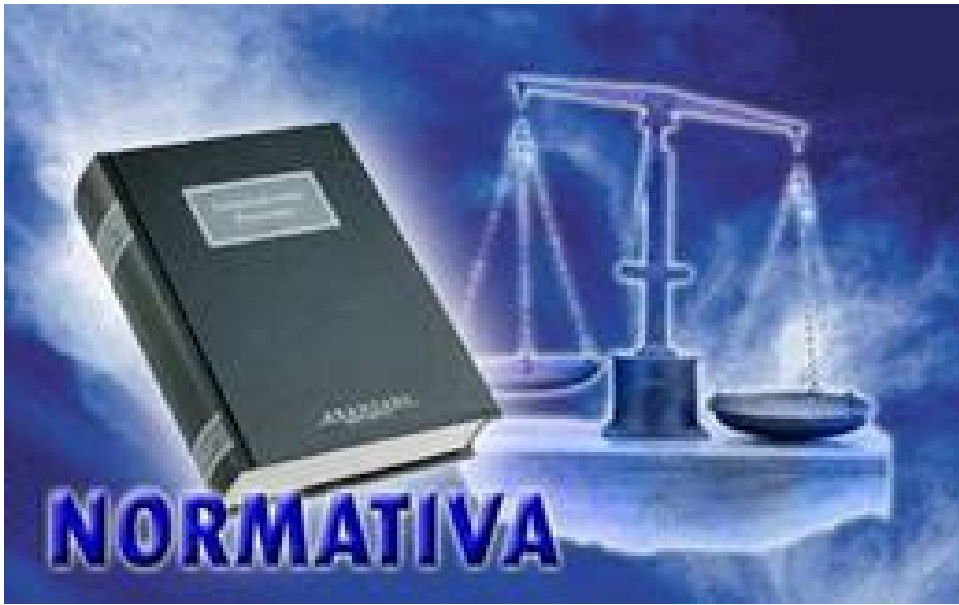
In grassetto sono identificati i principali elementi oggetto dell'analisi del rischio.

¹ McGregor S.E., 1976. "Insect Pollination of Cultivated Crop Plants". United States Department of Agriculture.

<http://gears.tucson.ars.ag.gov/book/>

² Tweddle J.C., Turner R.M., Dickie J.B. (2003), Seed Information Database (release 5.0, July 2003)

<http://www.rbgekew.org.uk/data/sid>



3. Normativa Comunitaria e Nazionale

La normativa di riferimento comunitaria per la commercializzazione di organismi geneticamente modificati concerne:

- ✚ la **Direttiva 2001/18/CE** del Parlamento europeo e del Consiglio, del 12 marzo 2001³, sull'emissione deliberata nell'ambiente di Organismi Geneticamente Modificati (OGM) e che abroga la direttiva 90/220/CEE, recepita in Italia con il **Decreto Legislativo 224/2003**.

La Direttiva prevede due distinti iter procedurali: uno più semplice per ottenere l'autorizzazione al rilascio sperimentale (Parte B, artt.5-11), che coinvolge solo lo Stato Membro interessato, ed uno più complesso, per ottenere l'autorizzazione all'immissione sul mercato (Parte C, artt.12-24), che coinvolge le autorità scientifiche e politiche dei diversi Stati Membri dell'UE nonché la stessa Commissione (Grafico 1).

- ✚ il **Regolamento (CE) n. 1829/2003** (Regolamento "Food and Feed") del Parlamento Europeo e del Consiglio, del 22 settembre 2003⁴, relativo agli alimenti e ai mangimi geneticamente modificati e la normativa ad esso collegata (**Regolamento n.1830/2003** del Parlamento Europeo e del Consiglio sulla tracciabilità ed etichettatura di OGM⁵, Regolamento n.65/2004 del Parlamento Europeo e del Consiglio sugli identificatori unici per gli OGM⁶, Regolamento n.641/2004 del Parlamento Europeo e del Consiglio⁷ che disciplina aspetti procedurali).

Il regolamento che **si applica agli alimenti e ai mangimi che contengono, sono costituiti o prodotti a partire da OGM**, prevede una procedura di autorizzazione più semplificata rispetto a quella della Direttiva. Inoltre, in base al principio "*one door, one key*", un richiedente che intenda commercializzare un alimento OGM può presentare ai sensi di questo regolamento una richiesta unica che copra tutte le utilizzazioni del prodotto (coltivazione, importazione e processamento). Di fatto, questo regolamento, avendo un iter di autorizzazione semplificato, va a sostituire la Direttiva 2001/18/CE per quanto concerne l'autorizzazione alla coltivazione di Piante Geneticamente Modificate. Il solo ambito di applicazione della Direttiva permane, per cui, il rilascio nell'ambiente di OGM per fini non commerciali, ovvero per la sola sperimentazione (Grafico 2).

La presenza di tracce di OGM nei prodotti, nel caso in cui sia accidentale o tecnicamente inevitabile e non superiore allo 0,9% degli ingredienti alimentari (o mangimi) considerati individualmente o degli alimenti (o mangimi) costituiti da un unico ingrediente, costituisce motivo di deroga ai principi generali in materia di etichettatura e tracciabilità.

³Direttiva 2001/18/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 12 marzo 2001, sull'emissione deliberata nell'ambiente di organismi geneticamente modificati e che abroga la direttiva 90/220/CEE del Consiglio.
http://europa.eu.int/eur-lex/pri/it/oj/dat/2001/l_106/l_10620010417it00010038.pdf

⁴ Regolamento (CE) n. 1829/2003 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 22 settembre 2003, relativo agli alimenti e ai mangimi geneticamente modificati.
http://europa.eu.int/eur-lex/pri/it/oj/dat/2003/l_268/l_26820031018it00010023.pdf

⁵ Regolamento (CE) n. 1830/2003 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 22 settembre 2003, concernente la tracciabilità e l'etichettatura di organismi geneticamente modificati e la tracciabilità di alimenti e mangimi ottenuti da organismi geneticamente modificati, nonché recante modifica della direttiva 2001/18/CE.
http://europa.eu.int/eur-lex/pri/it/oj/dat/2003/l_268/l_26820031018it00240028.pdf

⁶ Regolamento (CE) n. 65/2004 della Commissione, del 14 gennaio 2004, che stabilisce un sistema per la determinazione e l'assegnazione di identificatori unici per gli organismi geneticamente modificati.
http://europa.eu.int/eur-lex/pri/it/oj/dat/2004/l_010/l_01020040116it00050010.pdf

⁷ Regolamento (CE) N. 641/2004 della Commissione del 6 aprile 2004 recante norme attuative del regolamento (CE) n. 1829/2003 del Parlamento europeo e del Consiglio per quanto riguarda la domanda di autorizzazione di nuovi alimenti e mangimi geneticamente modificati, la notifica di prodotti preesistenti e la presenza accidentale o tecnicamente inevitabile di materiale geneticamente modificato che è stato oggetto di una valutazione del rischio favorevole.
http://europa.eu.int/eur-lex/pri/it/oj/dat/2004/l_102/l_10220040407it00140025.pdf

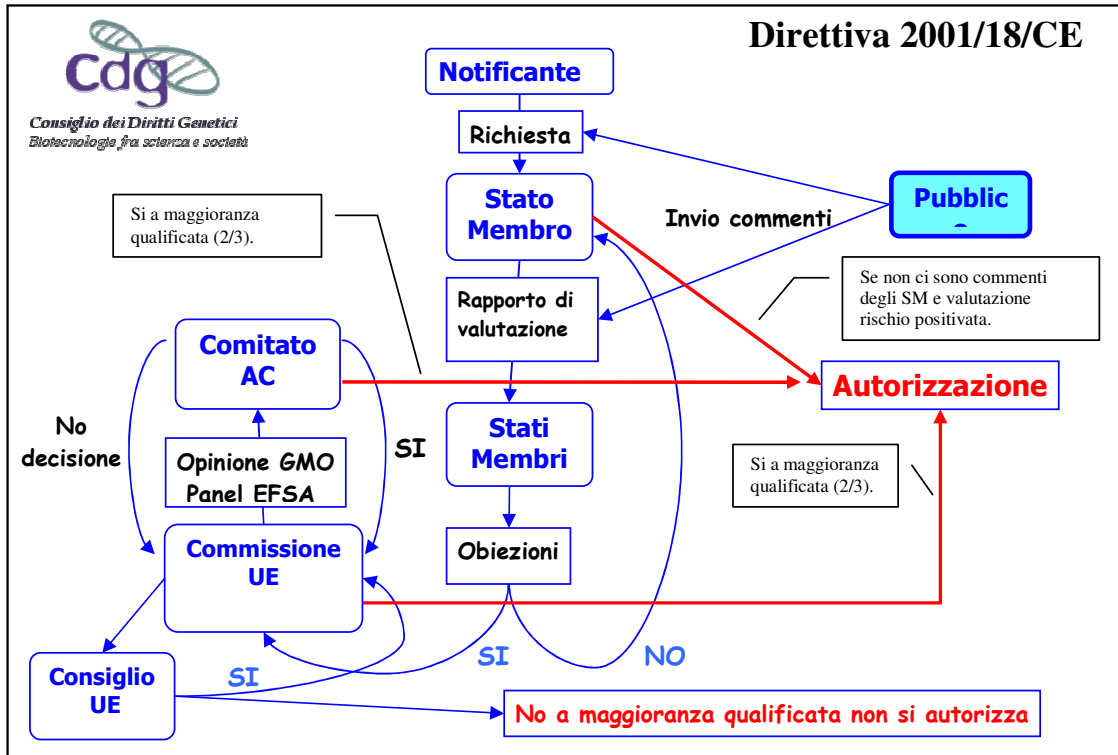


Grafico 1: Iter di autorizzazione Direttiva 18/2001/CE.

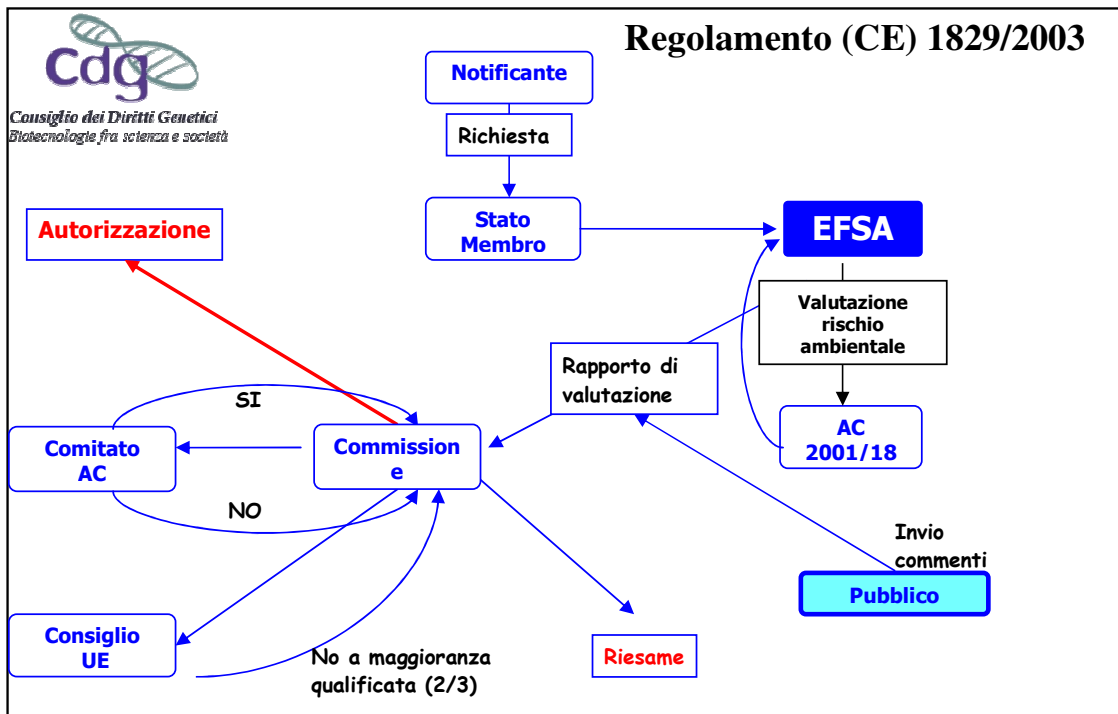


Grafico 2: Iter di autorizzazione Regolamento 1829/2003/CE.

L'emanazione della **Direttiva 2002/11/CE** del Consiglio del 14 febbraio 2002⁸ che modifica la direttiva 68/193/CEE relativa alla commercializzazione dei materiali di moltiplicazione vegetativa della vite e che abroga la direttiva 74/649/CEE, ha suscitato diversi clamori per il fatto che tale normativa potesse aprire una via preferenziale per l'introduzione in commercio di vite transgenica. In realtà, tale Direttiva, non ancora recepita dal governo italiano, non cambia in concreto il normale iter procedurale previsto per gli OGM, infatti esplicita fin dalle sue premesse che:

Punto 6: occorre effettuare una valutazione specifica dei rischi per l'ambiente equivalente a quella prevista dalla Direttiva 2001/18/CE.

Punto 7: al fine di determinare se una varietà di vite geneticamente modificata possa essere commercializzata e tutelare la salute pubblica, occorre accertarsi che sia stata valutata l'innocuità dei nuovi prodotti e ingredienti alimentari.

La Direttiva sviluppa queste considerazioni nell'**articolo 5 ter bis** dove ribadisce l'equivalente trattamento cui deve sottostare la vite geneticamente modificata, che è quello previsto dalla Direttiva 2001/18/CE per la coltivazione e il regolamento 258/97 per i *novel food* successivamente sostituito in materia di OGM dal suddetto regolamento 1829/2003/CE.

Articolo 5ter bis

1. Nel caso di una varietà di vite geneticamente modificata ai sensi dell'articolo 2, punti 1 e 2, della direttiva 2001/18/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 12 marzo 2001, sull'emissione deliberata nell'ambiente di organismi geneticamente modificati e che abroga la direttiva 2001/18/CE del Consiglio (*), l'ammissione è concessa soltanto se sono state adottate tutte le opportune misure atte ad evitare rischi per la salute dell'uomo e per l'ambiente.

2. Nel caso di una varietà geneticamente modificata ai sensi del paragrafo 1:

a) si procede a una valutazione specifica dei rischi ambientali equivalente a quella prevista dalla direttiva 2001/18/CE, secondo i principi stabiliti nell'allegato II e in base alle informazioni precisate nell'allegato III della suddetta direttiva;

b) le procedure volte a garantire una valutazione specifica dei rischi e delle altre esigenze pertinenti, in particolare delle esigenze in materia di gestione dei rischi, di etichettatura, di eventuale sorveglianza, di informazione del pubblico e di clausola di salvaguardia equivalenti a quelle contenute nella direttiva 2001/18/CE sono introdotte, su proposta della Commissione, con un regolamento del Parlamento europeo e del Consiglio. Fino all'entrata in vigore di detto regolamento, le varietà geneticamente modificate sono ammesse ai cataloghi nazionali solo dopo essere state ammesse alla commercializzazione ai sensi della direttiva 2001/18/CE;

c) gli articoli da 13 a 24 della direttiva 2001/18/CE non si applicano più alle varietà di vite geneticamente modificate autorizzate ai sensi del regolamento di cui alla lettera b).

3. Quando prodotti derivati da materiali di propagazione della vite sono destinati ad essere utilizzati come prodotti o ingredienti alimentari ai sensi del regolamento (CE) n. 258/97 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 27 gennaio 1997, sui nuovi prodotti e i nuovi ingredienti alimentari, occorre accertare, preliminarmente all'accettazione della varietà di vite geneticamente modificata, che i prodotti o gli ingredienti alimentari da essa ottenuti:

a) non presentino rischi per il consumatore;

b) non inducano in errore il consumatore;

c) non differiscano dagli altri prodotti o ingredienti alimentari, alla cui sostituzione essi sono destinati, al punto che il loro consumo normale possa comportare svantaggi per il consumatore sotto il profilo nutrizionale.

Quando un prodotto derivato da una delle varietà di cui alla presente direttiva è destinato ad essere utilizzato come prodotto o ingrediente alimentare ai sensi del regolamento (CE) n. 258/97, la varietà è ammessa soltanto se il prodotto o l'ingrediente alimentare è già stato autorizzato ai sensi di questo regolamento.

⁸Direttiva 2002/11/CE del Consiglio del 14 febbraio 2002 che modifica la direttiva 68/193/CEE relativa alla commercializzazione dei materiali di moltiplicazione vegetativa della vite e che abroga la direttiva 74/649/CEE.
http://europa.eu.int/eur-lex/pri/it/obj/dat/2002/l_053/l_05320020223it00200027.pdf

In base a quanto disposto dai regolamenti suddetti, anche il vino prodotto a partire da uve geneticamente modificate dovrà essere etichettato come tale. Una questione aperta rimane però quella delle uve prodotte da piante con portinnesto GM. Il prodotto di tali uve dovrà essere etichettato in base a quanto previsto dai suddetti regolamenti oppure no?

Oggi è invece assente una regolamentazione europea in materia di:

- etichettatura di sementi e di materiale riproduttivo contenente OGM, sul cui tema la Commissione Europea ha avviato una negoziazione;
- modalità pratiche da adottare di fronte alle conseguenze economiche, agronomiche e ambientali derivanti dall'utilizzo degli OGM⁹. Di questo tema si occupano attualmente i governi e i parlamenti degli Stati Membri in applicazione della direttiva 2001/18/CE, i quali stanno elaborando una loro legislazione nazionale sulla coesistenza tra colture transgeniche, convenzionali e biologiche.

In questo ambito permane attualmente una grande incertezza sulle procedure da adottare; infatti, se da una parte la Commissione, con la **Raccomandazione del 23 luglio 2003**, recante orientamenti per lo sviluppo di strategie nazionali e migliori pratiche per garantire la coesistenza tra colture transgeniche, convenzionali e biologiche,¹⁰ demanda agli stati membri la responsabilità su tale materia, dall'altra accoglie con procedure d'infrazione eventuali norme da questi emanate, giudicate troppo restrittive per il libero mercato dei prodotti GM.

Per quanto riguarda la situazione italiana, allo stato attuale non è ancora possibile coltivare a scopi commerciali e sperimentare in pieno campo piante GM. Fino all'8 marzo 2006, nel caso di coltivazioni per fini commerciali bisognava attendere che venissero effettuati tutti gli adempimenti procedurali della legge **n. 5 del 28 gennaio 2005**, recante disposizioni urgenti per assicurare la coesistenza tra le forme di agricoltura transgenica, convenzionale e biologica. In particolare, bisognava aspettare l'adozione dei singoli provvedimenti previsti **all'articolo 4. La sentenza della Corte Costituzionale dell'8 marzo 2006**, che fa seguito ad un ricorso della regione Marche e affonda la propria giustificazione nel titolo V della costituzione che disciplina le competenze tra stato e regioni, ha cambiato di fatto le cose, bocciando sei articoli su otto della legge 5/2005. Le competenze sulla disciplina della coesistenza tra le diverse tipologie colturali passano ora alle regioni. In Italia fino ad ora solo la regione Valle d'Aosta si è dotata di una legge sulla coesistenza¹¹, mentre, 11 regioni, 39 province, 46 comunità montane e 2.307 comuni si sono dichiarate libere da OGM ed altre 4 regioni stanno per farlo (Figura 1).

⁹ Comunicazione del Commissario Fischler alla Commissione - La coesistenza di colture geneticamente modificate, convenzionali e biologiche giugno 2003.

http://www.saveourseeds.org/downloads/Communication_Fischler_02_2003.pdf

¹⁰ Raccomandazione della Commissione, del 23 luglio 2003, recante orientamenti per lo sviluppo di strategie nazionali e migliori pratiche per garantire la coesistenza tra colture transgeniche, convenzionali e biologiche.

<http://europa.eu.int/eur-lex/lex/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32003H0556:IT:HTML>

¹¹ Legge regionale 18 novembre 2005, n. 29. Disposizioni in materia di coesistenza tra colture transgeniche, convenzionali e biologiche. Pubblicata nel Bollettino Ufficiale Regionale n. 52 del 13 dicembre 2005.

http://www.regione.vda.it/amministrazione/leggi/bollettino_ufficiale_new/archive/2005/52-2005-1.pdf#Page=6

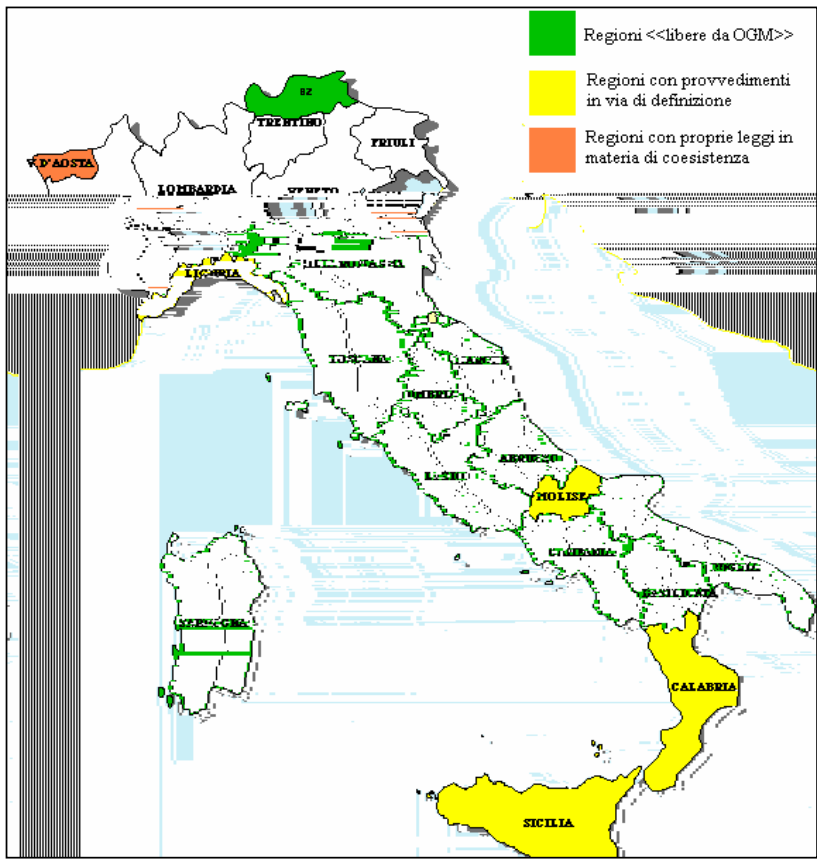
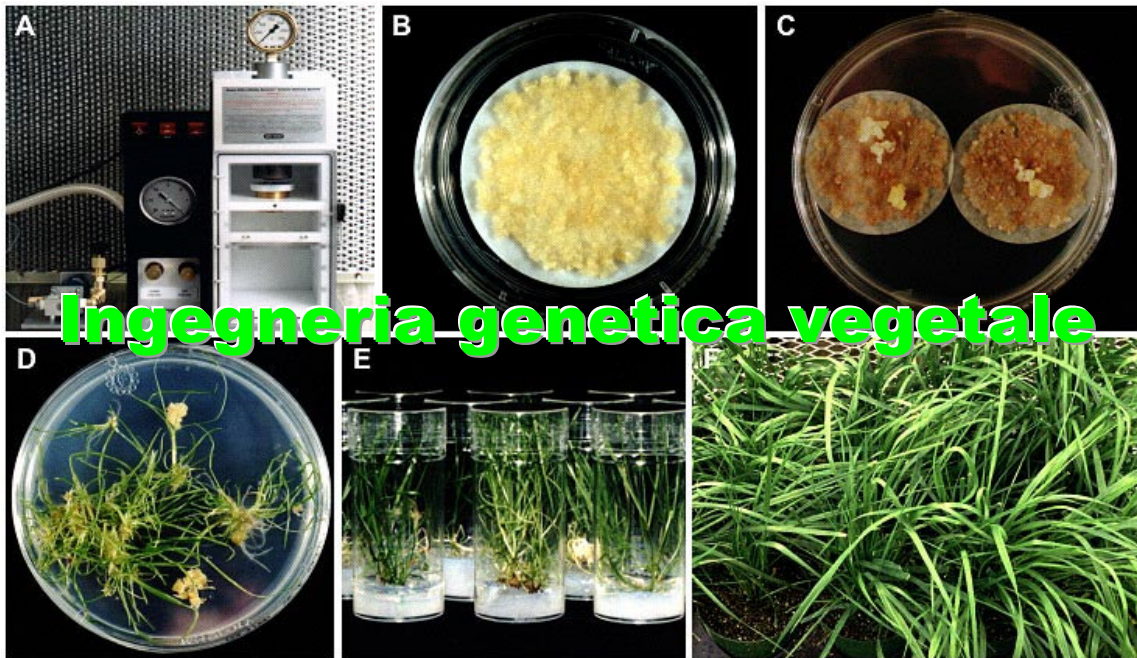


Fig. 1: Regioni con provvedimenti in materia (Fonte: Vieri 2006)¹².

Invece, prima di poter riprendere le sperimentazioni in pieno campo bisognerà attendere come previsto dal **Decreto interministeriale del 19 gennaio 2005** - relativo a “prescrizioni per la valutazione del rischio per l’agrobiodiversità, i sistemi agrari e la filiera agroalimentare, relativamente alle attività di rilascio deliberato nell’ambiente di OGM per qualsiasi fine diverso dall’immissione sul mercato” - che vengano emanati i protocolli tecnici ai fini della gestione del rischio - tra cui ve ne sarà uno specifico per la vite – e l’individuazione e la notifica da parte delle regioni e le province autonome dei siti pubblici di rilascio.

¹² Atti del convegno “Ricerche sugli OGM in agricoltura:risultati”, Roma Eventi, martedì 7 marzo 2006.



4. Tecniche di ingegneria genetica vegetale

Prima di analizzare i possibili impatti sulla salute e sulla qualità dei prodotti costituiti o derivati da organismi geneticamente modificati è opportuno dare una breve spiegazione delle tecniche di trasformazione utilizzate per realizzare gli OGM.

Le cellule somatiche delle piante sono totipotenti, ovvero, le cellule adulte, già differenziate (che hanno acquisito tutte quelle caratteristiche morfologiche e funzionali che distinguono per esempio una cellula della foglia da una della radice), sono capaci di ritornare ad uno stadio non differenziato. Per produrre piante transgeniche, basta quindi introdurre il gene di interesse in una cellula o pezzo di tessuto somatico (trasformazione) che poi verrà stimolato con ormoni vegetali a produrre radici e germogli dando una pianta geneticamente modificata. Le fasi attraverso cui passa il processo di produzione di una pianta transgenica sono:

- isolamento e caratterizzazione di un gene;
- preparazione del costrutto;
- trasformazione;
- analisi e scelta delle linee transgeniche;
- introgressione del transgene in linee più produttive;
- prove di campo.

La durata di tale processo, sebbene molto variabile, si aggira intorno ai 10 anni.

Una volta identificato il gene che codifica per il carattere desiderato, questo viene isolato e clonato in batteri. Il passaggio successivo al clonaggio in batteri è la costruzione di una sequenza di DNA che contenga le informazioni necessarie alla trasformazione e all'espressione della caratteristica desiderata nella pianta transgenica.

Gli elementi essenziali del costrutto, schematizzati in figura 2, sono:

1. il transgene, che è la sequenza di DNA che codifica per il carattere desiderato;
2. il promotore, posto a valle del gene, è la sequenza di DNA necessaria alla regolazione dell'attività trascrizionale - ovvero la sequenza di eventi con cui l'informazione codificata nel DNA viene trasformata in una proteina con la sua specifica funzione e struttura - e può essere considerato come un interruttore che controlla quando e dove il gene deve essere espresso nella pianta;
3. il terminatore, posto a monte del gene, segnala ad uno specifico complesso enzimatico la fine del gene.

Nel costrutto genico sono inoltre presenti *geni marker*, necessari per discriminare in fase di laboratorio le cellule vegetali trasformate dalle non trasformate. Nella maggior parte dei casi il *gene marker* conferisce la resistenza a un antibiotico (es. Kanamicina). Ultimamente vengono utilizzati anche *geni marker* che conferiscono tolleranza agli erbicidi, come il gene *epsps* ed il gene *bar* che conferiscono rispettivamente tolleranza al glifosato e al glufosinato.

I metodi per il trasferimento di geni nelle cellule vegetali utilizzano principalmente:

- *Agrobacterium tumefaciens*
- Tecniche biolistiche

Una volta trasformate, le cellule vengono fatte crescere su terreno selettivo dove solo le cellule o i tessuti che hanno integrato il *gene marker*, e quindi anche il gene di interesse, riescono a crescere in presenza dell'antibiotico o dell'erbicida appropriatamente aggiunto al mezzo di coltura. I germogli rigenerati (o embrioni) resistenti al marcatore vengono selezionati e trattati con ormoni per ottenere le future piante GM. A questo punto, le piante transgeniche potranno essere incrociate in modo tradizionale con linee commercialmente più produttive ed essere testate in pieno campo prima della loro commercializzazione (Fig.3).

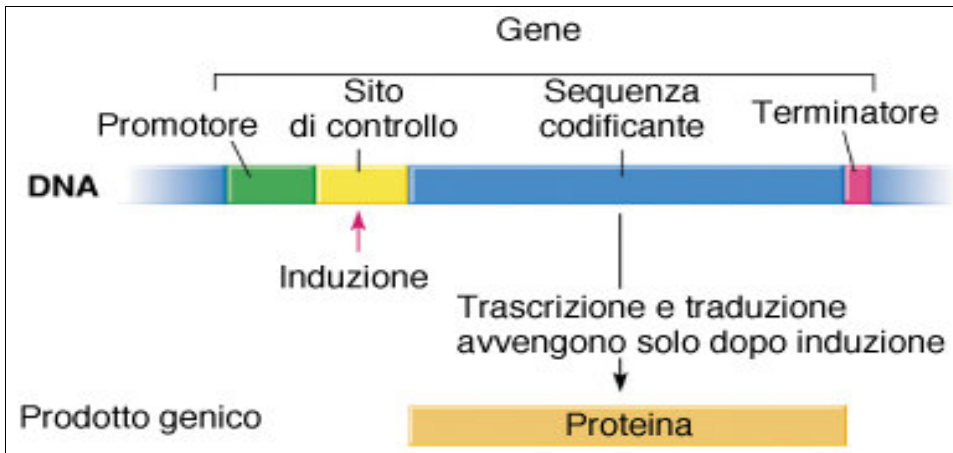


Fig. 2: schema del costrutto genico che permette l'espressione del fenotipo desiderato.

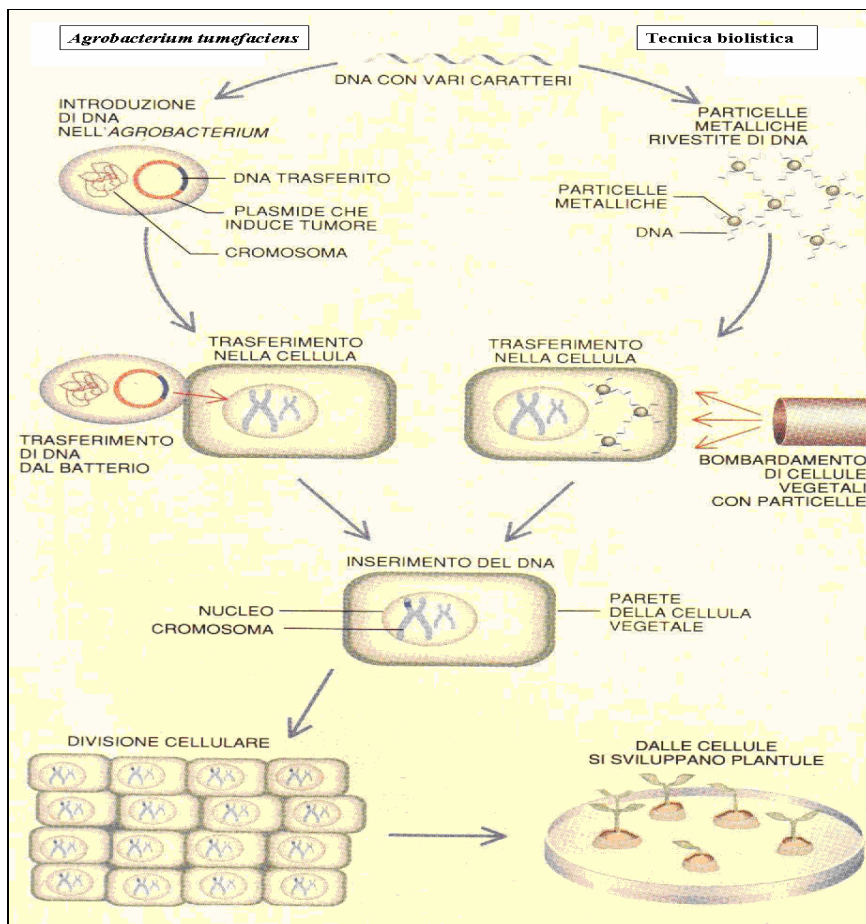


Fig. 3: trasformazione con *Agrobacterium tumefaciens* e con metodo biolistico.

4.1. Effetti inattesi della modificazione genetica

La comunità scientifica è oggi d'accordo nel sostenere che la trasformazione genetica può condurre ad effetti inattesi non previsti e che risulta quindi determinante valutare caso per caso l'innocuità o i rischi che possono derivarne. L'espressione di un gene dipende infatti dall'interazione tra molti fattori all'interno di reti complesse nelle quali i geni si sono coevoluti, adattandosi uno all'altro nel determinare la qualità e i livelli di sintesi del prodotto proteico, raggiungendo un'armonia dinamica. Se questa viene alterata si crea una condizione di disagio. Ogni interferenza può inoltre modificare il profilo metabolico e quindi la qualità e anche la sicurezza del prodotto.

Se il gene inserito è di origine eucariotica, bisogna essere sicuri che sia processato nel modo giusto. I geni di piante ed animali infatti sono "ambigui" e danno origine a più di una proteina. Ciò può avvenire per riarrangiamento o per lettura di porzioni diverse della sequenza, il tutto regolato dal sistema di controllo interno dell'organismo ricevente. Quindi, la scelta della proteina realmente prodotta non è "scritta" nel transgene, ma la stessa proteina derivata dallo stesso gene può assumere più forme e svolgere più funzioni. Inoltre, molte proteine, dopo essere state sintetizzate, a seconda del contesto in cui si trovano, vengono modificate in vari modi cambiando anche la funzione¹³.

Bisogna poi considerare che quando si trasforma una pianta non si possono prevedere a priori:

- il numero di copie del gene inserito;
- il luogo di inserzione;
- i possibili riarrangiamenti della sequenza;
- i livelli di espressione del gene.

Inoltre, durante la fase di coltura in vitro per la selezione degli espianti trasformati, possono insorgere ulteriori mutazioni, e le frequenze di tutti questi processi possono essere fortemente aumentate.

In effetti, dalla documentazione riguardante la caratterizzazione molecolare degli eventi di trasformazione, autorizzati per la commercializzazione o che hanno ricevuto parere favorevole da parte dell'Agenzia Europea per la Sicurezza Alimentare (AESA)¹⁴, è possibile notare, in molti di questi, la presenza di mutazioni puntiformi o riarrangiamenti nel gene inserito, oppure frammenti extracromosomiali nel genoma ospite. Ad esempio, sono stati riscontrati nel genoma del mais MON810, trasformato con metodo biolistico e autorizzato da anni anche in Europa, frammenti di DNA extracromosomiale di probabile origine mitocondriale¹⁵. L'imprecisione delle tecniche di trasformazione genetica associate alle caratteristiche del DNA, dove ad esempio la sostituzione puntiforme di un nucleotide può condurre alla trascrizione di una proteina diversa da quella desiderata, giustificano la necessità di verificare caso per caso i possibili effetti indesiderati e l'importanza di pianificare efficienti piani di monitoraggio post marketing degli effetti inattesi non previsti nella valutazione del rischio.

¹³ Buiatti M. (2004), Inserimento di un transgene in un organismo: possibili conseguenze. Atti del convegno OGM in agricoltura: lavori in corso, Roma 5 ottobre 2004.

¹⁴ La documentazione completa, escluse le parti confidenziali, delle notifiche per la commercializzazione di OGM è reperibile facendo una richiesta specifica all'AESA: info@efsa.eu.int

¹⁵ Per visualizzare un riassunto della documentazione e relativa caratterizzazione molecolare, consultare il sito del Consiglio dei Diritti Genetici alla pagina dell'Osservatorio Agrobiotecnologie: http://www.consigliodirittigenetici.org/agrobiotech/notifiche_search_affinata.php

Miglioramento genetico della vite



5. Obiettivi del miglioramento genetico della vite

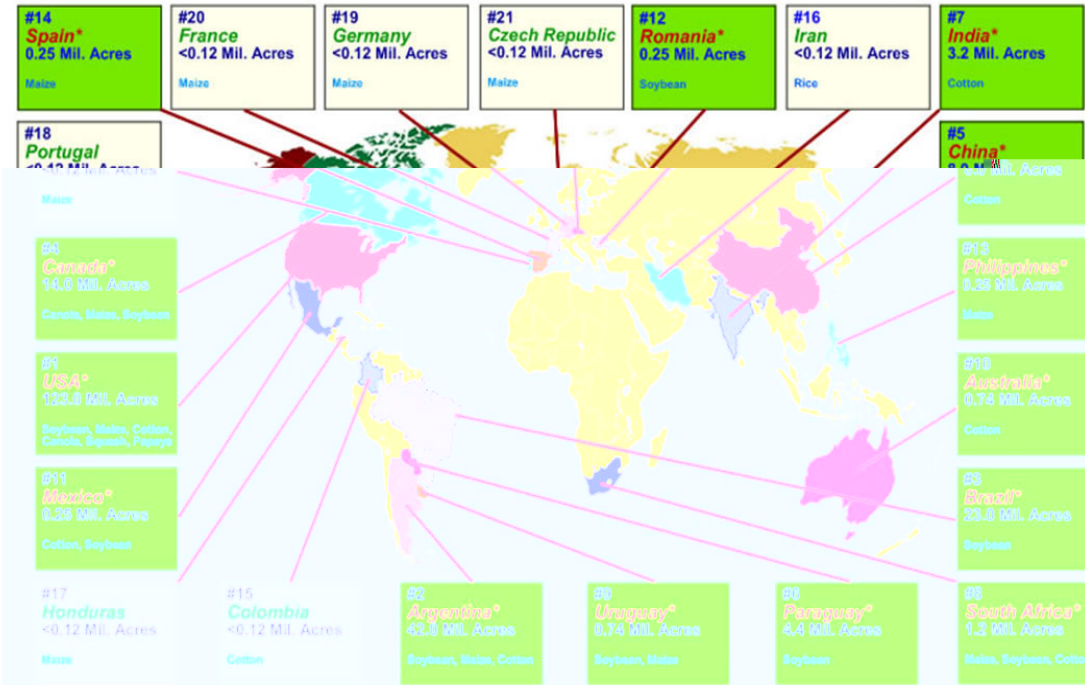
La maggior parte degli studi sulla trasformazione genetica della vite riguardano la modificazione delle caratteristiche agronomiche della pianta: resistenza alle malattie, tolleranza agli erbicidi ed agli stress abiotici. Inoltre, rispetto agli studi condotti sulle colture a ciclo annuale, rivestono una certa importanza anche le ricerche volte alla modificazione delle caratteristiche qualitative, quali: il colore, l'accumulo ed il trasporto zuccherino e la produzione di frutti apireni.

Un approfondimento sulle specifiche trasformazioni verrà riportato nei dossier di analisi delle sperimentazioni in corso che verranno sviluppati durante il progetto.

Proprietà desiderate	Organismo bersaglio	Gene di interesse	Organismo donatore
Resistenza alle malattie	Funghi, batteri e virus.	<ul style="list-style-type: none"> - Geni codificanti glucanasi e chitinasi. - Proteine ribosomiali (RIPs). - Proteine del capsido. - Peptidi antimicrobici. - Fitoalessine. 	Microrganismi, insetti e piante
Tolleranza agli stress abiotici	Stress Idrici, ossidativi, osmotici ed altri stress abiotici.	<ul style="list-style-type: none"> - Proteine TIPs (tonoplast integral proteins) e PIPs (plasma membrane integral proteins). - Geni per la biosintesi di carotenoidi. - Gene <i>Adh</i> (alcohol dehydrogenase). - SODs (cystosolic CuZnSOD, chloroplast-residing CuZnSOD, mitochondrial-residing MnSOD). - Gene <i>Vvp5cs</i> (1-pyrroline-5-carboxylate). - Gene <i>Vvoat</i> (α-ornithine aminotransferase). - FeSOD (Fe- superoxide dismutase gene), geni per la tolleranza al freddo. 	Microrganismi, piante e animali.
Miglioramento delle caratteristiche qualitative	Colore delle bacche, trasporto e accumulo degli zuccheri, controllo della marcescenza e frutti apireni.	<ul style="list-style-type: none"> - Gene <i>ufgt</i> (UDP-glucose:flavanoid 3-Oglucosyltransferase). - Geni per aumentare la produzione di antocianine e il trasporto zuccherino (<i>Vvsuc11</i>, <i>Vvsuc12</i>, <i>Vvsuc27</i>, <i>Vvht1</i>, <i>Vvht2</i>). - Geni per il silenziamento dei composti di ossidazione dei polifenoli. - Gene <i>Baranase</i> (Maschio sterile). 	Microrganismi e piante
Geni marcatori	Selezione delle piante trasformate.	<i>Npt II</i> e GUS (β-glucuronidasi).	Batteri

Tab. 1: Principali obiettivi della modificazione genetica.

COMMERCIALIZAZIONE E SPERIMENTAZIONE



6. Commercializzazione e sperimentazione

Sia a livello mondiale che europeo fino ad oggi non è mai stata presentata nessuna notifica per l'utilizzo a fini commerciali di vite geneticamente modificata. Per quanto riguarda invece la sperimentazione, vista l'importanza economica e la coltivazione su scala mondiale, il miglioramento genetico della vite attraverso le tecniche di ingegneria genetica, risulta essere tra i principali obiettivi della ricerca biotecnologica, per cui, il numero di sperimentazioni in campo effettuate a livello mondiale dal 1997 ad oggi si attesta subito dopo quello delle principali specie erbacee a ciclo annuale (soia, mais, colza, ecc.).

Paese	Azienda	Fenotipo	Inizio rilascio	Fine rilascio
Europa¹⁶				
Francia (Dir. 2001/18/CE)	INRA	Resistenza a virus (<i>PPV-CP</i>) Tolleranza antibiotici (<i>nptII</i>)	01/12/2004	31/12/2008
Germania (Dir. 90/220)	Institut für Rebenzüchtung Geilweilerhof - IRZ	Resistenza a funghi (chitinasi, glucanasi e RIP) Gene marcatore (GUS)	1999	2009 (interrotta nel 2005)
Italia (Dir. 90/220)	Dipartimento di Biotecnologie agrarie e ambientali - Università degli Studi di Ancona	Aumento della produttività Frutti apireni (<i>DefH9-iaaM</i>)	1999	2004 (rinnovata fino a fine 2006)
Altri: Georgia, Bulgaria		Resistenza a freddo, batteri, virus e regolatori della crescita		
Nord America¹⁷				
Stati Uniti	University of California	Resistenza a funghi Tolleranza antibiotici (<i>nptII</i>) Marcatore visuale	20/06/2004	20/06/2014
	University of California	Tolleranza antibiotici (<i>nptII</i>) Marcatore visuale (GUS)	20/06/2004	20/06/2014
	Cornell University	Resistenza ai funghi (chitinasi) Tolleranza antibiotici (<i>nptII</i>)	01/04/2000	01/04/2010
	New York State University/Geneseo	Resistenza ai funghi (lignina) Tolleranza antibiotici (<i>nptII</i>)	26/05/2005	26/05/2009
	Cornell University	Resistenza ai funghi (chitinasi) Tolleranza antibiotici (<i>nptII</i>)	01/05/1998	30/11/2008
	Cornell University	Resistenza ai funghi Tolleranza antibiotici (<i>nptII</i>)	10/06/2002	10/06/2007
	Cornell University	Tolleranza antibiotici (<i>nptII</i>) Marcatore visuale	15/06/2001	15/06/2006
	Cornell University	Resistenza ai funghi Tolleranza all'erbicida glufosinato	15/06/2001	15/06/2006
Canada	Chateau de Charmes wines/University of Guelph	Resistenza a freddo	1997	-
Sud				

Commento:

¹⁶ JRC (<http://gmoinfo.jrc.it/>)

¹⁷ Fonte: USDA-ISB (<http://www.isb.vt.edu/cfdocs/biocharts2.cfm>).

*Ford Runge R., Barry Ryan M.S. (2004) "The Global Diffusion of Plant Biotechnology: international adoption and research in 2004", University of Minnesota. <http://www.apec.umn.edu/faculty/frunge/globalbiotech04.pdf>

America*				
Chile				
Oceania				
Australia	CSIRO	Modificazione del colore(<i>ufgt</i> e <i>dfr</i>) Modificazione composizione zuccherina (<i>inv</i>) Modificazione fioritura e sviluppo dei frutti (<i>sh4</i>) Tolleranza antibiotici (<i>nptII</i> e <i>hph</i>) Gene marcatore (GFP e GUS)	01/06/2003	31/12/2008
Africa*				
Sud Africa				
Asia*				
Israele				
Cina				

Tab. 2: rilasci deliberati nell'ambiente di vite transgenica in corso.

* Per gli stati senza una normativa specifica non è stato possibile reperire le informazioni riguardanti la notifica per il rilascio sperimentale nell'ambiente. La ricerca bibliografica di tali sperimentazioni è in corso.



IMPATTO AMBIENTALE

7. Rischi potenziali per l'ambiente e l'agro-ecosistema

7.1. Fonte di rischio

Trasferimento genetico verticale (TGV), propagazione per via sessuata o asessuata delle PGM, prodotto transgenico e pratiche colturali.

7.2. Impatti

- diminuzione della biodiversità;
- effetti negativi sugli organismi non-target (impollinatori, predatori e altri);
- sviluppo di resistenza ai pesticidi e tolleranza agli erbicidi;
- possibilità che la pianta GM divenga infestante e/o invasiva;
- inquinamento genetico di *cultivars* della stessa specie;
- inquinamento genetico di piante selvatiche sessualmente compatibili.

7.3. Stato dell'arte

7.3.1. Diminuzione della biodiversità

In generale con il termine "biodiversità" si indica la straordinaria varietà di forme degli organismi viventi. Si possono distinguere almeno tre tipi di biodiversità in relazione ad altrettanti livelli di organizzazione biologica:

- intraspecifica: costituita dal numero di varietà, razze e genotipi diversi, appartenenti alla stessa specie animale o vegetale;
- interspecifica: definita sostanzialmente dal numero complessivo di specie diverse;
- ecosistemica: data dalla straordinaria varietà di sistemi ecologici esistenti sulla terra.

La biodiversità, in generale, è molto importante poiché garantisce le capacità di adattamento e la persistenza dei biosistemi contro le mutevoli condizioni ambientali. Costituisce inoltre un prezioso serbatoio di geni da cui attingere per migliorare le specie d'interesse agroalimentare, silvicolturale, zootecnico e industriale oppure per far fronte a fattori di stress abiotici o allo sviluppo di agenti patogeni particolarmente aggressivi che in alcuni casi hanno portato al collasso interi sistemi agrari, causando gravi danni economici e sociali.

Lo sviluppo delle colture transgeniche può degradare la biodiversità sia a livello intraspecifico sia a livello interspecifico. Infatti, la diffusione a livello mondiale di poche monoculture transgeniche può aumentare ulteriormente quel processo di erosione genetica cominciato già negli anni 50 dopo la cosiddetta "rivoluzione verde" che ha portato alla scomparsa di buona parte della biodiversità delle specie agrarie. Inoltre, una pianta GM può inquinare geneticamente altre varietà della stessa specie e portare anche ad estinzione gli ecotipi locali, con ulteriore perdita di diversità varietale.

Ad esempio, uno studio britannico condotto su larga scala con colture di barbabietola e colza tolleranti erbicidi a largo spettro d'azione, ha dimostrato che nei campi GM diminuivano in modo significativo le popolazioni delle erbe avventizie e degli insetti presi in considerazione rispetto ai campi tradizionali. Nel medesimo studio si suggerisce, inoltre, che è molto probabile la diminuzione delle popolazioni di uccelli nei campi coltivati con le colture transgeniche¹⁸.

7.3.2. Effetti sugli organismi non-target (impollinatori, predatori e altri)

La pianta coltivata è al centro di una fitta rete di relazioni, dirette ed indirette, con organismi viventi situati a livelli trofici superiori (erbivori, predatori e parassiti). Di notevole interesse sono i rapporti della pianta con specie animali appartenenti al gruppo degli artropodi e più in particolare alla classe degli insetti. Alcune specie sono essenziali per l'impollinazione (sono i cosiddetti "pronubi" come ad esempio le api ed i bombi); altre si cibano dei tessuti vegetali provocando sulle

¹⁸ Farm scale Evaluations Research Team and the Scientific Steering Committee, (2003) "Summary of the scientific papers published in the Philosophical Transactions of the Royal Society (Biological Sciences), Vol. 358, Issue 149, 1775-1889.

colture di interesse agrario danni economicamente rilevanti (fitofagi dannosi) o risultando praticamente ininfluenti (fitofagi di scarsa importanza agronomica). Inoltre vi sono alcune specie, appartenenti al gruppo dei parassitoidi o a quello dei predatori, che svolgono una funzione di controllo naturale nella dinamica delle popolazioni dei fitofagi.

Nella lotta contro alcuni insetti dannosi, principalmente lepidotteri e coleotteri, da lungo tempo vengono usate le endotossine Bt prodotte da alcuni ceppi di *Bacillus thuringiensis* (un batterio diffuso nel suolo), che hanno mostrato di essere degli efficaci bioinsetticidi.

Nei sistemi agrari, i danni provocati da insetti sono un problema di enorme valenza economica. Al fine di rendere le piante capaci di difendersi autonomamente dagli attacchi di lepidotteri e coleotteri (organismi target), l'industria biotech ha modificato geneticamente buona parte delle piante di interesse agrario (mais, soia, cotone, ecc.), inserendo nel rispettivo genoma i geni *cry*, di origine batterica (*Bacillus thuringiensis*), codificante per l'endotossina Cry. Grazie a questa modificazione, le piante Bt sono in grado di esprimere la tossina in una forma direttamente attiva, che non necessita una biotrasformazione per esplicare il proprio effetto tossico verso gli organismi che possiedono i recettori specifici della tossina. In natura, infatti, la proteina espressa dal *B. thuringiensis* comunemente impiegato nei formulati utilizzati per la lotta biologica è una protossina che per svolgere la propria attività tossica, necessita di essere attivata dagli enzimi digestivi degli insetti che se ne nutrono. Una volta ingerita, la proteina Cry si lega al rivestimento intestinale degli insetti, provocando la formazione di canali ionici che alterano il normale funzionamento cellulare. Entro due ore dall'ingestione dei tessuti delle piante Bt, gli insetti smettono di nutrirsi e nell'arco di due/tre giorni muoiono.

Le colture Bt hanno avuto un buon successo commerciale, e la loro diffusione su larga scala, negli ultimi anni, ha suscitato crescenti preoccupazioni circa i loro potenziali effetti negativi sulle specie utili (pronubi, parassitoidi e predatori dei fitofagi dannosi) e sugli organismi non target in generale. Su questo argomento è stata prodotta una letteratura scientifica relativamente vasta, quanto discussa e contraddittoria, ma molti studiosi sottolineano la mancanza di ulteriori studi scientifici qualificati che non permette di prendere decisioni definitive.

Comunque, in una rassegna bibliografica sugli effetti di piante transgeniche che esprimono diversi fattori di resistenza a insetti, tra cui la tossina Bt, alcuni autori riportano la possibilità di un impatto negativo sulla longevità di insetti impollinatori (api e bombi), dipendente dal tipo e dalla quantità di tossina prodotta dalla pianta GM¹⁹.

Inoltre, i predatori degli insetti fitofagi possono subire effetti negativi mediati dalla preda. Ad esempio, la crisoperla (*Chrysoperla carnea*), un importante predatore di diversi artropodi nocivi, subisce rilevanti effetti tossici (aumento della mortalità larvale di circa il 50%) quando viene nutrita con prede alimentate con piante di mais Bt²⁰. Invece, studi di campo sul mais Bt hanno rilevato un numero di coccinelle (*Coleomegilla maculata*), importanti predatrici di afidi, significativamente inferiore, rispetto a quelle presenti nei campi coltivati con mais convenzionale²¹. Diminuendo le popolazioni dei predatori, nemici naturali dei fitofagi, diminuisce parimenti la loro funzione di controllo, con la possibilità che specie prima innocue diventino dannose.

Le tossine Bt possono essere rilasciate nel suolo sia dai resti delle piante Bt interrate sia tramite gli essudati radicali di piante vive²² e possono accumularsi, legandosi alle particelle di argille²³ o di

¹⁹ Malone L.A., Pham-Delegue M.H. (2001) "Effects of transgene products on honey bee (*Apis mellifera*) and bumblebees (*Bombus* sp.)", *Apidologie*, 32(4): 287-304.

²⁰ Hilbeck A. Baumgartner M. Fried P.M. Bigler F. (1998) "Effect of transgenic *Bacillus thuringiensis* corn-field prey on mortality and development time of immature *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae)", *Environmental Entomology* 27:480-87.

²¹ Wold S.J. Burkness E.C. Hutchinson W.D. Venette R.C. (2001) "In-field monitoring of beneficial insect populations in transgenic corn expressing a *Bacillus thuringiensis* toxin", *Journal of Entomological science*, 36(2):177-187.

²² Saxena D. Stotzky G. (2001) "*Bacillus thuringiensis* (Bt) toxin released from root exudates and biomass of Bt corn has no apparent effect on earthworms, nematodes, protozoa, bacteria, and fungi in soil", *Soil Biol. Biochem.*, 33(9):1225-1230

²³ Saxena, D. Florest S. Stotzky G. (2002) Vertical movement in soil of insecticidal Cry1Ab protein from *Bacillus thuringiensis*. *Soil. Biol. Biochem.*, 34(1): 111-120.

humus²⁴, persistendo attive per oltre 200 giorni²⁵. Questo fatto ha suscitato preoccupazioni circa le possibili conseguenze sulla fauna che vive nel terreno (lombrichi, acari, nematodi, collemboli)²⁶, anche se i pochi studi esistenti sembrano al momento escludere effetti negativi (vedi impatti su suolo).

Le colture Bt potrebbero avere effetti negativi anche su specie di interesse principalmente naturalistico. In alcuni studi condotti su popolazioni di lepidotteri, tra cui il macaone e la farfalla monarca, nutriti con tessuti vegetali inquinati dal polline di mais Bt, sono stati riscontrati alti livelli di mortalità²⁷.

7.3.3. Sviluppo di resistenza ai pesticidi e tolleranza agli erbicidi

Quando una popolazione viene sottoposta ad una pressione selettiva semplice, basata su uno o pochi fattori, ma intensa e continuata nel tempo, è molto probabile che dopo un periodo più o meno lungo sviluppi meccanismi di resistenza. E' già successo per diverse specie batteriche come risposta all'eccessivo uso di antibiotici, per alcune specie di insetti nocivi, come conseguenza dell'uso massiccio di insetticidi nelle pratiche agricole moderne e per molte piante avventizie degli agroecosistemi sottoposte a massicce dosi di erbicidi.

Circa un terzo delle piante GM coltivate attualmente nel mondo sono state modificate, tramite inserzione del gene *cry*, per produrre continuamente e a dosi consistenti la proteina Bt. Quindi, le popolazioni dei lepidotteri e coleotteri nocivi (organismi target) che vivono nelle colture Bt, vengono esposte ad alte dosi del bioinsetticida per buona parte del loro ciclo vitale. Ciò costituisce una forte pressione selettiva (di gran lunga superiore ai comuni trattamenti con formulati Bt, che in campo persistono attivi solo per qualche giorno), rispetto ai quali si sono già sviluppate popolazioni di lepidotteri e coleotteri resistenti²⁸. In effetti, diversi studiosi ritengono che, in queste condizioni, lo sviluppo di popolazioni di lepidotteri resistenti alle colture Bt sia un fenomeno molto probabile e di rapido decorso e che la soluzione delle colture Bt servirebbe solo a rinviare di pochi anni il problema del controllo degli insetti nocivi che dovrebbe essere invece affrontato con strategie complesse²⁹.

Per evitare l'insorgenza di resistenza in campo sono state proposte alcune strategie, tra le quali quella delle "aree rifugio". Sono aree coltivate con piante convenzionali accanto alle coltivazioni Bt, il cui scopo è mitigare la pressione selettiva e permettere la sopravvivenza di una quota di insetti non resistenti. Negli Stati Uniti, ad esempio, le linee guida pubblicate dal Ministero dell'Agricoltura (USDA) e dall'Associazione Nazionale dei Coltivatori di Mais impongono la coltivazione di mais convenzionale dal 20% al 50% (in presenza di altre colture Bt, come per esempio il cotone) dell'estensione produttiva, per contenere i rischi di insetti patogeni resistenti (Figura 4). Comunque, bisogna tener presente che anche i rifugi possono essere pesantemente contaminati dal transgene *cry* codificante per la tossina Bt³⁰.

Lo sviluppo di popolazioni di insetti resistenti alla tossina Bt costituirebbe un danno enorme per gli agricoltori biologici, i quali usano efficacemente, da decenni, formulati della stessa tossina nei programmi di controllo degli insetti nocivi.

²⁴ Crechchio C. Stotzky G. (1998) "Insecticidal activity and biodegradation of the toxin from *Bacillus thuringiensis* subsp. *Kurstaki* bound to humic acids from soils", *Soil Biol. Biochem.*, 30(4):463-470.

²⁵ Tapp H. Stotzky G. (1998) "Persistence of the insecticidal toxin from *Bacillus thuringiensis* subs. *Kurstaki* in soil", *Soil Biol. Biochem.*, 30:471-476.

²⁶ Groot A.T. Dicke M. (2002) "Insect-resistant transgenic plants in a multitrophic context", *The Plant Journal* 31(4):387-406.

²⁷ Losey J.E. Rayor L. Carter M.E. (1999) "Transgenic pollen harms monarch larvae", *Nature*, 399:214.

²⁸ Delrio G., Buzzoni E., Loru L., Nuvoli T., Pantaloni R.A., Serra G., Verdinelli M. (2004) "Impatto sui fitofagi e sull'entomofauna utile di colture di mais transgenico esprimente tossine di *Bacillus thuringiensis* (Bt-corn)" in: biodiversità e organismi geneticamente modificati, ed. Sorlini C. pp. 55-68, Ministero dell' Ambiente e della Tutela del Territorio – Consiglio Nazionale delle Ricerche.

²⁹ Lewis W.J., van Lenteren J.C., Phatak S.C., Tumlinson J. H. (1997) "A total systems approach to pest management", *P.N.A.S.* 94:12243-12248.

³⁰ Charles F., Chilcutt and Bruce E. Tabashnik (2004) "Contamination of refuges by *Bacillus thuringiensis* toxin genes from transgenic maize", *PNAS* 101(20):7526-7529.

Le colture tolleranti gli erbicidi (colture HT) costituiscono più del 70% delle colture GM attualmente coltivate nel mondo. La loro coltivazione permette all'agricoltore di controllare, con un solo erbicida a largo spettro, essenzialmente glifosato o glufosinato utilizzabili anche in post-emergenza, lo sviluppo di diverse piante infestanti che prima richiedevano l'impiego di diversi erbicidi specifici. Il massiccio impiego del glifosato, su colture tolleranti, sta però cambiando la composizione delle popolazioni di piante avventizie. Nei campi coltivati sono comparse diverse specie di piante super infestanti perché tollerano l'erbicida, come le piante HT. La prima pianta avventizia divenuta resistente al glifosato, la coda di cavallo (*Conyza canadensis*), è apparsa nel 2000 in alcuni campi di soia RR del Delaware³¹. Attualmente, la coda di cavallo è già diffusa ampiamente in diverse regioni degli Stati Uniti. Questo fatto conferma la previsione di alcuni scienziati, secondo la quale i fenomeni di resistenza costituiscono una minaccia assai più grave quando le piante geneticamente modificate per la tolleranza agli erbicidi vengono coltivate estensivamente.

Quindi, nel medio termine, le colture HT attuali non saranno più utili per la gestione delle erbe infestanti, ma saranno invece necessari nuovi metodi di controllo con erbicidi diversi dal glifosato o glufosinato³².

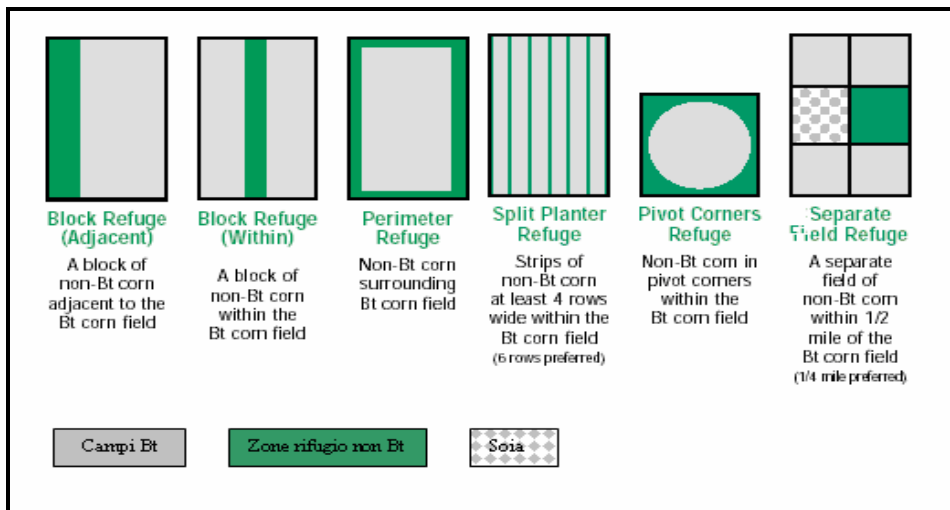


Fig. 4: schema delle zone di rifugio per il mais Bt³³.

³¹ Hartzler B. (2003) "Are Roundup Ready Weeds in Your Future II", Iowa State University. <http://www.weeds.iastate.edu/mgmt/2003/glyresistance.shtml>.

VanGessel M.J. (2001) "Glyphosate-resistant horseweed from Delaware", Weed Science 49:703-705.

³² Duke S.O. "Weed management: implications of herbicide resistant crops", in: Proceedings of a Workshop on Ecological Effects of Pest Resistance Genes in Managed Ecosystems, January 31-February 3, 1999. Eds. Traynor P.L. & Westwood J.H., 21-25.

³³ www.ncga.com

7.3.4. Possibilità che la pianta GM divenga infestante o invasiva

Le piante transgeniche tolleranti gli erbicidi, come il glifosato (varietà RoundupReady®) o il glufosinato (varietà LibertyLink®), possono diventare infestanti (*volunteer*) per molti anni successivi alla loro coltivazione, sia in altre coltivazioni trattate con gli stessi erbicidi che al di fuori dei campi coltivati. Casi di questo tipo sono ampiamente documentati in studi canadesi³⁴ e francesi³⁵ per varietà di colza transgenico. Inoltre, la modificazione del genoma delle piante con geni estranei può creare dei cambiamenti fisiologici che ne aumentano la capacità riproduttiva (*fitness*), trasformandola in una potenziale invasiva. Il successivo incrocio con piante selvatiche sessualmente compatibili che ereditano i transgeni, fa sì che queste possano sottrarsi ad alcuni processi di controllo naturali (come ad esempio agenti patogeni, insetti dannosi, ecc.), diventando più competitivi ed al limite invasivi. Il rischio aumenta se si considera anche che le piante selvatiche che acquisiscono il transgene possono fungere da “ponti verdi” e trasmettere il transgene alle altre piante selvatiche sessualmente compatibili.

Alcuni autori hanno calcolato che negli Stati Uniti sono state introdotte, nei secoli, circa 50.000 specie aliene e una parte di queste si sono comportate da invasive, diffondendosi ampiamente nel nuovo ambiente, fino a modificare struttura e funzioni degli ecosistemi naturali interessati³⁶. E' un problema così serio da essere considerato uno dei tre maggiori problemi ambientali insieme al cambiamento climatico globale e alla perdita di habitat³⁷. In effetti, per le misure di prevenzione e controllo delle specie invasive, e per danni diretti o indiretti, annualmente negli Stati Uniti si spende una cifra stimata intorno a 137 miliardi di dollari³⁸; infatti, anche piccoli rilasci accidentali possono provocare eventi non prevedibili e di grave entità³⁹.

In realtà è estremamente difficile definire a priori, attraverso analisi di sequenze del DNA, se una specie con un determinato genotipo diventerà invasiva⁴⁰ o, per essere più precisi, è praticamente impossibile fare previsioni accurate, data la natura complessa, e per molti aspetti sconosciuta, dei processi ecologici correlati ai fenomeni di “invasione biologica”: variazioni nell'ambiente competitivo e la presenza di fattori ignoti o molto aleatori come ad esempio infezioni virali, insetti predatori, competizione con altre piante, lo stesso controllo umano, possono influenzare la capacità riproduttiva di una pianta GM e far sì che divenga una specie invasiva, anche molto tempo dopo il suo rilascio⁴¹.

7.3.5. Inquinamento genetico di cultivar della stessa specie

Le piante della stessa specie sono, per definizione, capaci di fecondarsi originando prole fertile. Per questo motivo, l'introduzione di colture GM ha destato, sin dall'inizio, forti preoccupazioni circa la possibilità che i transgeni, diffondendosi attraverso il polline o i semi, possano provocare inquinamento genetico delle colture convenzionali.

Queste preoccupazioni sono abbastanza fondate. Infatti è ormai ampiamente dimostrato che il polline transgenico, trasportato dal vento e/o dagli insetti, possa arrivare a fecondare i fiori di piante

³⁴ Legere A., Simard M.J., Thomas A.G., Pageau D., Lajeunesse J., Warwick S.I., Derksen, D.A. (2001) “Presence and persistence of volunteer canola in Canadian cropping systems”, Proc. British Crop Protection Conference – 2001 – Weeds, 143-148.

³⁵ Pessel F.D., Lecomte J., Emeriau V., Kruti M., Messean A., Gouyon P.H. (2001) “Persistence of oilseed rape (*Brassica napus* L.) outside of cultivated fields”, Theoretical and Applied Genetics 102: 841-846.

³⁶ Pimentel D., Lach L., Zuniga R., Morrison D. (2000) “Environmental and Economic Costs of Nonindigenous Species in the United States” BioScience, 50(1):53-65.

³⁷ Sala O. E. et al. (2000) “Global biodiversity scenarios for the year 2100”. Science 287:1770-1774.

³⁸ Pimentel D., Lach L., Zuniga R., Morrison D. (2000) “Environmental and Economic Costs of Nonindigenous Species in the United States” BioScience, 50(1):53-65.

³⁹ Carr J., Anderson J.M., Whoriskey F.G., Dilworth T. (1997) “The occurrence and spawning of cultured Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in a Canadian river”, ICSE J Mar Sci, 54:1064-107.

⁴⁰ Purrington C.B., Bergelson J. (1995) “Assessing weediness of transgenic crops: industry plays plant ecologist”, Trends in Ecology and Evolution, vol. 10, n. 8.

⁴¹ Wolfenbarger L. L., Phifer P.R. (2000) “The Ecological Risks and Benefits of Genetically Engineered Plants”, Science 290(2088): 2093.

non transgeniche della stessa specie, anche a notevole distanza. In generale il vento sembra essere più efficace degli insetti nel trasporto del polline a distanza⁴². Ad esempio, diversi studi sono stati condotti su alcune varietà di interesse alimentare, tra cui la bietola (*Beta vulgaris*), sia quelle da foglia (bietola spinacio, bietola a coste) sia quelle a radice (barbabietola da zucchero, barbabietola da foraggio), ed è stato accertato che in tutte queste piante, tra loro sessualmente compatibili, la potenzialità di contaminazione è elevata, in quanto il polline, che viene diffuso soprattutto dal vento, raggiunge anche il chilometro di distanza. Altri studi condotti su alcune specie di leguminose (fave, piselli, erba medica) indicano che la contaminazione tra varietà è inferiore al 2% quando i campi coltivati sono lontani più di 25 metri. In generale, la distanza a cui il polline si disperde dipende dalla specie considerata, dalle caratteristiche ecologiche del sito e dalla dimensione della superficie coltivata. Per quanto attiene quest'ultimo fattore, si ritiene che il polline generato da ampie superfici colturali possa diffondersi a distanze maggiori dalla sorgente, rispetto a quanto si osserva per i campi sperimentali.

Casi di trasferimento involontario di transgeni da una coltura GM a varietà della stessa specie si sono già verificati. In Canada, ad esempio, dove crescevano tre varietà di colza, di cui due transgeniche, resistenti a tre diversi erbicidi, sono state trovate piante ibride di colza resistenti a due o tre erbicidi contemporaneamente⁴³.

Altri studi hanno dimostrato che in alcune regioni del Messico diverse varietà di mais nativo sono state contaminate da mais GM proveniente dagli USA, un aspetto di particolare gravità essendo il Messico il centro di origine e diversificazione del *teosinte*, specie ancestrale da cui sono state selezionate le varietà di mais e i successivi ibridi che vengono oggi coltivati. Nel 2001, infatti, test effettuati in 22 comunità negli stati di Oaxaca e Puebla hanno rivelato, in 15 di queste, la presenza di contaminazione genetica di varietà selvatiche di mais, tra cui anche il *teosinte*⁴⁴.

Questa contaminazione è avvenuta benché a partire dal 1998 il governo messicano abbia imposto una moratoria sulla coltivazione di mais transgenico. Gli agricoltori avrebbero in questo caso seminato della granella, autorizzata per la sola importazione a scopi alimentari.

Chiaramente, qualsiasi minaccia di contaminazione o di inquinamento genetico delle varietà tipiche, locali o comunque convenzionali (non-GM), rappresenta un pericolo per l'agricoltura tradizionale e soprattutto per quella biologica. Infatti, la contaminazione ha conseguenze negative sulla qualità dei prodotti certificati, rende impossibile la coesistenza nello stesso ambiente delle diverse forme di agricoltura e accelera la perdita di biodiversità varietale (erosione genetica), già ampiamente compromessa durante la "green revolution".

Un recente rapporto di Greenpeace ha stimato che fino ad oggi sono 133 i casi accertati di contaminazione accidentale da OGM verso le produzioni tradizionali e biologiche⁴⁵.

Un'altra causa della diminuzione della ricchezza di varietà locali, conseguente alla diffusione su larga scala delle monoculture GM, può essere la semplice emarginazione dal mercato delle varietà non transgeniche con minor produttività, anche se queste possono presentare altri aspetti interessanti legati alla qualità dell'alimento che producono, alla loro tipicità ed al loro adattamento a pratiche agricole tradizionali e ai contesti agroclimatici in cui si sono sviluppate.

In conclusione, bisogna sottolineare che la perdita di diversità varietale e la semplificazione dei sistemi rurali, imputabile alla diffusione delle monoculture, geneticamente omogenee, di pochissime specie GM, renderebbe gli agroecosistemi ulteriormente instabili e vulnerabili a nuovi patogeni o altri fattori di stress⁴⁶, mettendo a rischio la sicurezza alimentare di intere regioni, come

⁴² Novotny E, Perdang J. (2003) "Simulation of pollen transport by wind". SGR Chardon Reports III. <http://www.sgr.org.uk/GenEng/ChardonShortSummPollen.html>

⁴³ Hall L., Topinka K., Huffman J., Davis L. Good A. (2000) "Pollen flow between herbicide-resistant Brassica napus is the cause of multiple-resistant B. napus volunteers", Weed Science 48:688-694.

⁴⁴ Quist D, Chapela I.H., (2001) "Transgenic DNA introgressed into traditional maize landraces in Oaxaca, Mexico", Nature 414:541-543.

⁴⁵ http://www.gmcontaminationregister.org/index.php?content=nw_detail1

⁴⁶ Altieri M.A. (1998) "The environmental risks of transgenic crops: an agroecological assessment", In: Proceedings of an Associated Event of the 5th Annual World Bank Conference on Environmentally and Socially Sustainable Development. I Serageldin and J.Martin Brown (eds) pp: ,Washington, DC.

insegna lo storico caso della patata irlandese massicciamente infestata, nel 1845, dal fungo *Phytophthora infestans*⁴⁷.

7.3.6. Inquinamento genetico di piante selvatiche sessualmente compatibili

Molto spesso le specie vegetali sono sessualmente compatibili con altre specie evolutivamente vicine: ciò significa che individui appartenenti a specie diverse possono incrociarsi formando ibridi vitali. Tale possibilità è abbastanza frequente tra una specie coltivata ed i suoi parentali selvatici, soprattutto se si tratta di una specie addomesticata di recente.

Il trasferimento di geni da piante GM a parentali selvatiche, è stato dimostrato per diverse colture, come ad esempio il colza (che ha formato ibridi interspecifici con cinque specie selvatiche), la barbabietola da zucchero ed il mais Bt (importato dagli USA, ha ibridato in Messico anche con il *teosinte*, suo remoto progenitore selvatico⁴⁸). La preoccupazione è che le popolazioni di questi ibridi, assorbendo stabilmente i transgeni (fenomeno della introgressione), possano diventare, anche per eventuali effetti pleiotropici (un gene influenza diversi caratteri), più competitivi e resistenti a predatori, patogeni, virus, erbicidi, stress abiotici, ecc., rispetto ai rispettivi parentali selvatici. Di conseguenza, le popolazioni ibride potrebbero sfuggire ai normali fattori di controllo ecologici, e trasformarsi in superinfestanti negli agroecosistemi e/o invasive negli ecosistemi naturali.

7.4. Impatti ambientali della vite transgenica

La *Vitis vinifera* è una pianta longeva, con ciclo produttivo calcolato sui 30-40 anni, con differenti modalità di propagazione, anche se a causa della diffusa presenza della fillossera, quella più utilizzata rimane sostanzialmente l'innesto (legnoso o erbaceo) su soggetti 'americani'. Tale tecnica ha sostituito l'antica pratica della talea legnosa e della propaggine in quanto la vitalità delle piante autoradicate (dette 'franche') declina rapidamente.

Per cui, l'analisi del rischio ambientale che può derivare dall'utilizzo di vite geneticamente modificata (VGM) deve essere condotta caso per caso tenendo presente il tipo di modificazione apportata. Incrociando le modalità di propagazione della vite con i possibili bersagli della modificazione genetica è possibile riconoscere quattro casi differenti che meritano ognuno una valutazione del rischio specifica:

- **VGM innestata su portinnesto GM;**
- **VGM autoradicata;**
- **VGM innestata su portinnesto non GM;**
- **VGM da utilizzare come portinnesto per vite non GM.**

Fino ad oggi la sperimentazione ha interessato principalmente portinnesti (*V. rupestris*, *V. riparia*, SO4, 41 B, 110 R, 3309, 101-14, 5 C) ed in misura minore cultivar di *V. vinifera* (Chardonnay, Superior seedless, Thompson seedless, Russalska) trasformate per la resistenza a patogeni fungini quali: botrite, oidio, peronospora, antracnosi, ecc.

Un altro fattore da considerare per una corretta valutazione del rischio è il tipo di modificazione genetica apportata. Infatti, in base a questa, possono configurarsi diversi scenari, a seconda che i geni di interesse derivino dal germoplasma di *Vitis*, oppure da altri organismi vegetali (piante erbacee o arboree diverse dalla vite) o da microrganismi (virus, batteri, funghi, ecc.) e dove e in che modo essi sono espressi.

Nel caso i geni di interesse derivino dal germoplasma di *Vitis*, i potenziali effetti negativi della diffusione accidentale di materiale genetico tra piante trasformate e non, potrebbero risultare

⁴⁷ Kipp E. (2001) "The White Potato", Botany global issues map.

http://www.mhhe.com/biosci/pae/botany/botany_map/articles/article_34.html

⁴⁸ Quist D, Chapela I.H., (2001) "Transgenic DNA introgressed into traditional maize landraces in Oaxaca, Mexico", Nature 414:541-543.

inferiori. Infatti, il trasferimento genetico verticale di geni provenienti da individui della stessa specie non dovrebbe produrre effetti differenti da quelli che ci si aspetta dai normali processi di *breeding*.

Bisogna però tenere presente che nel caso di VGM, il gene non viene integrato tal quale, ma, oltre ad essere posto su sequenze regolatrici diverse, può subire, per effetto della trasformazione, dei riarrangiamenti nella struttura, oppure presentare più coppie dello stesso, condizioni che possono condurre ad effetti pleiotropici indesiderati (per ulteriori informazioni vedere scheda su “Metodi di trasformazione”).

Nel caso in cui invece i geni derivino da altri organismi, l'importanza degli effetti potenzialmente negativi sull'agro-ecosistema dipende dalla finalità della trasformazione, cioè dal carattere di interesse inserito nella vite GM e dalle sequenze regolatrici che controllano il/i geni inseriti. Infatti, le sequenze regolatrici di un gene (promotore, terminatore e introni), ovvero gli interruttori che accendono, spengono e potenziano l'espressione del prodotto genico, rappresentano un importante fattore da tenere presente durante la valutazione del rischio. Ad esempio nel caso del mais Bt, evento MON810, la tossina Cry, nociva per le larve di piralide, è posta sotto il controllo del promotore costitutivo 35S di origine virale che permette alla pianta di esprimere la tossina in tutti i tessuti, polline compreso. In questo caso, l'espressione della tossina in tutti i tessuti e per tutto il periodo produttivo aumenta la pressione selettiva sugli insetti patogeni e quindi la probabilità che si selezionino popolazioni resistenti alla tossina stessa. Inoltre, la presenza della tossina nel polline potrebbe condurre ad effetti indesiderati sugli organismi non target che se ne nutrono direttamente o che lo ingeriscono indirettamente attraverso quello lasciato sulle foglie. Mentre, nel caso di geni posti sotto il controllo di promotori specifici, il rischio dovrà essere valutato in base al profilo di espressione specifico.

Nel caso di modificazioni del portinnesto, oppure di modificazioni del cloroplasto (il DNA plastidico è ereditato per via materna) ci si può attendere invece una riduzione dei possibili rischi che possono derivare dal trasferimento genetico verticale tra VGM e cultivar affini e specie selvatiche. Infatti, nel primo caso, la dispersione del polline e/o dei semi può avvenire solo nel caso di ricacci alla base delle piante innestate che possano andare a fiore se non eliminati precocemente, mentre, nel secondo, il transgene non viene ereditato dal polline.

Per quanto riguarda gli altri casi (VGM innestata su portinnesto GM, VGM autoradicata e VGM innestata su portinnesto non GM) il rischio di inquinamento genetico di cultivar della stessa specie e di specie selvatiche affini deve essere tenuto in debito conto. Infatti, sebbene nella maggioranza delle cultivar il fiore ermafrodita venga autofecondato, la percentuale di fecondazione incrociata ad opera del vento e degli insetti pronubi può variare a seconda delle diverse cultivar utilizzate (cultivar con fiori fisiologicamente femminili ecc.), delle condizioni climatiche presenti nell'ambiente, della superficie e disposizione del sito di rilascio. Inoltre, la bibliografia scientifica riguardante la percentuale di fecondazione incrociata e le distanze raggiunte dal polline è scarsa e in alcuni casi in contrasto. Alcuni studi ritengono che sebbene il polline di vite sia riscontrabile nell'atmosfera, la sua quantità è relativamente elevata solo nelle immediate vicinanze delle infiorescenze in piena antesi, e si riduce a valori trascurabili già a 15 metri di distanza dalla zona di rilascio ed, inoltre, che l'importanza degli insetti impollinatori sia minima. Altri studi ritengono invece che il tasso di fecondazione incrociata è variabile⁴⁹, che il polline può raggiungere distanze anche maggiori e che gli insetti impollinatori, tra cui le api, rivestono una certa importanza sia per il trasporto del polline che per la produttività della pianta. Infatti, alcuni lavori condotti con vitigni tradizionali, ponendo alveari a distanze diverse dal campo, hanno mostrato che la produttività delle piante variava in rapporto alla distanza degli alveari, con differenze fino al 15% di produzione tra i campi in cui gli alveari erano posti ad una distanza di 10 metri dalle coltivazioni di vite e quelli posti a una distanza di 600 metri⁵⁰. Le api utilizzerebbero i fiori della vite principalmente come fonte di polline e in minima parte per il nettare; infatti, i fiori della vite sono privi di un efficiente apparato vessillare e producono nettari poco zuccherini e con aroma non attrattivo. Un altro fattore

⁴⁹ http://www.bafz.de/baz99_e/baz_allg/forschg/JB2004/083-090_TII_irz.pdf

⁵⁰ McGregor S.E. (1976). Insect Pollination of Cultivated Crop Plants. United States Department of Agriculture. <http://gears.tucson.ars.ag.gov/book/chap7/grape.html>

importante da considerare risulta quindi la possibile contaminazione dei prodotti che possono contenere nettare e pollini di vite, tra cui miele e propoli.

La propagazione della vite può avvenire naturalmente sia per via gamica, attraverso i semi, che per via agamica attraverso talee verdi o legnose. Nel primo caso, i semi contenuti all'interno delle bacche mature sono vitali ed in grado di germinare con facilità e, nel caso dell'uva da vino, non vengono danneggiati dalla vinificazione. Ciò determina il rischio di disseminazione dovuta ad uccelli o altri animali che si cibano degli acini, o comunque da dispersioni accidentali durante la vendemmia e/o il trasporto dell'uva dal vigneto ai luoghi di utilizzo e trasformazione, oppure dopo la trasformazione. Nel secondo caso, invece, la disseminazione involontaria potrebbe avvenire attraverso la dispersione nell'ambiente di residui di potature o nel caso di ricacci alla base delle piante innestate. La disseminazione involontaria e il possibile trasferimento genetico verticale rappresentano rispetto ad altre aree di coltivazione della vite un rischio maggiore se si considera che sul territorio italiano sono presenti specie selvatiche sessualmente compatibili⁵¹ con periodo di fioritura che si sovrappongono a quello delle viti coltivate.

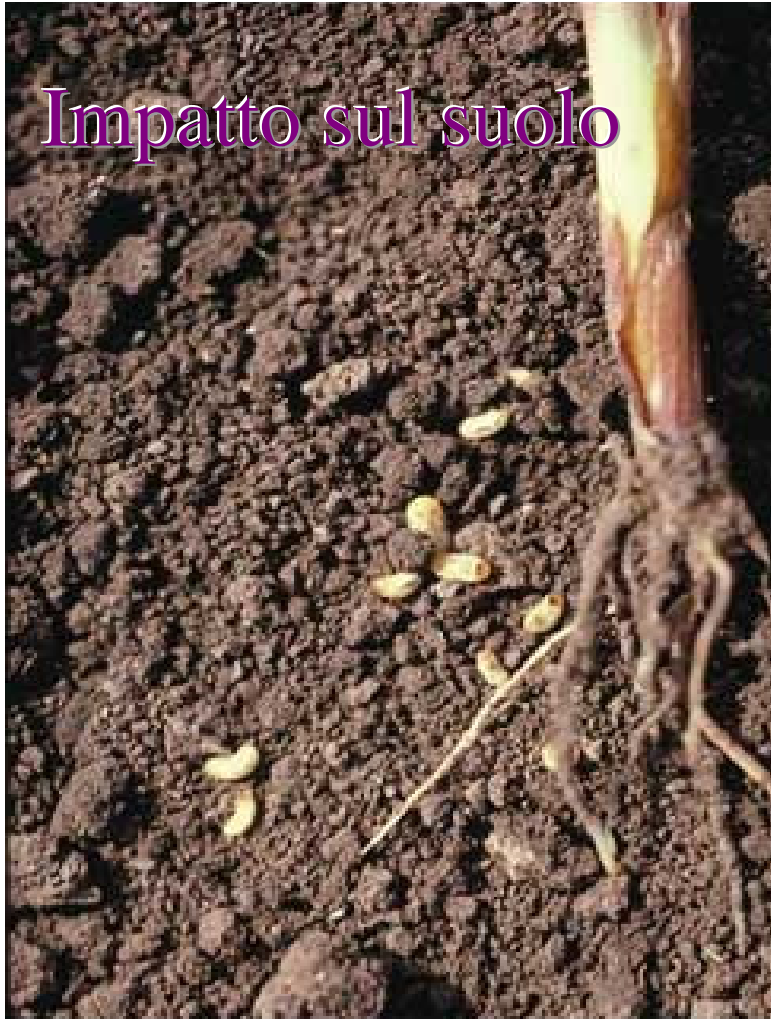
Specie	Subspecie	Status	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
<i>Vitis vinifera</i>	<i>sativa</i> D.C.	coltivata												
<i>Vitis vinifera</i>	<i>sylvestris</i>	spontanea												
<i>Vitis labrusca</i>		coltivata												

Tab. 3: periodo di fioritura delle sottospecie di vite presenti in Italia.

Infine bisogna considerare che, data longevità, morfologia e fisiologia (ciclo produttivo di 30-40 anni, apparato radicale espanso, foglie caduche, ecc.) della vite, i possibili rischi ambientali che possono derivare dalla coltivazione di VGM dovrebbero essere valutati per un periodo che possa essere rappresentativo di quello reale di produzione, al fine di non incorrere nella sottostima di tali rischi.

⁵¹ Pignatti S., 1982. Flora d'Italia. Edagricole

Impatto sul suolo



8. Impatto su suolo e cicli biogeochimici

Il suolo è un complesso sistema biologico formato da diverse componenti: biotica (microrganismi, insetti, piante), abiotica (minerali), organica (sostanze umiche) e inorganica (minerali argillosi), le cui interazioni sono alla base di numerose attività fondamentali quali:

- la mineralizzazione e il ciclo dell' N e del C;
- i cicli di tutti i nutrienti indispensabili per le piante;
- la stabilità della struttura del suolo;
- il flusso idrico;
- il biorisanamento;
- le risposte allo stress e il mantenimento della fertilità.

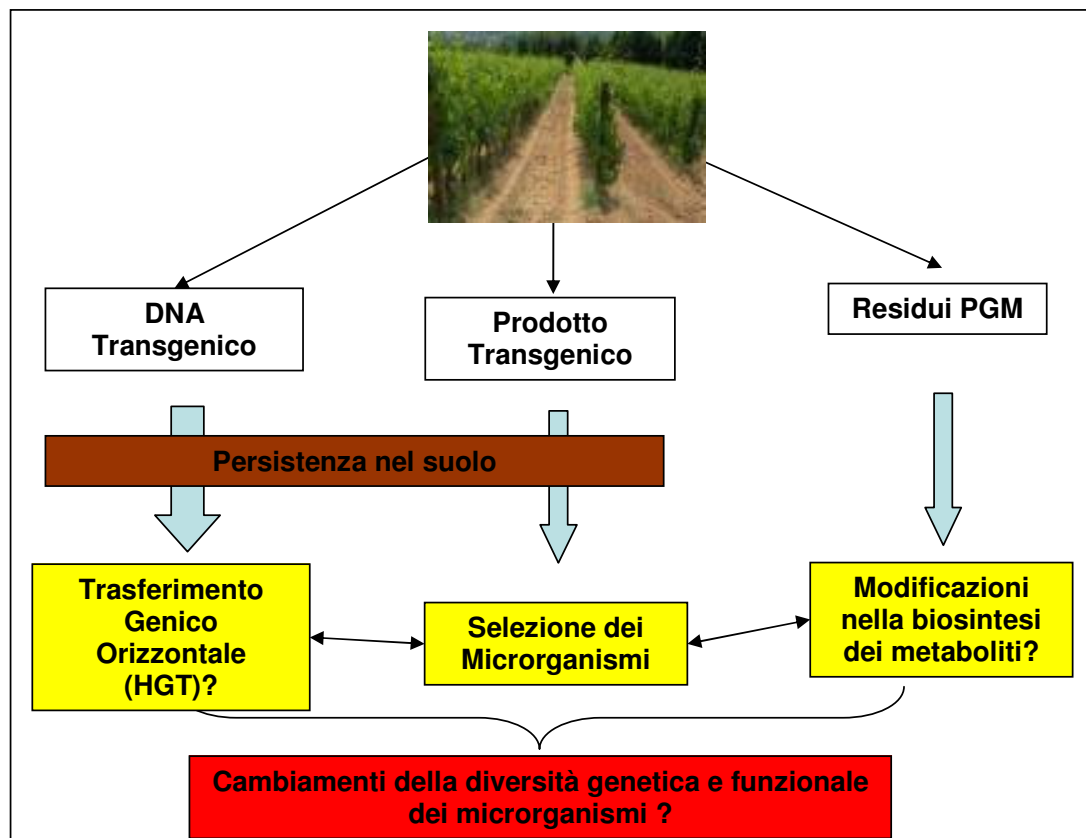
8.1. Fonte di rischio

DNA transgenico (TGO), prodotto transgenico e residui delle piante geneticamente modificate (PGM).

8.2. Impatti

Effetti diretti sugli organismi non target del suolo e della rizosfera (lombrichi, nematodi, protozoi, batteri e funghi).

Effetti indiretti sulla biodiversità delle comunità microbiche, sui cicli biogeochimici, sulla fertilità del suolo e quindi sulla produttività delle piante.



Schema 1: possibili interazioni tra VGM e suolo.

8.3. Stato dell'arte

La Direttiva 18/2001/CE ha per la prima volta inserito l'ambiente suolo tra gli elementi da considerare nella valutazione dei possibili rischi derivanti dalle piante geneticamente modificate (PGM).

Gli studi a riguardo sono fino ad ora limitati e rivolti alle principali colture GM oggi coltivate. E' comunque stato dimostrato nel caso della tossina Bt del mais, che il prodotto transgenico può essere rilasciato nel suolo attraverso gli essudati radicali⁵² e dopo essersi legato alle argille e alle sostanze umiche, permanere attivo per molti mesi⁵³. Da qui la necessità di studiare il destino del DNA nel suolo e la possibilità che i frammenti di DNA possano essere sfruttati dai microrganismi e scambiati tra i principali gruppi del mondo biologico: procarioti (batteri), eucarioti (piante, animali, funghi e protozoi) ed archea (microrganismi aventi proprietà sia dei procarioti che degli eucarioti). Infatti, i microrganismi, e in particolare i batteri, sono provvisti di meccanismi che consentono lo scambio di materiale genetico tra specie differenti, cosa impossibile attraverso la normale riproduzione sessuata, meccanismi che gli consentono tra l'altro di integrare nel loro genoma frammenti di DNA extracellulare che permane libero nel suolo. Tali meccanismi, che prendono il nome di "trasferimento genetico orizzontale" (TGO), sono alla base della loro evoluzione. Particolare attenzione in questo senso è stata posta sulle PGM trasformate con i geni per la resistenza agli antibiotici comunemente utilizzati per la selezione delle piante trasformate. Fino oggi il TGO del DNA da pianta a batteri non è mai stato riscontrato in esperimenti di campo, mentre, è stato dimostrato in esperimenti di laboratorio (Tab. 4). Comunque, la persistenza nel suolo per diversi mesi del DNA proveniente da piante transgeniche, soprattutto in suoli ricchi in sostanza organica e argilla, e l'esistenza nel terreno di microambienti, come aggregati o rizosfera, dove si instaura un più intimo contatto tra pianta batteri e funghi, suggerisce comunque che lo scambio di materiale genetico tra pianta, batteri o funghi possa avvenire anche in condizioni naturali. Infatti, la persistenza del DNA ricombinante introdotto nel suolo con i residui vegetali dipende dalla sua interazione con le nucleasi. Questa interazione tra enzima e substrato può essere evitata, quando la cellula muore, dal fatto che proteasi attive possono degradare le nucleasi così da prolungare la vita del DNA transgenico all'interno del residuo vegetale. Invece, quando il DNA transgenico viene rilasciato nell'ambiente suolo, la persistenza dipende dalla sua capacità di interagire con i colli di del suolo che lo proteggono dall'azione di nucleasi extracellulari.

<i>Riferimento</i>	<i>Modificazione (Materiale vegetale transgenico)</i>	<i>Battere recettore</i>
Gebhard and Smalla, 1998 ⁵⁴	DNA purificato di patata e barbabietola (nptII)	<i>Acinetobacter sp.</i>
De Vries and Wackernagel, 1998 ⁵⁵	DNA purificato di patata, tabacco, barbabietola e colza (notII)	<i>Acinetobacter sp.</i>
Nielsen et al., 2000 ⁵⁶	DNA purificato di barbabietola aggiunta a microcosmo di suolo sterile (nptII)	<i>Acinetobacter sp.</i>

Tab. 4: TGO da piante a batteri in condizioni di laboratorio.

⁵² Saxena D., Flores S., Stotzky G. (1999) "Insecticidal toxin in root exudates from Bt corn", Nature 402: 480.

⁵³ Stotzky G. (2000) "Persistence and biological activity in soil of insecticidal proteins from *Bacillus thuringiensis* and of bacterial DNA bound on clays and humic acids" Journal of Environmental Quality 29: 691-705.

⁵⁴ Gebhard, F.; Smalla, K. (1998) "Transformation of *Acinetobacter sp.* strain BD413 by transgenic sugar beet DNA", Appl. Environm. Microbiol. 64(4):1550-1554.

⁵⁵ De Vries J. et al. (2001) "The natural transformation of the soil bacteria *Pseudomonas stutzeri* and *Acinetobacter sp.* by transgenic plant DNA depends strictly on homologous sequences in the recipient cells", FEMS Microbiology Letters 195: 211-215.

⁵⁶ Nielsen K.M. et al. (2000) "Natural transformation of *Acinetobacter sp.* strain BD413 with cell lysates of *Acinetobacter sp.*, *Pseudomonas fluorescens* and *Burkholderia cepacia* in soil microcosms", Applied and Environmental Microbiology 66:206-212.

Diversi autori hanno dimostrato che il prodotto transgenico rilasciato dagli essudati radicali o derivato dalla mineralizzazione del residuo vegetale può avere effetti tossici su alcuni organismi “non target”⁵⁷, riducendo l’attività⁵⁸ e la diversità microbica⁵⁹. Altri autori hanno dimostrato che il contenuto in lignina di tutte le piante di mais Bt è sensibilmente maggiore rispetto alle piante non-Bt⁶⁰, fattore che potrebbe determinare difficoltà nella degradazione del residuo vegetale con conseguente alterazione delle comunità microbiche. Particolare attenzione è stata rivolta ai microrganismi della rizosfera (vedi annesso 1) che, vivendo a stretto contatto con le radici, rappresentano specie chiave nell’identificazione di possibili effetti indesiderati derivati dalle PGM. Ad esempio, alcuni studi condotti su una varietà GM di erba medica (*Medicago sativa*), in cui era stato inserito un gene codificante per un enzima coinvolto nel metabolismo della lignina, hanno mostrato una riduzione delle micorrize - associazioni simbiotiche tra radici e funghi essenziali per una buona crescita delle piante superiori - nelle PGM rispetto a quelle non trasformate. Altri hanno mostrato che la soia tollerante il glifosato, sottoposta a trattamenti fogliari con l’erbicida, mostrava noduli radicali più piccoli con conseguente diminuzione del 35% nella capacità di fissare l’azoto atmosferico⁶¹. Infine, l’uso eccessivo di specifici erbicidi, facilitato dall’introduzione delle colture HT (*Herbicide tolerance*), può causare fenomeni di inquinamento del suolo agrario e dei corpi idrici, come accaduto in Argentina con la soia HT⁶².

8.4. Impatto sul suolo della vite transgenica

I possibili impatti sul suolo che possono derivare dalla coltivazione di vite transgenica non sono sostanzialmente diversi da quelli descritti in precedenza. Comunque, sebbene alcuni studi condotti dimostrino che l’utilizzo di PGM può avere ripercussioni negative sul suolo, la complessità biologica e funzionale di tale sistema fa sì che i possibili effetti indesiderati delle PGM debbano essere valutati a medio e lungo termine caso per caso. Ciò vale ancor di più per le piante a foglia caduca e per i fruttiferi come la vite, nella quale l’apparato radicale esplora grandi volumi di suolo ed ha grandi scambi di sostanze organiche con la rizosfera, oltre a restare l’unica parte attiva della pianta per buona parte dell’anno.

Gli equilibri fisiologici delle radici della vite nel suolo sono regolati in gran parte dalla quantità di acqua presente, e i lunghi periodi di siccità possono pertanto divenire determinanti nell’influenzare lisi radicali e scambi con gli organismi viventi del suolo, stante anche i lunghi periodi di dormienza dell’apparato fogliare e la non irrigabilità della coltura. Inoltre, essendo la vite una pianta con ciclo produttivo di 30-40 anni le relazioni tra pianta e microrganismi, in particolare quelli simbiotici, assumono una rilevanza maggiore rispetto a quella delle piante a ciclo annuale.

Anche per quanto riguarda il suolo, la valutazione del rischio dovrà considerare le diverse tipologie di trasformazione, ovvero:

- **VGM innestata su portinnesto GM;**
- **VGM autoradicata;**
- **VGM innestata su portinnesto non GM;**
- **VGM da utilizzare come portinnesto per vite non GM.**

⁵⁷ Johnson K.S., Scriber J.M., Nitas J.K., Smitley D.R. (1995) “Toxicity of *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* to three nontarget lepidoptera in field studies”, *Environmental Entomology* 24: 288-297.

⁵⁸ Saxena D. and Stotzky G. (2003) “Fate and effect in soil of the insecticidal toxin from *Bacillus Thuringiensis* in transgenic plants” In Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio (2003): “Collection of biosafety reviews”. International Centre for Genetic Engineering and Biotechnology (ICGEB), pag. 7-83.

⁵⁹ Bruinsma M., Kowalchuk G.A., van Veen J.A. (2003) “Effects of genetically modified plants on microbial communities and processes in soil”, *Biol Fertil Soils* 37: 329-337.

⁶⁰ Saxena D., Stotzky G. (2001) “Bt corn has a higher lignin content than non-Bt corn” *American Journal of Botany*, 88(9): 1704-1706.

⁶¹ King C.A., Purcell L.C., Vories E.D. (2001) “Plant growth and nitrogenase activity of glyphosate-tolerant soybean in response to foliar glyphosate applications”, *Agronomy Journal* 93:179-186.

⁶² Brandford S. (2004) “Genetically modified soya promised so much for hard-pressed farmers. Now it has all gone horribly wrong” *New Scientist*, 17 April p.40.

RISCHI PER LA SALUTE



9. Rischi per la salute

9.1. Fonti di rischio

Modalità di integrazione del transgene (inserzione di frammenti di DNA estraneo, riarrangiamenti, delezioni, eventi multipli di integrazione ecc.), trasferimento genetico orizzontale e prodotto del transgene quale sostanza mai introdotta prima d'ora nell'organismo umano.

9.2. Rischi

Modificazione della flora intestinale con sviluppo di microrganismi resistenti agli antibiotici, allergenicità, tossicità e modificazione delle caratteristiche organolettiche.

9.3. Stato dell'arte

Il nodo principale della questione sulla sicurezza degli alimenti derivati o costituiti da OGM risiede nella domanda, per la quale non è tuttora possibile dare una risposta definitiva: le tecniche utilizzate per realizzare gli OGM sono sicure o no? Lo stato attuale delle conoscenze scientifiche nel campo della genetica e della biologia molecolare non permette di affermare che le tecniche di ingegneria genetica utilizzate per lo sviluppo degli OGM, in continua evoluzione e miglioramento, non possano determinare effetti negativi non previsti sulla salute umana ed animale.

Per tale ragione, la comunità scientifica è chiamata in causa per rispondere in merito alle principali preoccupazioni relative alla sicurezza dei cibi transgenici:

- metodologie applicate nella valutazione del rischio;
- trasferimento orizzontale dei transgeni;
- interazioni tra il DNA transgenico ingerito con gli alimenti e il DNA delle cellule dei mammiferi;
- sicurezza dei prodotti del transgene: allergenicità e tossicità⁶³.

9.3.1. Metodologie applicate nella valutazione del rischio

La necessità di stabilire delle procedure comuni scientificamente valide ed economicamente sostenibili per la valutazione del rischio degli alimenti GM è una delle priorità principali su cui la comunità scientifica sta lavorando. Infatti, le metodologie con le quali oggi si effettua tale valutazione non sono del tutto standardizzate, soprattutto per quanto riguarda le analisi tossicologiche dell'alimento completo e quelle per la ricerca di effetti molecolari non desiderati derivanti dal processo di trasformazione. Ad esempio, con il miglioramento delle tecniche di analisi applicate alla caratterizzazione molecolare degli OGM si è potuto osservare come, soprattutto a livello del sito di inserzione del DNA, si siano riscontrate, in diversi OGM commercializzati, anomalie non previste (inserzione di frammenti di DNA estraneo, riarrangiamenti e delezioni) che indicano come le tecniche di trasformazione utilizzate non siano effettivamente "pulite" e come, dunque, il rischio di effetti indesiderati possa essere maggiore di quello ipotizzato.

⁶³ Research Directorate-General E.U. (2001) "EC-sponsored Research on Safety of Genetically Modified Organisms: A Review of Results". Edited by Charles Kessler and Ioannis Economidis.

9.3.2. Trasferimento orizzontale dei transgeni

In alcuni OGM sono ancora presenti geni di resistenza agli antibiotici come marcatori, ovvero per selezionare le piante in cui è avvenuta l'inserzione del transgene. Questo fatto genera preoccupazioni, in quanto si teme che attraverso il trasferimento genico orizzontale, i geni di resistenza agli antibiotici possano essere trasferiti ai batteri presenti nel tratto gastro-intestinale, umano e/o animale. In tal modo i batteri non potrebbero essere debellati dall'antibiotico nei confronti del quale avrebbero acquisito la resistenza.

Diverse prove di laboratorio sul trasferimento di geni da DNA nudo rilasciato da alimenti vegetali a microrganismi, hanno dimostrato la possibilità che i transgeni provenienti dalla demolizione degli alimenti GM, possano essere integrati nel DNA delle comunità microbiche presenti nel tubo digerente dei mammiferi, con una frequenza superiore a quanto in genere non si ritenga⁶⁴.

Per ovviare a tali rischi, l'Unione Europea, nella Direttiva 2001/18/CE, ha previsto che i marcatori degli antibiotici ritenuti pericolosi per la salute umana e per l'ambiente debbano essere eliminati sia negli OGM per cui viene richiesta la commercializzazione (entro il 31.12.2004), sia in quelli per cui viene richiesta la sperimentazione (entro il 31.12.2008).

9.3.3. Interazioni tra il DNA transgenico ingerito con gli alimenti e il DNA delle cellule dei mammiferi

Il destino del DNA e le conseguenti interazioni con l'organismo umano e più in generale con quello dei mammiferi, rimane ad oggi un argomento oggetto di dibattito e di studio. Le potenziali interazioni che possono derivare dall'assunzione di alimenti prodotti con OGM variano innanzitutto in funzione dell'alimento ingerito. Infatti, in caso di trasformazione industriale volta ad ottenere oli o amidi, la purificazione spinta della matrice alimentare dovrebbe eliminare il DNA rendendolo non più rilevabile analiticamente. Invece, nel caso di ingestione dell'alimento tal quale o solo parzialmente trasformato, si ha l'assunzione del DNA che si trova nelle cellule della matrice alimentare, compresi i nuovi geni inseriti. Sebbene si ritenga che la maggior parte del DNA venga degradato dalla flora batterica gastro-intestinale, alcuni studi hanno evidenziato come una parte del DNA estraneo somministrato nella dieta a topi di laboratorio, non venisse degradato; frammenti venivano riscontrati nella milza, nel fegato, in differenti parti dell'intestino, nei leucociti, nelle feci, nei feti delle femmine gravide e nei neonati. Le preoccupazioni che il DNA transgenico potesse essere trasmesso tramite riproduzione furono fugate da successivi esperimenti fatti su otto generazioni successive di topi.⁶⁵

Diverso è il discorso riguardante somministrazioni intramuscolari. Infatti, esperimenti condotti su cavie inoculando per via intramuscolare il DNA fagico, contenente il gene della GFP (*Green Fluorescent Protein*, una proteina fluorescente), hanno evidenziato che tale gene, inserito nel DNA delle cellule del muscolo dei topi, veniva trascritto e continuava ad essere attivo per tempi lunghi, fino a 17 mesi⁶⁶.

⁶⁴ Sorlini C., Transgene fate in the gastro-intestinal tract and in the environment Who, Seminar "Release of Genetically Modified Organisms in the Environment: is it a Health Hazard?", Rome, Italy, 7-9 September 2000.

⁶⁵ Schubert R. et al (1997) "Foreign (m13) DNA ingested by mice reaches peripheral leukocytes, spleen and liver via the intestinal wall mucosa and can be covalently linked to mouse DNA", Proc. Natl. Acad. Sci. USA 94(3):961-966.

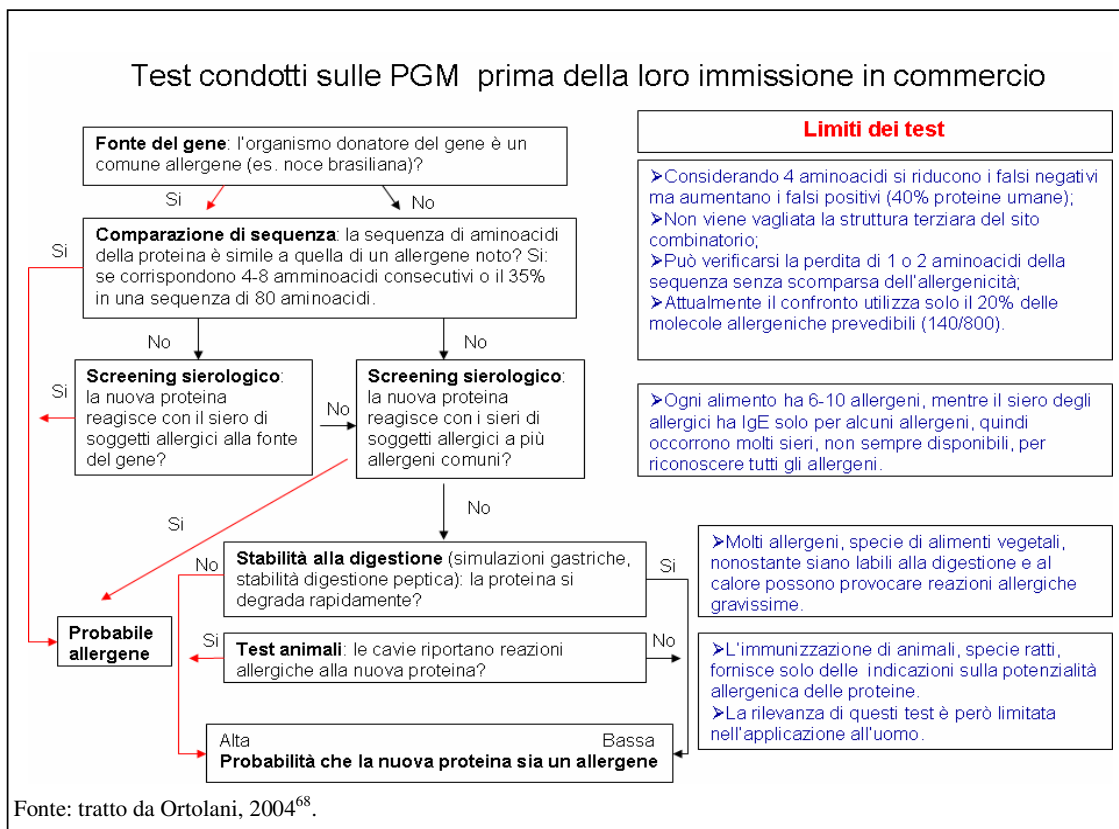
⁶⁶ Hohlweg U., Doerfler W. (2001) "On the fate of plant or other foreign genes upon the uptake in food or after intramuscular injection in mice", Mol. Genet Genomics, 265(2): 225-233.

9.3.4. Sicurezza dei prodotti del transgene: allergenicità e tossicità

Gli OGM sono caratterizzati dalla presenza, nel proprio genoma, di sequenze di DNA estraneo che derivano da specie filogeneticamente distanti, come ad esempio i geni *cry* batterici inseriti nel corredo genetico del mais. Il rischio derivante dall'assunzione di alimenti GM è quindi quello che i nuovi geni introdotti possano produrre componenti nuove di cui non esiste alcuna conoscenza storica consolidata, sulle possibili reazioni allergiche ad essi correlate.

Le prove che tuttora vengono eseguite, prima dell'immissione sul mercato dei cibi GM, non sono sufficienti a garantire la non allergenicità del prodotto del transgene; infatti, esse si basano quasi esclusivamente sull'assenza di omologie con le proteine conosciute come allergeniche. Questo tipo di approccio non è sufficiente per assicurare l'innocuità degli alimenti GM; infatti, le proteine transgeniche sono spesso diverse da quelle normalmente presenti nella dieta umana e, come tali, non possono essere state ancora studiate né classificate come allergeniche o non allergeniche, oltre al fatto che è sufficiente l'avvicinamento di anche pochi amminoacidi per trasformare una proteina innocua in una allergenica⁶⁷.

Anche per quanto riguarda la tossicità vi è carenza di modelli universalmente approvati soprattutto per quanto riguarda le analisi sulla tossicità sub-cronica ovvero per gli effetti a medio e lungo termine. Per questo motivo non si può arrivare a conclusioni certe sulla salubrità o meno di un determinato prodotto GM.



⁶⁷ Wal J.M., (1998) "Strategies for assessment and identification of allergenicity in novel food", Int. Dairy Journal 8:413-423.

⁶⁸ Ortolani C. 2004. Efficacia dei test per valutare l'allergenicità degli OGM. Atti del convegno OGM in agricoltura: lavori in corso, Roma 5 ottobre 2004.

Diversi sono i casi di allergicità e tossicità verificatisi in seguito all'ingestione di alimenti GM fino ad oggi riportati dalla letteratura scientifica e dai media. Il primo riguarda il caso del mais Starlink, prodotto dalla multinazionale Aventis per dare origine a una delle tossine insetticide del *Bacillus thuringiensis*. Il mais Starlink, autorizzato nel 1998 per l'alimentazione animale e per uso industriale (produzione di etanolo ecc.), viene nell'anno 2000 riscontrato in campioni di *taco shells*. Il 29 novembre dello stesso anno un articolo della Reuters riporta che 44 americani hanno avuto gravi problemi di salute dopo avere mangiato alimenti contaminati. Le analisi sui soggetti affetti hanno confermato che effettivamente 28 di questi avevano avuto una genuina reazione allergica non riconducibile a cause note. I successivi controlli non hanno però potuto dimostrare che la causa fosse la proteina Cry9Ac contenuta nel mais Starlink, sebbene non sia stato possibile escluderlo con certezza.

Un caso analogo si è verificato quando si è tentato di manipolare la soia con un gene della noce brasiliana. Test di laboratorio avevano evidenziato che il siero del sangue di soggetti allergici alla noce brasiliana reagiva in presenza di estratto della soia manipolata⁶⁹. Il gene inserito codificava infatti per un comune allergene della noce brasiliana, per cui la sua immissione sul mercato fu immediatamente bloccata.

Un altro caso emblematico è quello del mais MON863 della multinazionale Monsanto, trasformato mediante metodo biolistico con i geni *cry3Bb1* del *Bacillus thuringiensis* subsp. *kumamotoensis* per conferirgli la resistenza contro alcuni coleotteri tra cui *Diabrotica spp.* Studi condotti su ratti alimentati per 90 giorni con una dieta in cui era presente il mais MON863 hanno evidenziato che le cavie testate mostravano diverse patologie cliniche. In particolare, i ratti maschi presentavano un aumento di globuli bianchi e linfociti, mentre le femmine mostravano un aumento di reticolociti. Inoltre, gli animali nutriti con mais transgenico mostravano un aumento delle anomalie al fegato. Alcuni studiosi hanno affermato che il cambiamento nei valori del sangue, riscontrato nei ratti nutriti con mais transgenico, potrebbe indicare danni al sistema immunitario degli animali o, in alternativa, una mobilitazione del sistema per combattere l'insorgenza di forme tumorali. Sebbene in seguito, diversi comitati scientifici e scienziati di organizzazioni indipendenti⁷⁰ abbiano sollevato diverse perplessità sull'innocuità del mais MON863 e sugli studi condotti per determinare la sua tossicità, la Commissione Europea ha recentemente autorizzato la sua importazione per alimenti destinati al consumo umano⁷¹.

La letteratura scientifica negli ultimi dieci anni ha documentato diversi casi in cui le cavie da laboratorio hanno riportato effetti tossici non desiderati in seguito ad ingestione di OGM. Tra quelli che hanno suscitato più clamore si possono citare gli studi di Arpad Pusztai, ricercatore del *Rowett Research Institute* di Aberdeen, il quale aveva individuato, attraverso esperimenti condotti su ratti nutriti con patata transgenica resistente agli insetti, malformazioni all'apparato gastrointestinale degli animali⁷². Recentemente un gruppo di ricercatori australiani e statunitensi hanno riscontrato infiammazioni ai polmoni e ipersensibilità cutanea in topi di laboratorio nutriti con piselli transgenici, ingegnerizzati con il gene di fagiolo codificante l'inibitore dell' α -amilasi, per conferire alle piante di pisello la resistenza ad alcuni parassiti fitofagi.

Lo studio ha inoltre caratterizzato la proteina transgenica, confrontandola con quella originaria, sia in termini di struttura che in termini di allergicità provocata nelle cavie, dimostrando come l'inserzione di un gene estraneo può dar origine nell'organismo trasformato a proteine diverse da quelle di partenza e come tali differenze possono presentare caratteri di allergicità non previsti⁷³.

⁶⁹ Nordlee J.D., Tatlor S.L., Townsend J.A., Thomas L.A., Bush R.K. (1996) "Identification of a Brazil nut Allergen in Transgenic Soybeans", *New England Journal Medicine*, 334(11): 688.

⁷⁰ Pusztai A., (2004) Report MSL-18175/Covance Study No. 6103-293. - Cellier D. and Seralini G.E. (2005) Preliminary report by Criigen on the "first public investigation of the crude data in MON 863 toxicity test on rats, <http://www.consigliodirittigenetici.org/new/displaynews.php?id=148>.

⁷¹ http://europa.eu.int/comm/food/dyna/gm_register/index_en.cfm

⁷² Ewen S., Pusztai A. (1999) "Effect of diets containing genetically modified potatoes expressing *Galanthus nivalis* lectin on rat small intestine", *The Lancet*, 354 (16):1353-1354.

⁷³ Prescott V. E. et al., (2005) "Transgenic Expression of Bean α -Amylase Inhibitor in Peas Results in Altered Structure and Immunogenicity", *J. Agric. Food. Chem.* 2005, 53, 9023 – 9030.

Secondo il *Center for Disease Control*⁷⁴, ente federale statunitense, negli anni 1997-2003 – periodo di maggior consumo di massa di OGM alimentari da parte degli americani – le malattie connesse con l'alimentazione sono raddoppiate. Allo stesso modo si è verificato l'aumento del 50% di allergie nel Regno Unito dall'inizio dell'importazione di soia geneticamente modificata.

Questo non è ancora la prova provata del rapporto causa-effetto fra OGM e conseguenze nella salute. Ma è evidente che si tratta di un indizio preoccupante. Aggravato dal fatto che non esistono studi epidemiologici a riguardo⁷⁵.

Bisogna inoltre tenere presente che tanti più OGM saranno introdotti, tante più persone consumeranno proteine nuove per l'alimentazione e quindi non è improbabile che si verifichino casi isolati di allergia a nuove proteine.

Per quanto riguarda gli effetti indesiderati sulle caratteristiche organolettiche degli organismi geneticamente modificati il caso più emblematico riguarda il primo OGM introdotto sul mercato, il pomodoro *Flavr Savr*. Questo pomodoro, prodotto da Calgene, era stato modificato in modo da mantenere il turgore più a lungo rispetto ai pomodori comuni mentre i normali processi di degradazione delle vitamine, dei sali minerali nonché di induzione della marcescenza rimanevano attivi; il pomodoro cioè era fresco solo all'apparenza (beneficio per il produttore) ma in realtà perdeva le caratteristiche nutrizionali per le quali veniva con tutta probabilità acquistato dal consumatore.

9.4. Possibili rischi sulla salute derivati dalla vite geneticamente modificata

I possibili rischi alimentari dovuti all'introduzione in commercio di vite geneticamente modificata (VGM) devono essere analizzati caso per caso tenendo in particolare considerazione la destinazione d'uso del prodotto. Nel caso delle uve utilizzate per fini alimentari, come nel caso delle uve da tavola, il DNA permane integro e viene ingerito con l'alimento. Nelle uve da vino, invece, il processo di trasformazione dell'uva in vino dovrebbe eliminare il DNA rendendolo non più rilevabile analiticamente, sebbene, questo, rimane un aspetto importante da monitorare. I possibili rischi sono perciò rivolti alla produzione di eventuali metaboliti tossici o allergenici.

Un tema molto importante da analizzare nel caso delle uve da vino transgeniche riguarda invece i possibili effetti indesiderati sulle caratteristiche peculiari del prodotto. Nella vite, infatti, le interazioni pianta-suolo, le peculiarità dei processi di sviluppo e di maturazione della bacca e la sintesi di un gran numero di metaboliti secondari, rivestono una grande importanza nel determinare le caratteristiche quali-quantitative delle uve. Gli effetti inattesi della trasformazione genetica come l'inserzione di più copie del transgene in siti casuali del genoma dell'ospite e la modalità stessa dell'integrazione (inserzione di frammenti di DNA estraneo, riarrangiamenti, delezioni, sito di integrazione ecc.) possono modificare l'espressione e/o la funzione dei geni stessi o di quelli situati nel sito d'integrazione o nelle vicinanze (dosaggio genico, silenziamento genico)⁷⁶. L'integrazione di un gene esogeno può avere inoltre effetti multipli sul metabolismo della pianta ospite dovuti all'interazione dinamica del transgene con il background genetico ospite nel suo complesso⁷⁷ (vedere scheda su "tecniche di trasformazione"). In riferimento a quanto detto, risulta importante valutare come tali effetti indesiderati possano incidere sulle caratteristiche peculiari, quali-quantitative che determinano la tipicità delle uve e del prodotto finale. In questo contesto, particolarmente importanti sono i flavonoidi (antocianine e tannini), metaboliti secondari coinvolti nei processi di difesa, nello sviluppo e nella riproduzione delle piante. I flavonoidi sono tra i composti polifenolici di maggior interesse per *Vitis vinifera* soprattutto per l'importanza enologica che rivestono, infatti, influenzano i processi di fermentazione, l'invecchiamento del vino e sono fattori determinanti per la definizione organolettica e cromatica del vino stesso⁷⁸.

⁷⁴ <http://www.cdc.gov>

⁷⁵ Smith J.M. (2003), *Seeds of Deception*, Yes! Books p. 263.

⁷⁶ Gelvin et al. (1983) *NAR*, 11:159-174; Elkind et al. (1990) *PNAS*, 87:9061-9075; Matzke & Matzke (1990) *Dev Genet*, 11:214-233; Hart et al. (1992) *Mol Gen Genet*, 235:179-188.

⁷⁷ Buiatti and Bogani (1995) *Euphytica*, 85:135-145

⁷⁸ Bucelli, Faviere, Giannetti, Gigliotti (1992) *Vignevini*, 1-2:61-66; Gigliotti, Bucelli *Vini d'Italia* gen.- feb. pp.25-30; Ferro, comunicazione a congresso: International Symposium il "Sangiovese", Firenze 15-17 febbraio 2000.

I flavonoidi giocano inoltre un ruolo chiave nella germinazione del polline. Alcuni studi condotti su *Petunia hybrida* indicano che questi sarebbero in grado di ripristinare la capacità germinativa del polline⁷⁹ e che l'inibizione della loro biosintesi nelle antere comporti sterilità maschile⁸⁰. Le antocianine invece partecipano ai processi di fecondazione funzionando da feromoni per insetti impollinatori e come sostanze con potere attrattivo per altri animali, giocando così un ruolo determinante per l'ecologia dell'impollinazione e dispersione dei semi. I possibili effetti indesiderati derivanti dalla manipolazione genetica della vite potrebbero, per cui, avere ripercussioni oltre che sulle caratteristiche quali-quantitative, anche sulle modalità della fecondazione e di conseguenza sulla produttività e sui possibili rischi derivanti dal trasferimento genetico verticale del polline.

Altri composti polifenolici isolati in *Vitis vinifera* come gli stilbeni, di cui il resveratrolo è uno dei componenti più importanti, agiscono nella pianta come fitoalessine. Queste, hanno lo scopo di difendere il tessuto vegetale da agenti patogeni come *Botrytis* e *Plasmopara* e da stress abiotici come le irradiazioni UV o l'esposizione all'ozono⁸¹.

Un altro fattore che può indirettamente colpire le caratteristiche quali-quantitative delle uve da vino riguarda i possibili effetti sugli organismi non target ed in particolare quelli sulle micorrizze e sulle popolazioni di microrganismi presenti sulle bacche. In seguito alla micorrizzazione avvengono cambiamenti della morfologia radicale ma quello che più si modifica è la fisiologia della radice, si modifica ad esempio la concentrazione di alcuni regolatori di crescita come auxina, citochinine e gibberelline; aumenta l'attività fotosintetica e si modifica la ripartizione dei fotosintati tra radice e fusto. Vi è un miglioramento generalizzato dell'assorbimento dei nutrienti dal suolo che comporta modifiche strutturali e biochimiche delle cellule radicali con conseguente alterazione della permeabilità di membrana e della quantità e qualità degli essudati radicali che a loro volta influenzano le micorrizze. I microrganismi presenti sulle bacche giocano invece un ruolo fondamentale nel determinare le caratteristiche peculiari durante il processo di trasformazione delle uve da vino. L'alterazione del profilo morfologico e fisiologico delle comunità microbiche potrebbe alterare di conseguenza le caratteristiche da esse determinate.

⁷⁹ Vogt T., Taylor L.P. (1995) "Flavonol 3-O-glycosyltransferases associated with petunia pollen produce gametophyte-specific flavonol diglycosides", *Plant Physiol.* 108: 903-11.

⁸⁰ Miller K.D., Guyon V., Evans J.N., Shuttleworth W.A., Taylor L.P. (1999) "Purification, cloning, and heterologous expression of a catalytically efficient flavonol 3-O-galactosyltransferase expressed in the male gametophyte of *Petunia hybrida*", *J Biol. Chem.*, 48: 34011-9.

⁸¹ Constant J. (1997) "Alcohol, ischemic heart disease, and the French paradox", *Oct*, 8:10, 645-9; Soleas G.J., Diamandis E.P., Goldberg D.M. (1997) "Wine as a biological fluid: history, production, and role in disease prevention", *J Clin Lab Anal* 11:287-313.



Impatto socio-economico

10. Impatto socio-economico

Fino ad ora, a livello mondiale ed europeo, non è mai stata presentata nessuna richiesta di autorizzazione per la commercializzazione di vite transgenica. Bisogna comunque rilevare che a livello sperimentale il settore dell'ingegneria genetica ha mostrato grande attenzione alla trasformazione genetica della vite. Inoltre diversi istituti di ricerca pubblica e privata, anche italiani⁸², stanno conducendo ricerche per il sequenziamento del genoma della vite, e sequenze geniche o parti di esse sono già in vendita sul mercato internazionale⁸³. Non si può perciò escludere che tra breve potranno essere presentate sullo scenario internazionale richieste per la commercializzazione di vite geneticamente modificata. Decisamente complesse appaiono le interazioni socio-economiche che si instaureranno nel settore vitivinicolo al momento in cui queste viti faranno il loro ingresso sulla scena produttiva. Trattasi infatti di un settore fortemente protetto, dove la naturalezza delle produzioni rappresenta un requisito fondamentale di mercato. Non si dimentichi poi che le produzioni risentono di una spiccata vocazione territoriale, per cui l'introduzione di queste viti potrebbe determinare un appiattimento delle peculiarità che legano il vino con il territorio di provenienza. Bisognerà quindi verificare se le viti transgeniche rispondono o meno a finalità di tipo economico per il nostro Paese e possono essere ritenute sostenibili per il settore agricolo e per la collettività.

In particolare, bisognerà verificare:

- L'impatto dell'introduzione di viti transgeniche per l'agricoltura nazionale: verificare se la vite transgenica risponde o meno ad obiettivi di sviluppo sostenibile per la viticoltura nazionale (Competitività, sostenibilità ambientale, sviluppo rurale ecc).
- Il confronto dei costi di produzione tra la vite convenzionale e quella transgenica: stimare il probabile costo di produzione che i viticoltori italiani potranno sostenere per ottenere le principali produzioni viticole con sistemi agricoli diversi (convenzionale e transgenico).
- La redditività attesa dalla coltivazione di vite transgenica e convenzionale: verificare se effettivamente, con l'adozione di viti transgeniche, il reddito dell'agricoltore potrebbe aumentare.
- Le motivazioni che potrebbero spingere il consumatore nazionale ad acquistare vino ottenuto da viti transgeniche.
- I rischi di mercato legati alla produzione di vino transgenico: valutare attentamente se l'introduzione di viti transgeniche risponde o meno ad una reale esigenza del consumatore.
- I rischi di investimento per una pianta destinata a un lungo ciclo pluriennale in condizioni di incertezza di mercato.

Per una analisi più approfondita vedere [documento di approfondimento sugli impatti socio-economici](#).

⁸² <http://www.ismaa.it>

⁸³ <http://www.scu.edu.au/research/cpcg/genomics/index.php>

11. Documento di approfondimento dell'impatto socio-economico della vite transgenica

11.1. La vitivinicoltura italiana

Sulla base dei dati più recenti relativi alle produzioni vinicole, si rileva che il trend degli ultimi dieci anni è in direzione di una scelta di qualità nella produzione italiana, che è passata da una media di 72 milioni di ettolitri negli anni '80, ai 59 milioni degli anni '90. Le produzioni in forte calo del 2002 e del 2003 (rispettivamente 44,6 milioni e 40 milioni) sarebbero, invece, da attribuire alle sfavorevoli condizioni atmosferiche, che hanno influito sul ciclo vegetativo delle vite.

Secondo i dati ISTAT, la vendemmia 2003 è stata la più scarsa degli ultimi vent'anni per il caldo record e per la carenza di precipitazioni, con 44 milioni di ettolitri tra vino e mosti (-1% sul 2002). La regione Veneto si conferma leader a livello produttivo, con 7,37 milioni di ettolitri (+8% su base annua). È seguita dalla Sicilia che, nonostante un'estate siccitosa, ha prodotto il 6% in più del 2002 (6,56 milioni di ettolitri). Terza la Puglia con 6,09 milioni di ettolitri (+9% sul 2002). Nel resto del Mezzogiorno c'è stata una generalizzata flessione delle produzioni, confermata in tutta l'Italia centrale: Marche (-25%), Lazio (-15%), Toscana (-2%). Solo l'Umbria ha registrato un +5% sul 2002. Tendenze alterne al Nord, dove, oltre al Veneto, anche il Friuli Venezia Giulia e il Trentino Alto Adige hanno incrementato la loro produzione. Ridotti invece del 7% su base annua i volumi ottenuti in Emilia-Romagna e del 2% quelli del Piemonte.

Relativamente alle caratteristiche della produzione, si conferma il sostanziale equilibrio degli ultimi anni tra vini bianchi e vini rossi, anche se a livello locale le differenze sono piuttosto marcate. In particolare, decisamente vocate ai vini rossi sono la Calabria, con il 93% della produzione regionale, seguita dalla Toscana con l'80% e dalla Basilicata con il 78%.

In termini assoluti è invece la Puglia a produrre più vini rossi, con 3,29 milioni di ettolitri, seguita dall'Emilia-Romagna e dal Veneto, che si attestano entrambe intorno ai 3 milioni di ettolitri.

Le regioni maggiormente vocate alla produzione di vini bianchi sono invece il Lazio, con l'86% sul totale regionale, e la Sicilia con il 73%.

In termini assoluti è la regione Veneto la maggior produttrice di vini bianchi con 4,31 milioni di ettolitri, seguita dalla Sicilia con 3,62 milioni di ettolitri. Più distanziata è la Puglia con 2,46 milioni di ettolitri.

Secondo i dati Istat, al 31 ottobre 2003 la nostra esportazione vinicola sui mercati mondiali si è attestata intorno ai 10.617.543 ettolitri, per un valore di 2.202.657.000 di Euro (oltre 4 mila miliardi di vecchie lire), registrando rispetto all'analogo periodo del 2002 una flessione del 15,5% in quantità, ma solo dell'1,4% in valore. Il prezzo medio del prodotto esportato è aumentato del 16,3%, passando da 1,78 a 2,07 Euro al litro.

VINO ITALIANO ESPORTATO NEI PAESI DELL'UNIONE EUROPEA

	Ott. 31, 2003	Ott. 31, 2002
Quantità (in ettolitri):	7.056.070	8.847.948
Quantità (in galloni USA):	186.401.639	233.738.045
Quantità (in % della produzione):	66,5%	70,4%
Valore (in Euro):	1.123.525.000	1.163.493.000
Costo medio per litro (in Euro):	1,59	1,31
Variazione:	+21,4%	

Fonti: ISTAT

MAGGIORI IMPORTATORI DI VINI E SPUMANTI NEI PAESI DELLA UE

	Ettolitri	Galloni (USA)	Variazione	Euro	Variazione
Germania:	3.674.511	97.070.306	-16,5%	548.560.000	-6%
Regno Unito:	1.116.345	29.490.713	+2,1%	233.074.000	+7%
Francia:	841.550	22.231.398	-47,5%	63.704.000	-17%
Svezia:	243.248	6.425.932	-10,5%	52.764.000	-2,7%
Austria:	263.617	6.964.024	-10,7%	52.061.000	-2,1%

Fonti: ISTAT

L'andamento delle spedizioni verso i Paesi terzi è stato leggermente migliore, perché se da un lato ha registrato un decremento in volume del 4,2% (da 3.717.422 a 3.561.473 ettolitri), dall'altro ha evidenziato un aumento in valore dello 0,8% (da 1.069.929.000 a 1.079.132.000 di Euro).

MAGGIORI IMPORTATORI DI VINI E SPUMANTI FRA IN PAESI EXTRA-EUROPEI

	Ettolitri	Galloni	Variazione
Stati Uniti:	1.763.480	46.586.210	+5,1%
Svizzera:	435.253	11.498.167	-11,9%
Canada:	408.090	10.780.597	+6,7%
Giappone:	260.423	6.879.647	-12,4%
Repubblica Ceca:	178.949	4.727.332	-25,6%
Brasile:	55.859	1.475.638	+2,8%
Russia:	46.875	1.238.306	+117,7%

Fonti: ISTAT

Come si può notare, stanno crescendo i consumi di vino di qualità nei Paesi del Nord Europa, in primis in Gran Bretagna. La Svezia, nonostante la flessione registrata, resta il quarto Paese dell'Ue per l'export italiano di vino. Sui mercati terzi l'export ha avuto un forte incremento in Russia, anche se i quantitativi sono ancora contenuti, e negli Stati Uniti, che sono il nostro secondo mercato d'esportazione. Relativamente alle esportazioni verso gli Stati Uniti d'America, occorre rilevare che negli ultimi anni, per la prima volta, abbiamo superato la Francia, leader storico, anche in termini di valore: 822 milioni di dollari, che rappresentano il 32% del mercato Usa, contro il 28% detenuto dai cugini d'Oltralpe. Terzo incomodo l'Australia, che con i propri vini si ritaglia un consistente 22%.

Nel 2001 e 2002 l'export dei vini in bottiglia ha superato per la prima volta quello dei vini sfusi, rispettivamente con 7.028.977 ettolitri (vini sfusi 6.126.415 ettolitri) e 7.216.680 ettolitri (vini sfusi 5.494.089 ettolitri). Tenendo conto della media annua quantitativa e del valore del decennio 1993-2002, l'export di vini sfusi nel 2002 ha avuto una flessione del 25,4% in quantità e del 22,3% in valore, mentre i vini in bottiglia hanno registrato un incremento del 26,5% in quantità e del 52,9% in valore.

Francia, Germania, Spagna e Portogallo, che erano i principali acquirenti dei nostri vini sfusi, hanno drasticamente ridotto le importazioni, passando dagli 8.567.521 ettolitri del 1999 ai 3.948.241 ettolitri del 2002, mentre i principali acquirenti dei nostri vini in bottiglia sono Germania, Stati Uniti, Regno Unito e Canada.

Le forniture dei vini in bottiglia verso i Paesi dell'Unione Europea hanno registrato nel 2002 rispetto al 1999 un incremento del 6,3% in volume e del 13,4% in valore e quelle verso i Paesi

terzi un incremento ancora maggiore: +32,4% in quantità e + 58,5% in valore. Diminuite invece le forniture di vini sfusi, che sono passate da 1.000.878 a 854.763 ettolitri.

Sono sempre più evidenti, quindi, i segnali di dinamismo di una politica di qualità che, come per tutto il Made in Italy, sembra essere l'unica via praticabile per contrastare l'aggressività dei nuovi mercati con forti concentrazioni di produzione a prezzi competitivi, come gli Stati Uniti, l'Australia, la Nuova Zelanda, il Cile, l'Argentina e il Sud Africa. In particolare, l'Australia continua la propria politica di espansione, con un complessivo +13,6% nell'export 2003, con punte del 40% in Svezia, del 30,6% in Olanda e del 27% negli Stati Uniti. L'incremento nell'Ue è stato del 4,6%. In generale, negli ultimi dieci anni si sono più che triplicate le importazioni in Europa dai Paesi terzi (da 2,7 a 9,1 milioni di ettolitri), mentre l'export si è stabilizzato sui 12 milioni di ettolitri.

Secondo i dati Istat aggiornati al 31 ottobre 2003, le forniture estere di vini e spumanti sui nostri mercati hanno raggiunto il livello di 1.148.444 ettolitri, per un esborso valutario di 150.575.000 Euro, con un aumento rispetto allo stesso periodo del 2002 del 98,3% in quantità e del 25% in valore. Il prezzo medio del prodotto estero sui mercati italiani è stato di 1,31 Euro al litro (al 31 ottobre 2002 era di 2,08 Euro al litro). L'incremento delle importazioni nella fascia medio-bassa del prodotto è un chiaro riflesso delle scarse vendemmie 2002 e 2003.

I principali fornitori del mercato italiano nello stesso periodo sono stati la Spagna, con 671.068 ettolitri (+281,8%), ad un prezzo medio di 0,41 Euro al litro (-12,8%), e la Francia con 310.858 ettolitri (+23,7%), ad un prezzo medio di 3,22 Euro al litro.

11.2. Prospettive della transgenesi applicata alla vite

Come si è potuto rilevare dai dati precedenti, la domanda di vino è sempre più orientata verso produzioni di livello superiore. In questa situazione non si capisce perché mai il nostro Paese, che non può certo competere con altri Paesi sulla base dei bassi costi di produzione e dei bassi prezzi di vendita, dovrebbe aprire alla vite transgenica. Da rilevare poi che secondo le ultime indagini di mercato i tre quarti circa dei consumatori avrebbero manifestato la loro contrarietà al consumo di "alimenti transgenici"; esiste sul mercato un'impresa che avvierebbe la produzione di un bene che il 75% degli acquirenti ha dichiarato di non voler acquistare? Pensiamo proprio di no!

A livello mondiale occorre rilevare che la Francia, insieme alla Germania, è tra i Paesi che maggiormente hanno lavorato per la produzione di viti transgeniche. Negli ultimi anni, però, anche in relazione al fatto che i consumatori hanno manifestato un forte dissenso in merito al loro consumo, si è avuta una netta inversione di tendenza, che ha portato al divieto da parte dell'INAO (l'Istituto Nazionale delle Denominazioni di Origine francese) di utilizzare uve transgeniche per la produzione di vino a denominazione di origine controllata (FONTE: Slow Food, sito: www.vinit.net).

Dalle informazioni acquisite, sembra che la produzione di viti transgeniche per l'esecuzione di impianti produttivi sia ancora lontana. Sono in atto alcuni tentativi per conferirle resistenza al freddo, resistenza ai nematodi del terreno, resistenza ai virus e resistenza agli attacchi di fitoplasmi ("flavescenza dorata").

Per quanto attiene alla "Flavescenza dorata", è una malattia di tipo fungino, indotta dall'attacco di un insetto, lo "scafoideus titanus", ma vi sono territori in cui l'insetto non è presente e la malattia si manifesta ugualmente. Occorre rilevare che in Italia gli attacchi di questa malattia hanno iniziato a verificarsi intorno ai primi anni '80, mentre **in Francia la malattia è presente ed è stata rilevata (esiste bibliografia) dai primi anni '50 (e la vitivinicoltura non è scomparsa da questo Paese)**. Pertanto si può affermare che, se anche la malattia è difficile da combattere, esiste la possibilità di convivere con essa, anche senza ricorrere alla transgenesi. In particolare, questa malattia può essere contenuta agevolmente mediante:

- utilizzazione di materiale vegetativo (di piante) sano per l'impianto del vigneto;
- eradicazione delle piante ammalate nelle aree focolaio al fine di contenere l'infezione;

- trattamenti antiparassitari contro i vettori della malattia, ovvero l'insetto "scafoideus titanus", ovviamente solo laddove l'insetto è presente.

Come si è potuto notare, numerosi sono i campi di applicazione della transgenesi alla vite. Appare comunque evidente che, anche sulla base delle esperienze effettuate in altre piante (mais e soia), la transgenesi non sarà in grado di risolvere completamente i problemi legati alla resistenza alle malattie.

In particolare, per alcuni Paesi la coltivazione di Organismi Transgenici (OT) è già una realtà. In questi Paesi, infatti, vige il concetto di “sostanziale equivalenza”, per cui gli alimenti ottenuti da piante transgeniche non sono soggetti a preventive e laboriose analisi di tipo tossicologico e possono essere venduti sul mercato insieme a quelli convenzionali, senza nessuna etichettatura che possa eventualmente consentire al consumatore di operare una scelta consapevole (il mais è mais, sia esso transgenico o convenzionale). Il fatto di considerare gli alimenti transgenici sostanzialmente equivalenti a quelli convenzionali ha determinato un'esplosione delle superfici destinate alla coltivazione di piante transgeniche. Infatti, in presenza di un'unica filiera, e con prezzi flettenti dei prodotti, così come si è verificato per la soia e per il mais transgenici (ma la stessa cosa dovrebbe avvenire per la vite transgenica nel caso in cui sia considerata “sostanzialmente equivalente” a quella convenzionale), è ovvio che l'agricoltore che ha voluto conservare un certo margine di redditività dall'attività di coltivazione, è stato “costretto”, anche suo malgrado, a seminare le cultivar caratterizzate dal minor costo di produzione (ovvero quelle transgeniche). Ecco allora che in questi Paesi l'incremento delle superfici coltivate è dovuto, non tanto ad un gradimento dell'agricoltore nei confronti di queste piante, ma alla necessità da parte dello stesso di mantenere un certo margine di redditività dall'attività agricola (è ovvio che se il prezzo dell'uva transgenica è uguale a quello dell'uva convenzionale, egli coltiverà quella caratterizzata dal minor costo di produzione, ovvero quella transgenica, se sarà vero, ma è tutto da vedere, che avrà meno necessità di trattamenti antiparassitari, di concimazioni, ecc.). Tale scenario potrà essere verosimilmente quello che si verificherà anche nel nostro Paese nel caso in cui il vino ottenuto da uve transgeniche sarà considerato “sostanzialmente equivalente a quello ottenuto da uve convenzionali (ancora una volta la moneta cattiva scaccerà quella buona).

Da rilevare, però, che in questi Paesi, a distanza di una decina di anni dall'introduzione in campo aperto di piante transgeniche, numerosi effetti agronomici negativi, a suo tempo preventivati da alcuni studiosi, si sono, purtroppo, manifestati, vanificando in parte le attitudini, quasi miracolose, previste da altri studiosi per queste piante. Tali effetti, sono stati per la gran parte osservati da ricercatori indipendenti di Università americane, che hanno voluto indagare sulle reali capacità produttive e agronomiche di queste piante.

Relativamente alla **vite transgenica resistente agli insetti**, occorrerà fare i conti con la naturale selezione genetica di insetti resistenti alla tossina prodotta dalla pianta. Tale inconveniente è già stato riscontrato per il mais BT (resistente alla piralide), ed ha determinato un cambiamento nelle pratiche agronomiche adottate per la sua coltivazione. In particolare, consapevoli del fatto che gli insetti dopo alcune generazioni maturano una resistenza genetica alla tossina transgenica, è stato consigliato agli agricoltori di coltivare insieme al Mais BT anche Mais convenzionale (aree rifugio), al fine di evitare la pressione selettiva di individui resistenti. Anche in questo caso l'introduzione di piante transgeniche resistenti agli insetti non ha risolto completamente il problema e non ha semplificato la coltivazione di queste piante. In particolare:

- molto spesso gli agricoltori non hanno seguito il consiglio delle ditte sementiere, per cui non hanno messo in atto la strategie delle “aree rifugio”;
- coloro che hanno creato le “aree rifugio” hanno dovuto adottare due specifiche tecniche di coltivazione per lo stesso prodotto, in quanto la parte coltivata con piante convenzionali deve essere trattata in modo diverso da quella coltivata con piante transgeniche.

In conclusione alle considerazioni relative alle viti transgeniche resistenti agli insetti, occorre chiedersi se quello delle “aree rifugio” è un modello produttivo adatto all'agricoltura italiana, che, come è risaputo, è costituita da aziende di modestissima dimensione (5-6 ettari), dove non è raro incontrare vigneti dell'ordine di poche migliaia di metri quadrati. Occorrerà poi considerare che un impianto di vite ha una durata produttiva di 30-40 anni, per cui, inevitabilmente, si potranno

manifestare prima o poi delle resistenze genetiche da parte dell'insetto. A questo punto le alternative per il viticoltore potranno essere fundamentalmente di due tipi:

- riutilizzare i vecchi insetticidi in grado di controllare l'insetto che è divenuto resistente alla tossina insetticida prodotta dalla pianta;
- sostituire le vecchie viti transgeniche non più resistenti all'insetto con altre viti transgeniche appositamente selezionate per poter resistere alle nuove generazioni di insetto.

Pertanto, come si può osservare, la strategia di trasformare la vite per conferirle resistenza agli insetti, deve essere verificata con le dovute cautele, al fine di non dar vita a piante che ancora non sono gradite dal consumatore e che non sono in grado di evitare completamente i danni procurati dagli insetti.

Ovviamente il problema precedente è amplificato nel caso della **vite transgenica resistente ai patogeni vegetali**, in quanto trattasi di organismi caratterizzati da una pressione selettiva superiore agli insetti e, quindi, in grado di originare resistenze genetiche in tempi minori.

Taluni studi indipendenti effettuati da ricercatori di Università americane avrebbero verificato che non è sempre vero che **le piante transgeniche producono di più**. In particolare, indagini effettuate su migliaia di ettari coltivati, hanno verificato che la soia transgenica produce meno di quella convenzionale (dal 6% all'11% in meno), mentre si avrebbe un aumento del 2,6% nella produzione del mais BT (non in grado di compensare l'aumento di costo della semente transgenica, pari al 40% in più rispetto a quella convenzionale) (FONTE: Benbrook USA, www.biotech-info.net). Tra le motivazioni addotte per giustificare questo livello di produttività, si ricordano:

- nella trasformazione genetica sarebbero state utilizzate cultivar meno produttive;
- si sarebbero manifestati effetti negativi metabolici nella pianta a causa della modificazione genetica;
- le piante transgeniche sarebbero più suscettibili all'attacco di altri parassiti (funghi, per esempio).

Da rilevare comunque che il problema dell'incremento produttivo non riguarda certo la coltivazione della vite, in quanto è ormai acquisito il concetto che un aumento della produttività contrasta con un miglioramento qualitativo dei prodotti ottenuti dalla trasformazione dell'uva. Importante sarà allora verificare se la qualità del vino ottenuto dall'uva della vite transgenica sarà uguale a quella del vino ottenuto della vite convenzionale.

Anche nella vite sarà poi necessario risolvere il problema della **coesistenza con altre forme di viticoltura**. A differenza delle piante erbacee transgeniche (mais e soia soprattutto), per le quali la coesistenza tra forme di agricoltura convenzionali e transgeniche è difficile, se non addirittura impossibile, per la vite la possibilità di coesistenza potrebbe essere agevolata dal fatto che il prodotto edibile è costituito dall'ingrossamento dell'ovario, ovvero dalla parte femminile della pianta.

Anche nel caso di impollinazione incrociata tra cultivar transgeniche e cultivar tradizionali e nel caso in cui la pianta coltivata fosse convenzionale – a parte eventuali modeste tracce di vinaccioli – dalla lavorazione dell'uva ottenuta da quest'ultima si dovrebbe ottenere un mosto senza la presenza di transgeni. Esisterà comunque il problema della certificazione di filiera, nel caso in cui l'etichettatura prevista per il vino "OGM free" preveda l'esclusiva utilizzazione di uve convenzionali.

Da un punto di vista socio-economico, i soggetti coinvolti dall'introduzione della vite transgenica possono essere principalmente individuati negli **agricoltori**, nei **consumatori** e nel **sistema vitivinicolo del nostro Paese**.

Per quanto attiene agli **agricoltori** occorrerà verificare se queste "nuove viti" rappresenteranno un'opportunità, oppure un rischio per il mantenimento di un adeguato livello di reddito. In particolare, è risaputo che l'agricoltore non è in grado di decidere il prezzo di vendita dei prodotti che immette sul mercato, per cui nel lungo periodo costo marginale, costo unitario medio e prezzo di mercato tendono a coincidere, annullando così, di fatto, per l'agricoltore gli effetti economici dell'innovazione tecnologica. Per l'agricoltore esiste poi il problema del brevetto, in quanto il

proprietario della vite transgenica pretenderà il pagamento di una royalty non solo per ogni pianta venduta, ma anche per ogni chilogrammo di uva destinata alla trasformazione in vino.

Relativamente ai **consumatori**, occorre rilevare che essi molto spesso sono disorientati, in quanto la comunità scientifica è divisa in merito agli effetti salutistici degli alimenti transgenici. In particolare, le ultime indagini Coldiretti-ISPO sulle opinioni degli italiani sull'alimentazione, evidenzia che solo un italiano su dieci (13%) è disponibile a consumare alimenti contenenti ingredienti ogm ma a condizione di ottenere uno sconto rilevante nel prezzo di acquisto, mentre più della metà dei consumatori (53%) non acquisterebbe alimenti biotech neanche se costassero oltre il 20% in meno rispetto a quelli tradizionali. In questa situazione, ci si chiede a quale strategia di mercato faccia riferimento quella aliquota (molto modesta a dir la verità) di viticoltori che vorrebbe produrre un bene che più dell'80% dei consumatori non intende acquistare! A chi venderemo il "vino transgenico"?

Anche il **nostro sistema Paese** non otterrà grandi vantaggi dall'introduzione di "uva transgenica". In particolare:

- è impensabile che la nostra viticoltura possa competere sul mercato mondiale sulla base dei bassi costi di produzione. **Essa potrà competere solo sulla base di produzioni di eccellenza, produzioni in grado di rispondere ad una pressante domanda di qualità, di sicurezza alimentare e di tracciabilità;**
- l'introduzione ed il consumo di "uva transgenica" aumenterà la dipendenza del nostro Paese nei confronti delle forniture provenienti dall'estero, in quanto l'auspicata contrazione dei prezzi dell'uva determinerà un ulteriore abbandono dell'attività viticola dalle aree marginali, che non sono in grado di competere sulla base dei bassi prezzi offerti dalla globalizzazione. Ma il prodotto proveniente dall'estero risponde ad una domanda di qualità, di sicurezza alimentare e di tracciabilità? E' stato ottenuto nel rispetto delle regole produttive vigenti nel nostro Paese? Nel processo produttivo sono state rispettate le normative ambientali presenti nel nostro Paese? E le regole sociali in tema di sicurezza del lavoro, di tutela del lavoro minorile, ecc. sono state rispettate? Una considerazione è necessaria: **è inutile imporre regole e normative sicuramente necessarie per il benessere del nostro Paese, se poi è lecito importare prodotti da Paesi che queste regole non le rispettano;**
- la vite transgenica, così come è stata progettata, favorirà la **delocalizzazione produttiva** nei Paesi caratterizzati da bassi costi di produzione, da scarse limitazioni di carattere ambientale e da limitate tutele sociali. Quando verrà meno il legame tra qualità del prodotto/qualità del territorio in cui è stato ottenuto, è impensabile che la produzione di questo stesso prodotto possa essere mantenuta nel nostro Paese;
- se è vero che l'introduzione della vite transgenica determinerà un aumento delle importazioni, con ogni probabilità sarà altrettanto vero che si avrà **una diminuzione del numero di occupati in agricoltura**, con aggravamento dei problemi di presidio del territorio e di tutela dell'assetto idrogeologico;
- si avrà un **abbandono dei territori marginali**, dove maggiori sono i costi di produzione, per cui occorrerà prevedere un aumento delle spese necessarie per le operazioni di manutenzione e conservazione del territorio;
- la vite transgenica determinerà un **danno di immagine per la vitivinicoltura nazionale**, da sempre rinomata per le produzioni di eccellenza che immette sul mercato;
- la vite transgenica **potrebbe determinare una diminuzione di qualità dei nostri vini tipici**. In particolare, al momento attuale non sono state fatte apposite analisi e sperimentazioni in grado di verificare la qualità dei vini ottenuti dalla trasformazione di uva transgenica. Trattasi di un problema di carattere generale, che riguarda tutti i vini prodotti sul territorio nazionale e non solo quelli che nel loro disciplinare di produzione non prevedono di utilizzare materiale transgenico. **E se il prodotto trasformato contiene il transgene e dovrà essere etichettato come tale, siamo sicuri che il consumatore continuerà ad acquistarlo?;**
- da rilevare, infine, che il brevetto di una pianta (una particolare cultivar di vite, che produce un'altrettanto particolare uva) potrebbe **consentire ai Paesi che ne detengono la proprietà di attuare le coltivazioni in località prossime ai mercati di collocamento**, rendendo così

competitive produzioni viticole che attualmente sono penalizzate dagli elevati costi di commercializzazione, evitando nel contempo le problematiche ambientali che queste coltivazioni potrebbero comportare se fossero attuate sul loro territorio. Trattasi di uno scenario molto pericoloso per il nostro Paese, in quanto l'introduzione di "nuove coltivazioni esotiche", succedanee delle nostre produzioni, è attualmente ostacolata dagli elevati costi di condizionamento e di trasporto. In definitiva, una volta ottenuto il brevetto di una determinata cultivar di vite, è molto più semplice e meno costoso attuarne direttamente la produzione su contratto in prossimità dei mercati di collocamento, evitando così tutte le problematiche ed i costi relativi alla conservazione ed al trasporto.

Inoltre, anche laddove fosse provata la coesistenza fra viti convenzionali e transgeniche, si pone un problema aggiuntivo: quello di operare un'attenta segregazione delle uve convenzionali da quelle transgeniche, in quanto miscele di mosti delle due tipologie darebbero origine ad un vino transgenico, che risulterebbe positivo a un'indagine genetica.

Ecco allora che, nel caso di coesistenza, il vinificatore che non intende produrre vino transgenico, soprattutto in seguito ad accordi contrattuali con gli utilizzatori del prodotto, dovrà mettere a punto adeguate strategie di contenimento dell'inquinamento tra uve convenzionali e uve transgeniche, al fine di poter avere "certezze" in merito alle caratteristiche qualitative del vino che intende ottenere. E' ovvio che queste strategie hanno un costo, per cui la coesistenza tra coltivazioni transgeniche e coltivazioni convenzionali comporterà sicuramente una lievitazione dei costi di vinificazione per coloro che vogliono garantire un vino esente da transgeni, costi che potrebbero abbassare, se non addirittura annullare, i benefici economici ottenibili dalla coltivazione di materiale transgenico. Occorrerà poi considerare anche gli eventuali effetti di mercato (abbassamento dei prezzi, difficoltà di collocamento della merce, ecc.), poiché è vero che si avranno maggiori costi di produzione a livello agricolo, ma l'effetto più pericoloso potrà essere quello di vedersi rifiutare un prodotto, che magari ha subito anche un modesto inquinamento da transgeni, da parte del consumatore interno o da parte dell'importatore estero, che ancora esige un alimento completamente esente da Organismi Transgenici (OT).

Soprattutto per un Paese come il nostro, che produce vini di eccellenza, di alto valore aggiunto, i rischi di mercato sono sicuramente più importanti dei rischi produttivi agricoli, in quanto la qualità della materia prima di base potrebbe rappresentare un limite alla produzione di trasformati di eccellenza o, quantomeno, ritenuti tali dal consumatore. In particolare, è ovvio che se viene trasformata uva transgenica, anche il vino ottenuto sarà transgenico (di fatto, perché verificabile da una analisi PCR, oppure "derivante" da OGM, nel caso in cui venga attuata la tracciabilità di filiera). E' altrettanto ovvio che, se la legislazione lo prevede, questo vino dovrà essere etichettato come "contenente OGM" o "derivante da OGM". Ecco che in questa situazione, al di là del fatto che gli OGM possano determinare anche effetti sui costi agricoli, gli scenari economici si faranno molto più complessi, in quanto si dovranno ipotizzare riduzioni di prezzo dei prodotti trasformati che non rispondono più alle esigenze dei consumatori, consumatori che non sono più disposti a pagare prezzi elevati per acquistare un prodotto che eccellente, secondo il loro metro di misura, non è più.

Nella suddetta situazione, occorrerebbe quindi verificare il complesso degli effetti prodotti dall'introduzione di OT sull'intera filiera distributiva, che parte dal viticoltore ed arriva sino alla distribuzione al dettaglio. E' vero che i viticoltori subiranno maggiori costi, ma è altrettanto vero che anche i trasformatori subiranno maggiori costi e minori redditi (di approvvigionamento, di analisi, ecc.), ed è altrettanto vero che anche i distributori di prodotti di eccellenza subiranno maggiori costi e minori redditi (il prezzo di vendita non potrà andare oltre certi livelli rispetto al prodotto transgenico).

Con ogni probabilità, gli unici che guadagneranno da questa situazione saranno i produttori di vini di scarsa qualità, che vedranno aumentare le difficoltà produttive di coloro che offrono prodotti di eccellenza (difficoltà nel reperimento della materia prima, maggiori costi di approvvigionamento, maggiori costi di analisi, minori prezzi di vendita rispetto agli incrementi di costo, ecc.) e vedranno divenire maggiormente competitivi i vini da loro offerti (in termini relativi se il prezzo dei vini di eccellenza aumenterà, il prezzo degli altri vini di minore qualità, pur rimanendo

costante, è come se diminuisse).

A questo punto, in un'ottica di globalizzazione dei mercati, si inseriscono considerazioni di opportunità per il nostro Paese, in merito all'utilizzazione o meno di produzioni che non sono gradite dal consumatore e che possono determinare una diminuzione della competitività delle nostre produzioni. Un consumatore che oggi sarebbe meglio chiamare "acquistatore", in quanto controlla e verifica accuratamente il prodotto prima di acquistarlo e che tende a scartare prodotti che contengono OT.

Per quale motivo il nostro Paese dovrebbe aprire al vino transgenico se il consumatore non lo vuole? Giova ripeterlo: non risponde ad alcuna logica economica la strategia di voler immettere sul mercato un bene che più dell'80% degli acquirenti ha detto di non voler acquistare. Perché la nostra viticoltura dovrebbe abbandonare una strategia sicura, basata sulla qualità, sulla tracciabilità e sulla sicurezza alimentare, per far posto ad una produzione omologante, sempre meno richiesta dal mercato? Potrà competere il nostro Paese sul mercato globale sulla base dei bassi costi di produzione e dei bassi prezzi di vendita o, più realisticamente, potrà competere sulla base di produzioni di eccellenza ad alto valore aggiunto? Perché mai, in un'ottica di sviluppo sostenibile, dovremmo adattarci a coltivare prodotti "non ancora sicuri" per la salute umana e per l'ambiente, ben sapendo che questa strada è senza via di uscita?

In conclusione, la coesistenza tra viticoltura transgenica e convenzionale determina un ampliamento delle problematiche produttive e decisionali per il viticoltore. E' ovvio che in una situazione di incertezza in cui non sarà possibile determinare a priori la qualità del prodotto finale ottenuto, il viticoltore sarà portato a sostituire le produzioni convenzionali con quelle transgeniche, in quanto saranno le uniche che offriranno certezza nei costi di produzione e nei prezzi di vendita (in pratica egli sarà portato a non rischiare di coltivare con i costi del convenzionale, per dover poi vendere ai prezzi del transgenico). **Ancora una volta "la moneta cattiva scaccerà quella buona"**.

11.3. Alcune considerazioni di sintesi

In un futuro ormai prossimo, le nostre produzioni vitivinicole dovranno confrontarsi con quelle provenienti da Paesi caratterizzati da costi di produzione decisamente inferiori, da Paesi che non hanno limitazioni nell'utilizzazione di determinati prodotti chimici, siano essi concimi e/o antiparassitari, da Paesi nei quali il lavoro minorile non è tutelato o è, addirittura, incentivato e/o sfruttato, da Paesi che non saranno in grado di garantire il materiale genetico da cui deriva la produzione e l'elenco potrebbe continuare ancora. Ecco allora che nei prossimi anni i problemi per la vitivinicoltura nazionale deriveranno con ogni probabilità anche dalla globalizzazione dei mercati e dalla conseguente realizzazione di un grande mercato mondiale dei prodotti alimentari, un mercato dove con ogni probabilità l'imperativo sarà **produrre di più (non importa con quale tecnica e/o con quale materiale genetico) ai più bassi costi possibili**.

In un contesto come quello delineato occorre chiedersi: ma i bassi costi e la globalizzazione dei mercati si conciliano con la qualità della produzione da tutti auspicata? Si adattano alla necessità di assicurare un reddito anche agli agricoltori delle aree "svantaggiate" da un punto di vista dei costi di produzione? Si conciliano con lo sviluppo sostenibile del territorio? Riescono a preservare l'identità culturale, economica, sociale e professionale di un territorio?

E' a queste domande che occorre fornire una risposta, al fine di verificare se nel lungo periodo l'uva transgenica e il conseguente processo di globalizzazione dei mercati rappresenti per la vitivinicoltura del nostro Paese un'opportunità o, al contrario, una *strada pericolosa*, che potrebbe determinare effetti dannosi per il benessere della nostra società e per quello delle generazioni future.

Pertanto, le problematiche relative all'introduzione della vite transgenica sono notevoli e di portata tale da non giustificare una decisione affrettata.

In particolare, come per le altre innovazioni tecnologiche, **la loro applicazione può essere buona, mediocre o, addirittura, cattiva**. Per il momento, le moderne biotecnologie hanno riguardato solo ed esclusivamente applicazioni finalizzate all'automazione del processo produttivo agricolo. In

particolare, l'adozione di questa tecnologia è avvenuta senza prima verificare se vi possano essere delle controindicazioni sia da un punto di vista degli effetti biologici che essa può determinare (sulla salute umana, sugli ecosistemi, sulla biodiversità, ecc.), sia da un punto di vista degli effetti economici che la sua applicazione può avere su sistemi produttivi agricoli sensibili come quelli presenti nel nostro Paese.

Certamente la nostra vitivinicoltura, da sempre basata su presupposti di tipicità e di qualità, non ha bisogno dell'attuale, incerta, biotecnologia, che per essere considerata sostenibile dovrebbe avere possibilità applicative decisamente migliori.

Occorrerà poi valutare attentamente se il "vino ottenuto da uve transgeniche" risponde ad una reale esigenza del consumatore. Soprattutto nell'attuale momento in cui quest'ultimo tende a privilegiare la tipicità, la salubrità e, più in generale, la naturalezza dei prodotti alimentari (**il forte aumento del consumo di produzioni biologiche ne è una conferma**), si può affermare che la sua introduzione è sicuramente in controtendenza.

E questo andrà valutato attentamente, al fine di non impiegare risorse e capacità umane nello sviluppo di produzioni delle quali non si profila una reale necessità.

11.4. Bibliografia

- [1] AA. VV. – Ecologia ed etica, Edizioni Tellus, Roma, 2002.
- [2] AA. VV. – OGM: conoscerli per affrontarli, Associazione ONLUS “Verdi Ambiente e Società”, Roma, 2001.
- [3] AA. VV. – OGM: le verità sconosciute di una strategia di conquista, Editori Riuniti, Roma, 2004.
- [4] AA.VV. – Biotecnologie, per la tutela dei prodotti tipici italiani, 21^{mo} Secolo, Milano, 2003.
- [5] AA.VV. – L’uomo è più dei suoi geni, RIZZOLI, Milano, 2001.
- [6] AA.VV. – ORGANISMI GENETICAMENTE MODIFICATI, il tempo delle scelte, Atti del Convegno, La Sapienza, Roma, 4 giugno 2002.
- [7] AA.VV. – I semi del dubbio. Le esperienze degli agricoltori Nord Americani con le colture GM, FD srl Edizioni Aspasia, 2003.
- [8] Antonietti A. - "Geni" e agricoltura, Atti e Memorie della Accademia di Agricoltura Scienze e Lettere di Verona, Anno Accademico 1990-91, Serie VI - Vol. XLII, Verona.
- [9] Bardone E., Viglia A. - Il ruolo delle biotecnologie nella salvaguardia ambientale, Genio Rurale, n. 7/8, 1991.
- [10] Brunetta R. - Innovazione tecnologica e mercato del lavoro, Bollettino degli Interessi Sardi - Studi di Economia e Diritto, n. 2, 1992.
- [11] Bussolanti M., Moranti S., – Il gene nel piatto, Tecniche Nuove, Milano, 2000.
- [12] Buttel F. H. - Ideologia e tecnologia in agricoltura sul finire del ventesimo secolo: le biotecnologie come simbolo e come sostanza, La Questione Agraria, n. 48, 1992.
- [13] Conti L. – Produttività dell'ecosistema e produttività del lavoro, Impatto ambientale nella pianificazione territoriale, Franco Angeli, Milano, 1989.
- [14] De Blasi G. - L'utilizzazione della terra e delle risorse naturali: una sfida per un mondo turbolento. Rivista di Economia Agraria, n. 2, 1986.
- [15] Delledonne M., Borzi N. – Biotecnologie in agricoltura. Realtà, sicurezza e futuro. FEDERCHIMICA, Milano, 2001.
- [16] Galante E. - Agricoltura e ricerca scientifica. INEA, Il Mulino, 1980.
- [17] Galizzi G. - Progresso tecnico e impresa agricola. Edizioni Agricole, Bologna, 1960.
- [18] Gavazzi G. – OGM e produzione agricola, La Provincia, Quotidiano di Cremona e Crema, 25 gennaio 2004.
- [19] Gerelli E. - La politica ambientale: problemi e situazione, Atti del XXV Convegno di Studi della SIDEA "Problemi economici nei rapporti tra agricoltura e ambiente", Ancona, ottobre 1988.

- [20] Lechi F., Grillenzoni M. - Condizioni e modi determinanti lo sviluppo sostenibile nel settore agricolo, Atti del XXI Incontro Ce.S.E.T. su "Sviluppo sostenibile nel territorio: valutazione di scenari e di possibilità", Perugia, 8 marzo, 1991.
- [21] Lombardini S. - Aspetti economici dello sviluppo sostenibile nel territorio, Atti del XXI Incontro Ce.S.E.T. su "Sviluppo sostenibile nel territorio: valutazione di scenari e di possibilità", Perugia, 8 marzo, 1991.
- [22] Malagoli C. - Moderne biotecnologie in agricoltura: una problematica aperta, *Economia Agro-Alimentare*, n. 2/97, Parma, 1997.
- [23] Malagoli C. - OGM: quale futuro per l'agricoltura, *VERDE AMBIENTE*, n. 3 maggio/giugno, Roma, 1998.
- [24] Malagoli C. - Ruolo delle moderne biotecnologie per lo sviluppo sostenibile in agricoltura, Atti del Convegno Nazionale "Agrobiotecnologie: un'agricoltura senza terra, un progresso senza l'uomo", Università degli Studi di Parma, 17 ottobre, 1998.
- [25] Malagoli C. - Biotecnologie e sviluppo sostenibile, *GENIO RURALE*, n. 5, Bologna, 1999.
- [26] Malagoli C. - Help! Transgenico in tavola, CYBELE and CO srl, Colognola ai Colli (Verona), 2002.
- [27] Malagoli C. - Agricoltura transgenica: quale futuro?, *AGRICulture* (edito dalla FIDAF, Federazione Italiana Dottori in Agraria e Forestali), n. 5, 1999.
- [28] Malagoli C. - Moderne biotecnologie e politica agraria comunitaria; un connubio difficile, *Rivista di POLITICA AGRARIA*, n. 4, agosto 1999.
- [29] Monastra G. - Maschera e volto degli OGM. Fatti e misfatti degli organismi geneticamente modificati, Edizioni Settimo Sigillo, Roma, 2002.
- [30] Paris P., Paris Q. - L'agricoltura nel ventunesimo secolo: prospettive agronomiche ed economiche. *La Questione Agraria*, n. 60, 1995.
- [31] Pratesi F., Tamino G. - Ladri di geni. Dalle manipolazioni genetiche ai brevetti sul vivente, Editori Riuniti, Roma, 2001.
- [32] Pretty J. - Le modificazioni genetiche: rischi e benefici. "La rigenerazione dell'agricoltura - Materiali per un dibattito. *COLDIRETTI*, n. 1 maggio 2003.
- [33] Ruivenkamp G. - Biotecnologie "su misura": possibilità di uno sviluppo centrato sull'azienda agricola. *La Questione Agraria*, n. 48, 1992.
- [34] Sala F. - Biotecnologie vegetali: tra rifiuto e accettazione. *Le Scienze*, n. 386, ottobre 2000.
- [35] Salvioni C. - Effetti potenziali dell'applicazione di biotecnologie in agricoltura, *Rivista di Politica Agraria*, n. 3, 1991.
- [36] Scarascia Mugnozza G.T. - Potenzialità del miglioramento genetico in piante ed animali. Accademia Nazionale di Agricoltura e CNR - Bologna, 2001

- [37] Tamino G. – Il bivio genetico. Salute e biotecnologie tra ricerca e mercato, Edizioni Ambiente, Milano, 2001.
- [38] Vellante S. - Cambiamento tecnologico e organizzazione dell'impresa agricola, Rivista di Economia Agraria, n. 4, 1983.
- [39] Vidoz F. – La sfida della qualità, PeopleSWG, Battello Stampatore, Trieste, 2001.

Annesso 1: studi condotti per monitorare gli effetti delle PGM sulla rizosfera.

Novel trait	Plant	Phenotype (gene)	Differences observed	Observed changes in rhizosphere of transgenic plants	Reference
Herbicide tolerant	rape (<i>Brassica napus</i> L.)	glyphosate tolerant (<i>EPSPS</i> ?, <i>GOX</i> ?)	yes	community fatty acid and community-level physiological profiles (CLPP) altered	Siciliano et al. (1998)
			yes	taxonomic diversity of root-associated community altered	Siciliano and Germida (1999)
	rape (<i>Brassica</i> spp.)	glyphosate and glufosinate tolerant (<i>EPSPS</i> , <i>GOX</i> , <i>Pat</i>) glufosinate tolerant (<i>Pat</i>)	some	community fatty acid and CLPP profiles differed for one line (Quest) out of four transgenic lines tested	Dunfield and Germida (2001)
			yes	altered diversity of <i>Rhizobium leguminosarum</i> community	Becker et al. (2001)
			yes	minor differences in denaturing gel gradient electrophoresis (DGGE) pattern of eubacteria, different <i>Pseudomonas</i> population	Gyamfi et al. (2002)
soybean [<i>Glycine max</i> (L.) Merr.] corn (<i>Zea mays</i> L.)	glyphosate tolerant (<i>EPSPS</i>) glufosinate tolerant (<i>Pat</i>)	yes no	increased colonization by <i>Fusarium</i> spp. no differences with single strand conformation polymorphism (SSCP)-polymerase chain reaction (PCR)	Kremer et al. (2000) Schmalenberger and Tebbe (2002)	
Insect resistance	cotton (<i>Gossypium</i> spp.)	lepidopteran and coleopteran control (<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>tenebrionis</i> endotoxin)	yes	significant but transient stimulation of culturable bacteria and fungi and change in substrate utilization	Donegan et al. (1995)
	tobacco (<i>Nicotiana tabacum</i> L.)	insect resistance (Proteinase Inhibitor I)	yes	numbers of <i>Collembola</i> and nematodes	Donegan et al. (1997)
Insect resistance	potato (<i>Solanum tuberosum</i> L.)	invertebrate pest control (Con A and GNA lectins)	some	altered CLPP patterns	Griffiths et al. (2000)
Pathogen resistance	wheat (<i>Triticum aestivum</i> L.)	root-rot resistance (Chromosome S-615)	yes	composition of cultivable rhizosphere community	Neal et al. (1970, 1973)
	potato	resistance to phytopathogenic bacteria (T4-lysozyme)	some	different isolates identified in phyllosphere, no effect on DGGE fingerprints or catabolic profiles	Heuer and Smalla (1999)
			some	fewer species of antagonistic bacteria associated with plant, no differences in numbers and function of plant beneficial bacteria	Lottmann et al. (1999)
			yes	establishment of a T4-tolerant bacteria in rhizosphere	Lottmann et al. (2000)
			yes	higher bactericidal effect on <i>Bacillus subtilis</i> on root hairs	Ahrenholtz et al. (2000)
			no some	no effect on antagonistic bacteria rhizosphere community structure associated with one line (DL4) differed from a second line tested and the control plants, no differences for other transgenic lines tested	Lottmann and Berg (2001) Heuer et al. (2002)
Other	alfalfa (<i>Medicago sativa</i> L.)	α -amylase and lignin-peroxidase production	some	different populations of culturable microorganisms, altered enzyme activity and substrate utilization patterns; no differences in protozoa, nematodes, microarthropods, and DNA fingerprinting	Donegan et al. (1999)
			yes	enterobacterial repetitive intergenic consensus sequence (ERIC)-PCR patterns of communities in wells of GN BIOLOG plates	Di Giovanni et al. (1999)
	bird's-foot trefoil (<i>Lotus corniculatus</i> L.)	opine production	yes	increased numbers of opine utilizers	Oger et al. (1997)
			yes	increased numbers of opine utilizers	Mansouri et al. (2002)

Fonte: Dunfield, 2004.