



# Piante transgeniche

MODULO N°  
9

*European Initiative for Biotechnology Education*

---

**Gruppo di lavoro:**

Vic Damen (Coordinatore del modulo), Catherine Adley, Fred Brinkman,  
Dorte Hammelev, Margareta Johansson, Marleen van Strydonk.



**L'Iniziativa Europea per l'Educazione alla Biotecnologia (EIBE) ha per vocazione il miglioramento della comprensione della biotecnologia, di promuovere le sue tecniche, e di stimolare il dibattito pubblico con una formazione adeguata nelle scuole e nelle università dell'Unione Europea (UE).**

## Corrispondenti dell'EIBE



### AUSTRIA

| Rainhart Berner, Höhere Bundeslehr- und Versuchsanstalt für Chemische Industrie Wien, Abt. für Biochemie, Biotechnologie und Gentechnik, Rosensteingasse 79, A-1170 WIEN.



### BELGIO

| Vic Damen / Marleen Van Strydonck, R&D Groep VEO, Afdeling Didactiek en Kritiek, Universiteit Antwerpen, Universiteitsplein 1, B-2610 WILRIJK.



### BULGARIA

| Raytcho Dimkov, Faculty of Biology, University of Sofia "St. Kliment Ohridski", Dr. Tzankov blvd. No.8, 1421 SOFIA.



### REPUBBLICA CECA

| Hana Nováková, Pedagogprogram, Faculty of Education UK, Pedagogical Centre, Prague, Konevova 241, CZ-13000 PRAGUE 3



### DANIMARCA

| Dorte Hammelev, Biotechnology Education Group, Foreningen af Danske Biologer, Sønderengen 20, DK-2860 SØBORG.

| Lisbet Marcussen, Biotechnology Education Group, Foreningen af Danske Biologer, Lindevej 21, DK-5800 NYBORG.



### EIRE

| Catherine Adley / Cecily Leonard, University of Limerick, LIMERICK.



### ESTONIA

| Tago Sarapuu, Science Didactics Dept., Institute of Molecular and Cell Biology, University of Tartu, Lai Str. 40, EE-2400 TARTU



### FRANCIA

| Gérard Coutouly, LEGTP Jean Rostand, 18 Boulevard de la Victoire, F-67084 STRASBOURG Cedex.

| Laurence Simonneau / Jean-Baptiste Puel, Ecole Nationale de Formation Agronomique, Toulouse-Auzeville, Boîte Postale 87, F-31326 CASTANET TOLOSAN Cedex.



### GERMANIA

| Horst Bayrhuber / Eckhard R. Lucius / Ute Harms / Angela Kroß, Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel, Olshausenstraße 62, D-24098 KIEL.

| Michael Schallies, Paedagogische Hochschule Heidelberg, Im Neuenheimer Feld 561, D-69120 HEIDELBERG.

| Ognian Serafimov, UNESCO-INCS, c/o Jörg-Zürn-Gewerbeschule, Rauensteinstraße 17, D-88662 ÜBERLINGEN.

| Eberhard Todt, Fachbereich Psychologie, Universität Gießen, Otto-Behagel-Straße 10, D-35394 GIEßEN.



### GRECIA

| Vasilis Koulaidis / Vasiliko Zogza-Dimitriadi, Dept. of Education, Unit of Science, University of Patras, Rion, GR-26500 PATRAS



### ITALIA

| Antonio Bargellesi-Severi / Alessandra Corda Mannino / Stefania Uccelli, Centro di Biotecnologie Avanzate, Largo Rosanna Benzi 10, I-16132 GENOVA.



### LUSSEMBURGO

| John Watson / Laurent Kieffer, Ecole Européenne de Luxembourg, Département de Biologie, 23 Boulevard Konrad Adenauer, L-1115 LUXEMBOURG.



### OLANDA

| David Bennett / Ana-Maria Bravo-Angel, Cambridge Biomedical Consultants, Schuytstraat 12, NL-2517 XE DEN HAAG.

| Fred Brinkman, Hogeschool Holland, Academy for Communication, Postbus 261, NL-1110 AG DIEMEN.

| Liesbeth van de Grint / Jan Frings, Hogeschool van Utrecht, Educatie Centrum voor Biotechnologie, FEO, Afdeling Exacte Vakken, Biologie, Postbus 14007, NL-3508 SB UTRECHT.



### POLONIA

| Anna Sternicka, Department of Biology, University of Gdansk, Bazynskiego 1, GDANSK



### SPAGNA

| María Sáez Brezmes / Angela Gómez-Niño / Rosa M. Villamañán, Facultad de Educación, Universidad de Valladolid, Geologo Hernández Pacheco 1, ES-47014 VALLADOLID.



### SVEZIA

| Margareta Johansson, Föreningen Gensyn, PO Box 37, S-26881 SVALÖV.

| Elisabeth Strömberg, Östrabo Gymnasiet, S-45181 UDDEVALLA.



### SVIZZERA

| Kirsten Schlueter, Institut fuer Verhaltenswissenschaft, Eidgenoessische Technische Hochschule IfV/ETH, ETH Zentrum TUR, Turnerstr. 1, CH-8092 ZUERICH



### REGNO UNITO

| Wilbert Garvin, Northern Ireland Centre for School Biosciences, NIESU, School of Education, The Queen's University of Belfast, BELFAST, BT7 1NN.

| John Grainger / John Schollar / Caroline Shearer, National Centre for Biotechnology Education, The University of Reading, PO Box 228, Whiteknights, READING, RG6 6AJ.

| Jenny Lewis, Centre for Studies in Science and Mathematics Education, University of Leeds, LEEDS LS2 9JT

| Jill Turner, School of Nursing and Midwifery, 1-3 College Park East, The Queen's University of Belfast, Belfast, BT7 1LQ.

| Paul Wymer, Society for General Microbiology, Marlborough House, Basingstoke Road, READING RG7 1AE.

## Coordinatore dell'EIBE

Horst Bayrhuber, Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel, Olshausenstraße 62, D-24098 KIEL, Germany. Telephone: + 49 (0) 431 880 3166 (EIBE Secretary: Ute Harms). Facsimile: + 49 (0) 431 880 3132.



# Piante transgeniche

MODULO N°

9

*European Initiative for Biotechnology Education*

CONTENUTI

## Contenuti

★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★

I	Gruppo di lavoro e diritti d'autore	4
I	Notizie sul modulo	5
I	Piante transgeniche	
	Introduzione	6
	Come nasce una pianta transgenica	6
	L'utilizzo di piante transgeniche	9
	Quali piante	11
	Informazioni	13
I	Casi studiati	
	Rapa, mais, pomodoro	14
	Soia	15
	Potenzialità e problemi	16
I	Appendice 1	
	Delibere della Commissione	18
I	Appendice 2	
	Esempio di questionario	20

## World Wide Web

★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★

Pochi settori conoscono uno sviluppo così rapido come le biotecnologie. La pubblicazione elettronica dei moduli dell'EIBE permette una revisione di un aggiornamento continuo dei contenuti e una diffusione ad un costo ridotto.

Questa e gli altri moduli EIBE sono disponibili in tutto il mondo su World Wide Web:

<http://www.rdg.ac.uk/EIBE>

Tutti i moduli sono documenti in formato PDF, ciò significa che le illustrazioni di alta qualità, i colori, i caratteri tipografici e l'impaginazione di questi documenti verranno conservati qualunque Computer voi abbiate (Macintosh, compreso il Power PC, Windows, DOS e Unix).

I documenti in formato PDF sono anche di dimensione minore rispetto agli originali dai quali derivano e, pertanto, occorrerà meno tempo per trasferire i documenti. Fate attenzione che per visualizzare i moduli dell'EIBE avrete bisogno di una copia del software Adobe AcrobatR Reader.

Il software Adobe AcrobatR Reader 2.01 è disponibile gratuitamente in diverse lingue (olandese, inglese, francese, tedesco, spagnolo, svedese e italiano). Può essere recuperato a partire dal sito:

<http://www.adobe.com/>

Con questo software, è possibile visualizzare e stampare i moduli dell'EIBE e "navigare" facilmente attraverso i documenti.

N.B.: Adobe e Acrobat sono i marchi depositati di Adobe Systems Incorporated. Macintosh è il marchio depositato dell'Apple Computer Incorporated.

# Autori



- **Vic Damen** (Coordinatore del modulo) & **Marleen van Strydonck**  
Università di Antwerpen, R&D Groep VEO, Afdeling Didactiek en Kritiek, Universiteitsplein 1, B-2610 Antwerpen, Belgio.
- **Catherine Adley**  
Università di Limerick, Plassey, Limerick, Irlanda.
- **Fred Brinkman**  
IDO/VU, Vrije Universiteit Amsterdam, De Boelelaan 1115, NL-1081 HV Amsterdam.
- **Dorte Hammelev**  
IMFUFA, Università di Roskilde, Danimarca
- **Margaretta Johansson**  
Svalov Science Centre, Svalov, Svezia.

Disegni, illustrazioni, impaginazione:  
**Caroline Shearer**, NCBE, Università di Reading, Regno Unito

Traduzione: **Maddalena Sturla**, Università di Genova, Italia

## Ringraziamenti

Il Dott. F. Folmer D. Eriksen dell'Istituto di Tossicologia del Ministero della Alimentazione, Agricoltura e Pesca della Danimarca ha fornito un aiuto straordinario per la preparazione di questo modulo.

Il Dott. Holger Petersen e il Dott. Juliane Alberg del Ministero dell'Ambiente ed Energia della Danimarca e dell'Ufficio della Protezione Ambientale Danese, hanno provveduto a dare utili informazioni e suggerimenti.

## © Diritti d'autore

I diritti d'autore sono di proprietà dell'EIBE. Gli autori di questo modulo dichiarano di essere moralmente titolari del copyright secondo la sezione 77 di Designs, Patents e Copyright Act, UK (1998).

### Uso didattico

La riproduzione elettronica o stampati della totalità o di una parte del modulo, sono autorizzati per l'uso didattico a condizione che le copie siano distribuite a prezzo di costo o ad un prezzo inferiore al costo di riproduzione e che vengano indicati gli autori e coautori proprietari dei diritti d'autore.

### Altri impieghi

Questo modulo può essere utilizzato a fini non commerciali, ma non può essere diffuso elettronicamente, mailing list o bbs. Non può essere diffuso sul World Wide Web senza autorizzazione né in altro modo di distribuzione e riproduzione che si sostituirebbe ad un abbonamento o ad un'autorizzazione individuale d'accesso, né in altri modi che non rispettino queste condizioni.

### Uso commerciale

Per utilizzare parzialmente o integralmente questo modulo a fini commerciali o per altre pubblicazioni, dovete contattare:

Segreteria EIBE, c/o IPN  
Università di Kiel, Olshausenstraße 62  
D-24098 KIEL 1  
Germania  
Telefono: + 49 (0) 431 880 3137  
Fax: + 49(0) 431 880 3132  
E-Mail: harms@ipn.uni-kiel.de

## Informazioni sui moduli EIBE

Le attività di questi moduli sono opera di insegnanti ed educatori di molti Paesi europei sostenuti finanziariamente e moralmente da DG XII della Commissione Europea, per EIBE, European Initiative for Biotechnology Education. Tutte le attività sono state testate con cura in esercitazioni di laboratorio a cui hanno partecipato insegnanti e studenti di tutta Europa.

I contenuti espressi in questi moduli e le attività qui suggerite sono opera degli autori e non della Commissione Europea.

# Notizie sul modulo



Questo modulo fornisce aggiornate informazioni sulle piante transgeniche e sul loro impiego oggi. I concetti presenti nel modulo permettono di migliorare la comprensione e forniscono informazioni di base per una discussione in classe sull'importanza delle piante transgeniche nel mondo odierno.

## Questo modulo comprende:

- 1) Un testo introduttivo sulle problematiche dell'argomento.
- 2) Concetti scientifici essenziali e tecnologie necessarie per la produzione di piante transgeniche.
- 3) L'importanza e le implicazioni delle coltivazioni sperimentali.
- 4) Informazioni sulle valutazioni di rischio e sulle norme EU.
- 5) Le notizie principali su piante selezionate e raccolti: pomodori; patate; soia; rapa, che sono in prima linea nella ricerca di piante transgeniche.
- 6) Suggestimenti per valutare i vantaggi ed i problemi prevedibili nella produzione e nell'uso nel mondo di piante transgeniche.
- 7) Un questionario per valutare la comprensione da parte degli studenti dei concetti di pianta, gene ed espressione dei caratteri genetici.

## Come si può utilizzare questo modulo?

Non è necessario fornire precedentemente agli studenti approfondite cognizioni sulle piante transgeniche o sulle tecnologie applicate al DNA. Essi devono conoscere concetti principali di genetica ed alcuni elementi di base sulle tecnologie genetiche. Per capire se gli studenti hanno compreso i concetti di pianta, gene e caratteri genetici, si può utilizzare il questionario (*Appendice 2*). Per completare la scheda non lasciare più di 10 minuti. E' importante non dare alcun suggerimento ed incoraggiare gli studenti a

rispondere alle domande anche se non sono sicuri delle risposte.

Il modulo può essere utilizzato in modo tradizionale nelle lezioni di scienze per sviluppare il concetto di piante transgeniche e le questioni sociali legate all'uso di queste piante.

**Obiettivi:** gli studenti possono

- descrivere le differenti tecniche impiegate per ottenere una pianta transgenica;
- spiegare lo scarso successo, cioè i pochi risultati soddisfacenti e l'instabilità della pianta transgenica, in circostanze non ottimali;
- spiegare che l'immissione di piante transgeniche nel mondo occidentale è stata preceduta da ricerche, prove di campo ed un'attenta valutazione di rischio, ed è controllata da numerose norme;
- valutazione dei benefici e degli svantaggi nell'impiego di piante transgeniche, dal punto di vista biologico, economico e sociologico.

Il modulo può anche essere utilizzato per un approccio all'argomento. Il testo introduttivo può inoltre essere un punto di partenza per analizzare i problemi che derivano dall'impiego della pianta transgenica del cotone. Il modulo fornisce informazioni di supporto dalle quali gli studenti possono trarre risposte alle loro domande. In seguito a queste attività, gli studenti possono discutere i vantaggi e gli svantaggi dell'uso delle differenti piante transgeniche.

Oltre agli obiettivi esposti sopra, gli studenti possono anche imparare ad analizzare il problema e cercare informazioni per comprendere a fondo i problemi presenti nel testo introduttivo.



# Introduzione



Nell'estate del 1996 i giornali riportavano articoli sulla pianta del cotone modificata geneticamente. Nel Messico e negli stati del sud degli USA, le piante di cotone che erano state modificate geneticamente per essere più resistenti ai bruchi, in alcune aree, in un secondo raccolto, perdevano la resistenza mostrata. I bruchi avevano danneggiato il raccolto nel modo abituale mangiando le capsule dei semi. Ottocentomila ettari di terreno erano stati coltivati con questa particolare pianta di cotone. La resistenza apportata alle piante consisteva nell'avvelenare le larve quando mangiano le piante.

Il gene che codifica il veleno deriva dal *Bacillus thuringiensis*, conosciuto come Batterio-Bt. Esso normalmente è presente sulle foglie ed il suo veleno è stato utilizzato per molti anni come pesticida spray contro le diverse specie di bruchi. Come spray per l'ambiente è relativamente innocuo in quanto si decompone rapidamente e vengono uccisi solo un selezionato gruppo di insetti - come bruchi e larve. Il veleno non è dannoso per altri animali che vivono sulla pianta del cotone o lì intorno, né per gli uomini. Per molti anni la coltivazione del cotone ha richiesto un uso molto intensivo di insetticidi. E' quindi un vantaggio la coltivazione di nuove piante resistenti agli insetti con conseguente riduzione della quantità di spray chimici necessari.

Sfortunatamente queste particolari piante di cotone transgeniche, coltivate in Messico e nel sud degli Stati Uniti, sono state attaccate da tre differenti specie di bruchi che si pensava venissero avvelenate qualora avessero mangiato la pianta.

I ricercatori ed i coltivatori si sono domandati se le larve fossero diventate resistenti al veleno o vi potessero essere altre possibili spiegazioni.

I coltivatori inoltre si chiedevano quanto batterio-BT avrebbero dovuto utilizzare come protezione biologica contro le differenti specie di bruchi nocivi, qualora la nuova pianta di cotone fosse stata ritirata.

Il numero estremamente alto di bruchi nei campi di cotone poteva essere spiegato alternativamente da una crescita più elevata di bruchi causata dall'estate estremamente calda e secca. E' noto infatti che uno stress, come l'alta temperatura, influisce sull'espressione del gene nei differenti tessuti.

Questo caso è interessante per l'Europa perché al momento (1996) la Commissione Europea sta valutando la possibilità di mettere sul mercato tre diverse piante di mais per autorizzarne la vendita. A tutte le tre specie di mais è stato inserito il gene BT simile a quello usato per il cotone. Una delle ragioni per cui la Commissione Europea indugia, è la prudente considerazione della possibilità di causare lo sviluppo di insetti resistenti all'esistente Bt spray e ai suoi effetti sull'ambiente.

## Definizione

Sono definite piante geneticamente modificate, con un gene aggiunto o transgeniche quelle piante che hanno ricevuto uno o più geni da una diversa pianta o organismo, o che hanno aggiunto al loro genoma un gene o geni che sono stati alterati o uniti in modo particolare.

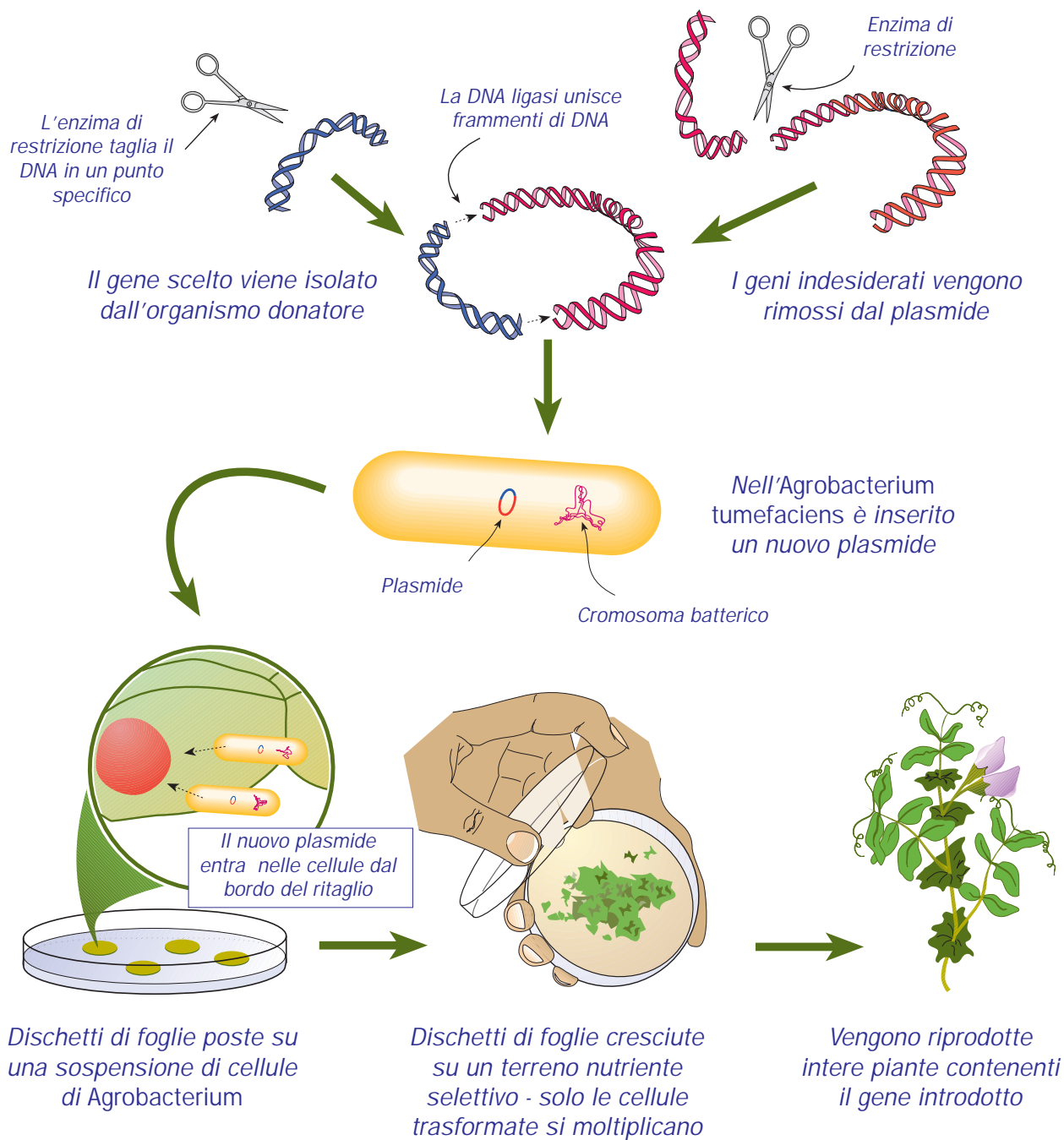
## Come nasce una pianta transgenica

### Tecniche di laboratorio di

Metodo *Agrobacterium tumefaciens*

Le prime piante transgeniche sono state prodotte agli inizi del 1980, quando è stato scoperto che il batterio, *Agrobacterium tumefaciens*, era in grado di trasferire materiale genetico nelle piante. Oggi si conoscono altri validi metodi, ma questa tecnica che è stata applicata per prima, è ancora ampiamente usata. L'*A. tumefaciens* è un batterio del terreno che contiene, oltre ad un suo cromosoma, un ulteriore, mini-cromosoma circolare chiamato plasmide induttore di tumore (Ti). Questo frammento di DNA contiene geni che sono responsabili della formazione del tumore del colletto, malattia delle piante. E' possibile asportare i geni che causano questi tumori e sostituirli con geni selezionati, utilizzando il plasmide Ti come un vettore di trasferimento di nuovi geni nella pianta (*Figura 1*).

**Figura 1: *Agrobacterium tumefaciens* e trasferimento di plasmide**



Diritti d'autore di © Dean Madden, 1997

Questo metodo è oggi una metodica standard e in molti testi è possibile trovare ulteriori dettagli. Negli esperimenti *in vivo*, affinché avvenga l'infezione, per l'introduzione del plasmide, occorre che il tessuto della pianta venga lesionato. L'*A. tumefaciens* attacca le pareti delle cellule della pianta se viene attivato da sostanze liberate dalle cellule lese. Parte del plasmide Ti (la regione T) viene poi trasferita nei cromosomi della pianta ospite dove si inserisce (T-DNA). Molti loci genetici presenti sul cromosoma batterico ed un set di geni

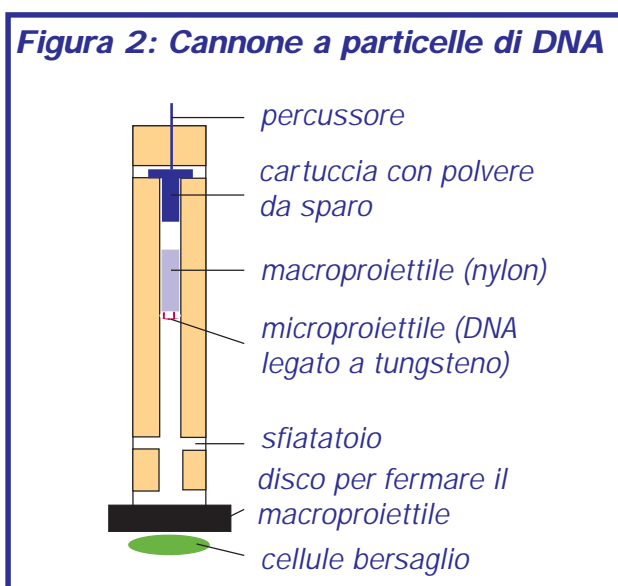
virulenti (*vir*) localizzati sul plasmide Ti codificano funzioni mirate ad individuare le cellule della pianta e ad attaccarla nel punto di lesione, all'inserimento ed all'integrazione del T-DNA nel genoma bersaglio. Sebbene questo sia un metodo di trasformazione molto efficace, risulta migliore per talune piante piuttosto che per altre. L'esito della trasformazione dipende sia dalla capacità dell'*A. tumefaciens* di infettare le cellule, che di inserire il suo T-DNA nel genoma della pianta prima che esso venga distrutto dalle cellule della pianta; in tal modo le

cellule trasformate possono accrescersi a formare un'intera pianta.

Le piante della famiglia delle Solanaceae come il tabacco, il pomodoro e la patata, hanno dato i migliori risultati. Al contrario, in fondo alla graduatoria ci sono i monocotiledoni, comprendenti quattro specie di grano, riso e mais che l'*A. tumefaciens* non è in grado di infettare. Utilizzando il metodo *A. tumefaciens*, è molto difficile modificare queste piante, che hanno tutte un alto valore nutrizionale e commerciale. Recentemente un nuovo tipo di *A. tumefaciens* più aggressivo ha permesso di ottenere piante transgeniche di mais.

### Il metodo del 'cannone a particelle di DNA'

Le piante transgeniche si ottengono con molti altri metodi alternativi. In uno di questi, il metodo del cannone a particelle di DNA, piccoli proiettili di metallo legati al DNA vengono "sparati" direttamente nelle cellule della pianta. Le cellule della pianta rimarginano la ferita velocemente e in alcune cellule il DNA viene incorporato nei cromosomi della pianta.



### La quantità di riuscita

Sia che venga applicato il metodo con l'*Agrobacterium* che il metodo "cannone a particelle di DNA", il numero di cellule trasformate raramente è superiore ad una cellula su 10.000. Non è possibile determinare dove viene incorporato il nuovo gene (o

probabilmente molte copie di esso). Questo problema è tutt'oggi sottoposto ad indagini, ma finora non sono stati messi a punto metodi soddisfacenti. D'altro canto è possibile individuare le piante con più di una copia di geni scelti, questi vengono poi rimossi come copie multiple di uno stesso gene e spesso è inibita l'espressione. Questo meccanismo non è finora chiaro.

### Produzione di piante più forti e sane

La produzione di piante transgeniche è correlata con la tradizionale coltivazione delle piante; infatti sin dai tempi della preistoria si coltivano selettivamente particolari piante di origine selvatica con caratteristiche desiderate. Mediante incroci intraspecifici erano migliorate qualità come robustezza, resa, resistenza agli organismi nocivi e capacità a tollerare il vento e il cattivo tempo.

Usando i metodi di coltivazione tradizionale, occorrono 10-15 anni per ottenere un nuovo tipo di pianta. Le tecniche di trasferimento genico possono ridurre questo tempo della metà ed attuare selettivamente un trasferimento genetico in modo tale da conoscere esattamente le caratteristiche introdotte. Le piante cresciute utilizzando la moderna tecnologia genetica presentano la capacità di assumere geni di altre specie.

### Geni 'sintetici'

Talvolta per il trasferimento genico si utilizzano geni sintetici, nei quali viene modificata la sequenza delle basi del DNA nel gene che deve essere introdotto. In molti casi la base finale in una tripletta codone può essere cambiata senza cambiare l'aminoacido che viene codificato. Prima che il gene batterico Bt venga introdotto in una pianta viene modificato in modo che abbia una proporzione CG:AT simile a quella presente nella pianta. Queste modifiche sono necessarie per una soddisfacente espressione del gene nelle cellule della pianta.

### Antisenso e senso parziale

Uno degli elementi responsabili del deterioramento della frutta è un enzima, il poligalatturonasi o PG che spezza la pectina nelle pareti cellulari. Nella produzione del pomodoro *Flavr Savr*<sup>®</sup> (che non diventa molle quando matura) la tecnica applicata dai ricercatori che lavorano per Calgene negli USA,



consiste nel realizzare una copia antisenso del gene PG per poi introdurla nelle cellule della pianta. L'RNA derivante dal gene originale e da quello introdotto sono complementari tra loro. L'espressione del gene PG nel pomodoro viene così ridotta e conseguentemente il processo di deterioramento viene eliminato. Il pomodoro *Flavr Savr*<sup>®</sup> è stato venduto solo negli USA, ma per il momento è stato eliminato dal mercato.

Nel Regno Unito, la Zenega Plant Sciences ha prodotto un pomodoro a cui è stata applicata una tecnica leggermente differente al fine di ridurre il deterioramento. Viene inserito un gene PG accorciato che tramite un sistema non completamente conosciuto, riduce la produzione di poligalatturonasi. Si pensa che gli RNA prodotti dai due geni interferiscano tra loro.

Molti centri di biotecnologia stanno cercando di modificare la composizione e la quantità d'amido delle patate. Utilizzando la tecnica antisenso, un centro danese sta cercando di inibire il gene dell'alfa amilasi che causa la conversione dell'amido in zucchero nel tempo di immagazzinamento delle patate. La formazione dello zucchero è un processo naturale e una preparazione alla germinazione, ma è inutile quando le patate vengono immagazzinate per la vendita. Se questo centro riuscirà nell'intento, verrà ottenuta una patata che si conserva meglio, senza deteriorarsi. Allo stesso tempo si è ottenuta una patata migliore per fare delle crocchette o patatine fritte, in quanto un basso livello di zucchero può ridurre la tendenza della patata a bruciare quando viene fritta.

### I geni traccianti

I geni marker sono geni introdotti con lo scopo di identificare ed isolare le cellule che sono state modificate da quelle che non hanno acquisito il gene scelto. I geni marker dei batteri sono spesso geni resistenti agli antibiotici. Nelle cellule della pianta il gene marker è spesso un gene che è resistente agli erbicidi come per esempio il glifosato.

Una frequente preoccupazione nella valutazione di rischio è la possibilità che il gene si trasferisca da una pianta transgenica ad un batterio.

L'intestino di un animale o di un uomo potrebbe essere un buon ambiente per un tale evento, dove, durante la digestione, il DNA

della pianta è esposto alla presenza di milioni di batteri. E' opinione degli esperti che questo tipo di trasferimento sia estremamente difficile. Tuttavia attualmente i geni scelti per questo utilizzo trasferiscono la capacità di resistere ad antibiotici che non sono utilizzati nelle cure mediche per gli uomini. Il gene resistente alla Canamicina è tuttavia uno di quelli considerati utilizzabili. Essa non viene impiegata nelle cure mediche, e molti batteri del terreno sono resistenti ad essa. E' meno accettabile l'uso del gene resistente alla ampicillina come gene marker poiché l'ampicillina viene utilizzata nelle cure mediche. Un altro obiettivo è quello di usare come geni traccianti i geni per enzimi metabolici.

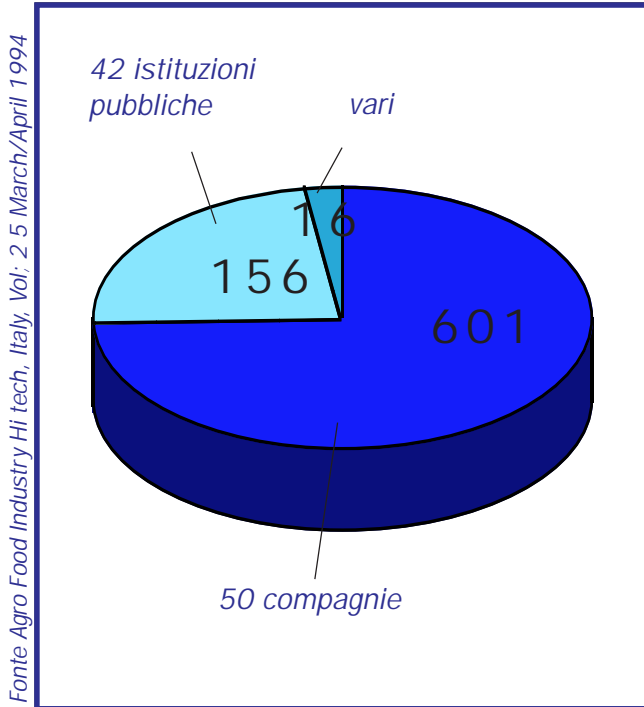
## L'uso di piante transgeniche

### Esperimenti sul campo e norme Economia e ricerca

Tempo fa' (che in questo campo significa da 10 a 15 anni fa') in ogni paese esistevano tanti piccoli coltivatori. In seguito, molte di queste piccole aziende sono state comprate in blocco o si sono associate tra loro ed il mercato è oggi dominato da poche grandi compagnie multinazionali. L'uso delle tecniche biotecnologiche per aumentare la resa delle coltivazioni non è economico: la manodopera necessaria, il materiale e le tecniche impiegate sono costose. L'impiego delle biotecnologie nella coltivazione delle piante, perciò, è stato possibile perché le compagnie erano grandi a sufficienza per sostenere questo investimento nella ricerca e nello sviluppo. Oggi la ricerca che in questo campo è sostenuta da finanziamenti pubblici è limitata, se paragonata alla ricerca intrapresa dalle compagnie multinazionali.

Il grande sostegno per la ricerca dato dall'industria ha permesso di ridurre la molteplicità di questioni fondamentali di ricerca da chiarire ed il lasso di tempo che intercorre tra la ricerca ed il suo impiego commerciale. La figura 3 riporta in dettaglio il numero di prove sul campo di piante transgeniche in Europa.

**Figura 3: Numero di coltivazioni sperimentali di piante transgeniche per tipo di esecutori.**



### Prove sul campo

Le piante transgeniche vengono prodotte e testate in tutto il mondo come si può vedere dai dati presenti in figura 4. I numeri non comprendono le quantità delle nuove varietà di piante che si stanno sviluppando in altrettanti numerosi esperimenti sul campo. E' noto che la Cina ha stabilito delle regole per le prove di campo, ma poco si conosce di questo lavoro.

### Valutazione del rischio

I principali aspetti di una valutazione di rischio dell'uso di piante transgeniche possono essere così riassunti:

- la possibilità che il materiale genetico passi in altri organismi;
- le conseguenze ambientali;
- gli effetti sulla salute di uomini ed animali.

Le indagini si sviluppano caso per caso usando come modello dei sistemi che gradualmente diventano sempre più complessi sino ad includere altri organismi oltre a quelli studiati. Sono stati messi a punto sistemi artificiali che permettono lo svolgimento di esperimenti di facile ripetizione. Questi assomigliano sempre più ad ecosistemi naturali. In sistemi più complessi si va incontro ad una maggior quantità di problemi di sperimentazione ed è importante mettere in rilievo che per una valutazione di rischio, possono essere utili le conoscenze che derivano da tutti i sistemi.

**Figura 4: Prove di campo di piante transgeniche presenti nel mondo, 1986-1994.**

Paesi	Prove sul campo
<b>Europa</b>	
Belgio	81
Danimarca	11
Finlandia	10
Francia	168
Germania	6
Italia	14
Norvegia	1
Olanda	84
Portogallo	4
Regno Unito	78
Spagna	16
Svezia	17
Svizzera	2
Ungheria	4
<b>Asia</b>	
Australia	26
Cina	30
Giappone	8
Nuova Zelanda	15
Tailandia	2
<b>Nord America</b>	
Canada	358
USA	1,031
<b>Africa</b>	
Egitto	1
Sud Africa	9
<b>Medio Oriente</b>	
Israele	4
<b>America Latina e Caraibi</b>	
Argentina	20
Belize	4
Bolivia	4
Cile	1
Costa Rica	5
Cuba	9
Guatemala	1
Messico	15
Repubblica Dominicana	1
<b>Totale nel Mondo</b>	<b>2053</b>

Fonte: *The Gene Exchange, Vol. 5, No. 3, December 1994*

## Norme EU

Nell'EU prima che una pianta transgenica venga immessa sul mercato è necessario che la pianta sia stata testata con prove sul campo e non abbia rivelato effetti inattesi, specialmente per quanto riguarda gli incroci con altre colture o piante selvatiche appartenenti alla stessa specie. L'autorizzazione a sviluppare prove sul campo è concessa dalle autorità del Paese interessato. Entro 30 giorni le autorità degli altri paesi EU possono opporsi all'autorizzazione (per maggiori dettagli vedere l'appendice 2).

La licenza per vendere le piante transgeniche o i prodotti derivati viene rilasciata da uno dei Paesi EU ed il permesso ottenuto è valido in tutti i Paesi dell'EU. La licenza può essere contestata dalle autorità degli altri Paesi EU entro 60 giorni. In Danimarca la legislazione permette alle organizzazioni ed agli ecologisti interessati di partecipare a discutere le tematiche relative, e a 10 differenti associazioni di partecipare regolarmente. Una di queste è l'Associazione dei Biologi Danesi (una associazione di insegnanti di scienze delle scuole superiori secondarie danesi), perciò agli insegnanti di

scienze ed ai loro studenti si offre l'opportunità di comprendere e seguire le tematiche correnti.

## Quali piante ?

### Quali caratteristiche genetiche?

Nel mondo i ricercatori lavorano con un gran numero di geni. Non sono disponibili informazioni in merito poiché la maggior parte di questa attività è condizionata dal mondo commerciale. Solo da quando vengono effettuate coltivazioni sperimentali il lavoro è diventato di dominio pubblico e sono noti gli orientamenti della ricerca.

Da una rassegna di prove sul campo (figura 5) si può vedere che i gruppi più numerosi di piante testate sono quelli modificati per essere resistenti agli erbicidi come il *Roundup®* ed il *Basta*. Ciò riflette la linea di ricerca seguita da tutto il mondo. I geni della resistenza agli erbicidi sono stati i primi ad essere trasferiti con successo nelle piante.

**Figura 5: Le cinque principali piante e le relative modifiche genetiche dal 1986 al 1994.**

Modifiche genetiche	Numero di prove di campo* con				
	Patata	Rapa	Tabacco	Mais	Pomodoro
<i>Tollerante agli erbicidi</i>	16 (5)	94 (7)	29 (6)	54 (3)	21 (5)
<i>Migliore qualità</i>	31 (9)	57 (5)	13 (4)	15 (2)	39 (3)
<i>Resistenza ai virus</i>	60(12)	2 (2)	24 (7)	10 (4)	20 (9)
<i>Resistenza agli insetti (Bt)</i>	34 (4)	3 (3)	19 (3)	24 (2)	16 (1)
<i>Geni marker</i>	23 (7)	17 (5)	28 (9)	8 (4)	4 (3)
<i>Resistenza ai funghi</i>	9 (7)	5 (4)	9 (4)	2 (1)	
<i>Molteplici caratteristiche</i>	8 (7)	2 (1)	4 (3)		
<i>Resistenza ai batteri</i>	9 (3)	1 (1)			
<i>Varie</i>	3	1	5	5	3

\* Il numero delle differenti proprietà introdotte nelle piante è riportato fra parentesi.

Fonte: P.Ahl Goy and J.H.Duesing, *From Pats to Plots: Genetically Modified Plants on Trial*, 1995 Biotechnology Vol. 13, May, 454-458.

## Figura 6: Piante transgeniche con le quali sono state eseguite prove sul campo in tutto il mondo (1994).

La lista deve considerarsi completa solo per le sperimentazioni svolte nell'EU. Non tutte le piante presenti nella lista sono state per ora testate con la coltivazione diretta. Come aneddoto si riporta l'episodio che riguarda il rafano modificato ad essere resistente agli erbicidi, che non è stato testato in Germania nel 1994 come da progetto, perché l'area destinata all'esperimento è stata occupata dagli attivisti nella stagione di germoglio. Il lavoro di tipo sperimentale si è diffuso in vari Paesi. Molte delle piante presenti nella lista degli esperimenti EU sono state testate anche al di fuori dell'EU.

Piante	Esperimenti EU	Esperimenti non-EU
<b>Verdure, frutti ed altri alimenti</b>	Mela, Carota, Cavolfiore, Cicoria, Lattuga, Mais, Melone, Patata, Melopopone, Fragola, Pomodoro, Grano, Vite	Asparago, Cocomero, Kiwi, Papaya, Riso, Susino e Noce
<b>Foraggio per animali e piante non per uso alimentare</b>	Alfafa, Barbabietola, Cotone, Rapa, Soia, Barbabietola da zucchero, Girasole, Tabacco	Lino
<b>Fiori</b>	Crisantemo, Petunia, Calendula, Dianthus	Gerbera
<b>Alberi</b>	Betulla, Eucalipto, Pioppo	

Fonte: Agro Food Industry 2 vol. 5 March/April 1994 and List of SNIFis DGIX, Oct. 1996.

### Quali coltivazioni?

Questi esperimenti vengono svolti in tutto il mondo su un'ampia varietà di piante. Ovviamente non tutti vengono affiancati a prove sul campo che finora rappresentano la più affidabile fonte di informazioni sulle coltivazioni per le quali le piante transgeniche sono state prodotte (vedi figura 6).

### Quali piante transgeniche sono in commercio?

Quando si parla di alimenti modificati geneticamente che attualmente hanno ottenuto l'approvazione per la vendita, la lista diventa più corta (figura 7). La Cina inoltre ha coltivato diversi tipi di piante transgeniche resistenti ai virus come il tabacco e il pomodoro e il peperone dolce per poterle immettere sul mercato, ma le informazioni su un eventuale monitoraggio di produzione e coltivazioni di questi non sono disponibili. (Prosamo Report).

## Figura 7: Piante transgeniche approvate come prodotti destinati al mercato (fine 1996).

Nella Unione Europea (a febbraio 1997)	In USA, Messico e Canada (a novembre 1996)
<p><b>Tolleranti agli erbicidi:</b> Rapa, (Basta, solo come semente); Mais (autorizzato il 24/1/'97 come semente, alimento e foraggio); Tabacco (Bromoxynil, l'autorizzazione di vendita non è utilizzata); Soia (Basta, non cresce in EU).</p> <p><b>Altro:</b> Cicoria rossa (maschio sterile, è permesso produrre e vendere solo la semente, mentre occorre un altro permesso per venderla come alimento e foraggio).</p>	<p><b>Tolleranti agli erbicidi:</b> Rapa, (Basta); Mais, (Basta); Soia, (Basta, Roundup); Cotone, (Round Up); Rapa, (Roundup); Cotone, (Bromoxynil)</p> <p><b>Resistenti agli insetti:</b> Cotone, (gene Bt, tre compagnie); Patata (gene Bt); Mais (gene Bt, tre compagnie)</p> <p><b>Altro:</b> Melopopone virus-resistente; Rapa, alterata nella composizione degli acidi grassi; Pomodori alterati nelle caratteristiche di morbidezza e maturazione: Pomodoro Flavr Savr® (gene antisense PG, oggi ritirato dal mercato); Pomodoro Zeneca (gene Pg parziale antisense, in vendita solo nel Regno Unito); Pomodoro tarda estate (minore produzione di etilene); Pomodoro Ciliegia; Pomodoro (tarda maturazione)</p>

Fonte: for E U :National Food Agency of Denmark and The Danish Environmental Protection Agency. Source for USA, Mexico and Canada: The Gene Exchange vol.7 no.1 Dec 1996

## Resistenza agli erbicidi

Il **glifosato** è uno dei più potenti **erbicidi** a largo spettro conosciuti. E' venduto sotto il nome di *Roundup*<sup>®</sup>. Esso agisce inibendo l'azione dell'enzima 3-enolpiruvil-scichimato-5-fosfosintasi (EPSP-sintetasi). Questo enzima è necessario per la produzione di amminoacidi aromatici quali tirosina, fenilalanina e triptofano, amminoacidi essenziali per la crescita delle piante. Gli animali hanno bisogno di questi amminoacidi nella loro dieta e sono privi dell'enzima EPSP sintetasi, sicché essi non sono danneggiati dal glifosato. Con l'impiego di tecniche di ingegneria genetica il gene che codifica l'enzima EPSP sintetasi è stato isolato e modificato a produrre una grande quantità di EPSP sintetasi. Questo è stato poi inserito in coltivazioni come pomodoro, soia, cotone e rafano per dar loro resistenza al glifosato al punto tale che lo si può usare per il controllo della crescita delle graminacee infestanti.

## Resistenza all'attacco degli insetti

I geni de/ *Bacillus thuringiensis* (Bt) sono oggi gli unici geni che codificano una **proteina insetticida**. Il citoplasma delle cellule batteriche non contiene organelli complessi come mitocondri e cloroplasti presenti nelle cellule di piante ed animali. Tuttavia alcune cellule batteriche contengono nel citoplasma "strutture" come per esempio endospore e, nel caso del *B. thuringiensis*, un corpo cristallino parasporale. Il corpo parasporale contiene una proteina tossica, la proteina crystal (cry). In *B. thuringiensis* i geni della tossina sono contenuti in un grosso plasmide. Esistono molte varietà di cry e ciascuna è velenosa per un gruppo molto specifico di insetti.

Le varietà più comuni sono:

<i>Kurstaki</i>	$\delta$ -endotossina* tipo I	bruchi
<i>Kurstaki</i>	$\delta$ -endotossina* tipo II	bruchi, scarafaggi
<i>Tenobronis, San Diego</i>	$\delta$ -endotossina* tipo III	scarafaggi
<i>Israelensis, Morrisoni</i>	$\delta$ -endotossina* tipo IV	ditteri (zanzare e falene)
<i>Thuringiensis</i>	$\beta$ -esotossina**	falene ed altri.

\* Le  $\delta$ -endotossine vengono accumulate nei batteri sotto forma di cristalli contenenti i precursori delle vere tossine. Le specie degli insetti più sensibili hanno succhi alcalini nello stomaco che dissolvono i cristalli; questi insetti possiedono anche degli enzimi che convertono i precursori della tossina alla tossina attiva.

\*\* La  $\beta$ -esotossina viene secreta dai batteri. La sua funzione è quella di inibire la mitosi; il suo impiego è proibito in Europa e negli USA poiché può provocare alterazioni cromosomiche ed avere un effetto tossico sugli enzimi di animali superiori. I geni che codificano le proteine contenenti  $\beta$ -esotossina sono prodotti e utilizzati nella ex - Unione Sovietica.

Entrambe possono uccidere più di cento specie di insetti, ma sono innocue per i ragni e per molti altri insetti, animali superiori e umani. Ciò è dovuto a tre fattori:

- i cristalli si dissolvono se vengono ingeriti da insetti che hanno nello stomaco un ambiente alcalino;
- nello stomaco è prodotta una proteasi specifica;
- le cellule dello stomaco sono particolarmente capaci di inglobare la tossina.

Le tossine si esauriscono rapidamente nell'ambiente e non lasciano residui tossici.



# Casi studiati



## Rapa

Nel 1995 nell'EU è stata approvata la coltivazione della pianta di rapa resistente agli erbicidi (resistente al *Basta*), per la produzione di semi oleosi. L'approvazione non è stata unanime. La Danimarca ha espresso voto contrario all'utilizzo, in riferimento al fatto che la rapa può incrociarsi con una specie selvatica appartenente alla stessa famiglia, spesso presente come erba infestante nelle coltivazioni. Gli incroci possono avvenire anche con altre specie di piante di rapa che crescono nelle vicinanze, comportando il rischio che oltre alle piante di rapa anche le specie selvatiche possano diventare resistenti agli erbicidi. Può accadere che tra le varietà di rapa restino persistenti le erbacce, specialmente quelle derivate dai semi di rapa che possono restare nel terreno per molti anni e conservare tuttavia la capacità di germogliare.

L'intento è di controllare la crescita delle erbacce con pochi trattamenti di *Basta*, un agente per il controllo della crescita delle erbacce relativamente tollerato dall'ambiente, ma se la resistenza si propaga ad altre varietà, ciò comporta la necessità di trattamenti erbicidi extra con agenti meno tollerati dall'ambiente; in questo si vanifica la proposta iniziale di produrre piante resistenti agli erbicidi. Come curiosità si possono riportare le indagini svolte in Danimarca, durante le coltivazioni sperimentali della barbabietola da zucchero resistente al *Roundup*<sup>®</sup>, che hanno rilevato la presenza di una quantità di piante ibride tra la barbabietola da zucchero e la barbabietola selvatica. Indagini svolte su piante spontanee di barbabietola selvatica hanno mostrato che essa ha assunto materiale genetico dalla barbabietola da zucchero.

## Mais

Alcune varietà di mais coltivate negli USA sono oggi modificate geneticamente per resistere ad un insetto nocivo, "European Corn Borer". Questo insetto fora lo stelo e la spiga della pianta facendo cadere la pianta o la spiga sul terreno. In media, esso distrugge il 4% della produzione annuale mondiale e più del 20% in molte zone infestate. Tradizionalmente l'ECB viene controllato con l'impiego di insetticidi spray chimici e biologici che agiscono sulla

parte esterna della pianta. Questi insetticidi, però, sono efficaci solo nei primi tre giorni del ciclo di vita del ECB. Le nuove varietà di mais hanno il gene Bt che codifica una proteina che uccide il ECB. Varianti del gene Bt simili a questo sono state introdotte in molte piante di cotone americano come descritto precedentemente.

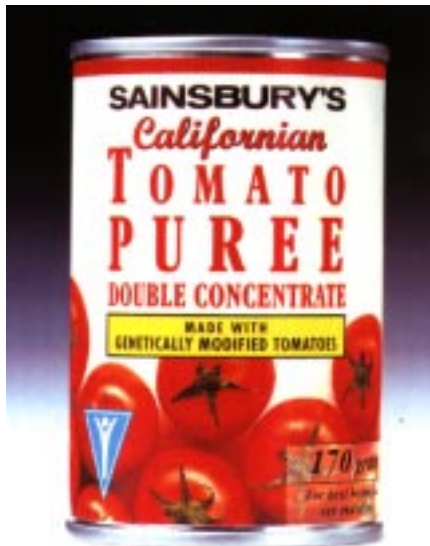
Queste nuove varietà di mais modificate geneticamente possono essere importate in Europa come semi per essere lavorati per produrre amido, sciroppo di glucosio e alimenti. Il mais modificato ha un gene tracciante per l'ampicillina resistente ai batteri, ma esso è inattivo e non espresso nel mais. L'ampicillina è un antibiotico usato anche per le cure mediche. Molti Paesi hanno espresso preoccupazione per la presenza del gene tracciante per l'ampicillina e per il problema di indicare sull'etichetta del prodotto che tipo di mais è stato usato. Lo 0.6% del raccolto di mais degli USA del 1996 che deriva da varietà geneticamente modificate non è stato identificato separatamente dal resto del raccolto. Tuttavia è stata approvata l'importazione nell'EU di questo mais in forma *elaborata* per prodotti alimentari (gennaio 1997).

## Pomodoro

In Europa la passata di un pomodoro ottenuta da piante geneticamente modificate dalla *Zeneca Plant Sciences* nel Regno Unito con un gene PG accorciato (vedi pagina 9), è stato il primo alimento transgenico ad essere immesso sul mercato. La nuova passata presenta molti vantaggi: è meno deteriorabile durante il trasporto, è necessaria minore energia per la sua produzione e ha un sapore migliore dovuto al fatto che durante la sua produzione vengono utilizzate temperature più basse.

I pomodori *Zeneca* crescono in Messico e negli USA, la passata è in vendita in barattolo nel Regno Unito. Sul barattolo è scritto chiaramente che l'alimento deriva da una pianta transgenica (figura 8). Il pomodoro *Zeneca* ha anche un gene resistente alla Canamicina. I geni introdotti vengono distrutti durante l'accrescimento del pomodoro. È importante il fatto che prima che fosse approvata la vendita della passata di pomodoro, sono state valutate eventuali variazioni nutrizionali o possibili allergie indotte (dovute alla presenza di nuove proteine). Tutte le indagini hanno dimostrato che non esistono problemi di tal genere.

**Figura 8: Passata di pomodoro geneticamente modificato, venduta nel Regno Unito.**



Con il metodo della Polymerase Chain Reaction (PCR) oggi è possibile individuare minuscole quantità di materiale genetico assunto da pomodori modificati geneticamente partendo da una passata di pomodoro. Il DNA è una molecola estremamente stabile. I pochissimi geni presenti nella passata non possono essere considerati un pericolo.

Negli USA il pomodoro *Flavr Savr*®, prodotto con l'impiego della tecnica antisenso per rallentare il processo di maturazione, è stato ritirato dal mercato perché si sono manifestati dei problemi nella coltivazione. Si è riscontrato che la specie selezionata è sensibile a malattie. Nel 1995 nella stagione di sviluppo la pianta di pomodoro è stata venduta in tutti gli USA.

## Soia

La prima pianta di soia resistente agli erbicidi (*Roundup*®) prodotta negli USA è stata immessa sul mercato nell'EU nell'aprile del 1996. Tre Paesi si sono opposti alla sua approvazione per mancanza di leggi che obbligassero a contrassegnare con un'etichetta le caratteristiche del prodotto. Essi volevano che la gente avesse la possibilità di scegliere se acquistare o no un alimento prodotto con piante geneticamente modificate. Il *Roundup*® viene considerato un erbicida tollerabile dall'ambiente perché si esaurisce nel terreno rapidamente. Dal punto di vista tradizionale non ci sono differenze tra i semi di soia geneticamente modificati e no. La sensibilità suscitata all'uso di semi di soia transgenica può essere paragonata all'inclinazione che porta la gente a scegliere

prodotti di cibo organico anziché prodotti derivanti da coltivazioni che usano le tecniche più convenzionali.

Perciò, prima del Natale del 1996, il fatto che la nave *Hanjin Tampa* stesse attraversando l'Atlantico, trasportando 23.000 tonnellate di semi di soia ed in particolare il fatto che il carico era costituito da una miscela di semi di soia normale e semi ottenuti da piante geneticamente modificate, destinati ad essere trasformati in altri prodotti o in cibo per animali, ha suscitato l'interesse dei media danesi ed ha portato caos al parlamento danese. In Danimarca, secondo una delibera parlamentare del 1994, gli alimenti modificati geneticamente devono essere contrassegnati sull'etichetta. Questa delibera è rimasta valida sino a che nel 1997 è stato attivato il Nuovo Regolamento sugli Alimenti dell'EU. Il Nuovo Regolamento sugli Alimenti non può obbligare un'industria ad indicare sull'etichetta del prodotto la presenza di alimenti modificati geneticamente, nel caso in cui nel prodotto lavorato non sussista una grande differenza tra la quantità di prodotto derivante da piante transgeniche e prodotto originale, ma le industrie possono scegliere se indicare sull'etichetta la presenza di tale alimento.

Mentre la *Hanjin Tampa* stava approdando al porto danese di Århus, le persone in Danimarca e in tutta l'Europa diventarono consapevoli che la soia è il maggior composto presente nei nostri cibi confezionati. Più del 60% dei cibi confezionati contiene soia o derivati dalla soia. Pochissimi consumatori erano precedentemente a conoscenza di questo.

Finora (febbraio 1997) la soia tenuta ad Århus non è stata impiegata nella produzione di alcun alimento in Danimarca, in accordo con i consumatori. In tutti i casi si è creata elevata confusione che si sarebbe potuta evitare se fosse stata scelta un'altra politica più aperta e benevola con i consumatori. Si può stabilire un paragone con la passata di pomodoro venduta nel Regno Unito che è chiaramente etichettata (figura 8). Si è osservato che la passata di pomodoro è un vero successo tra i consumatori. I consumatori non sono contrari all'uso della moderna tecnologia genetica *di per sé*, se possono rendersi conto dei vantaggi e dei benefici che ne derivano. E' perciò molto importante fornire costantemente al consumatore una buona informazione per evitare diffidenza tra produttori e consumatori.

# Potenzialità e problemi



Molte aree a coltivazione tradizionale attualmente vengono valorizzate per l'impiego di colture transgeniche; ciò comporta un miglioramento del contenuto nutrizionale degli alimenti, una resistenza ad una specie di insetto nocivo, alle malattie, un controllo della crescita delle erbacce e una maggiore sopravvivenza agli stress ambientali. Le piante transgeniche possono anche fornire nuovi e migliori materiali grezzi per una grande varietà di industrie: industrie edili e di costruzione, industrie tessili, colorifici, industrie per confezioni ed industrie farmaceutiche. Per esempio la ricerca mira a produrre nuovi tipi di oli sia per l'industria alimentare che per un uso non alimentare come plastiche biodegradabili e ad ottenere combustibile dalle piante. In medicina le piante transgeniche stanno prendendo campo nella produzione di molecole d'alto valore come antibiotici vaccini e anticoagulanti.

## Alcuni aspetti da considerare

Quali conseguenze possono derivare dallo sviluppo di coltivazioni resistenti agli insetti? Il Bt è stato utilizzato come spray per oltre trent'anni senza problemi. Esso è uno dei pochi metodi per controllare gli insetti nocivi che può essere impiegato dai coltivatori. Tuttavia, da quando negli anni '90 è maggiormente diffuso l'uso del Bt, si è sviluppata l'idea sulla possibilità che compaiano bruchi resistenti nelle piantagioni di cotone del Mississippi negli USA.

## Con la coltivazione di piante transgeniche si può diminuire l'uso di erbicidi ed insetticidi?

Un giornale danese ha sottolineato che la presenza di piante resistenti agli erbicidi può portare ad un minor uso di erbicidi e che in futuro mantenere costante od aumentare l'impiego di erbicidi dipenderà dal tipo di pianta coltivata.

L'aumento della concentrazione di pesticidi nell'acqua del terreno è motivo di attenzione, particolarmente da quando è stato collegato con il deterioramento della qualità e quantità dello sperma umano. Le coltivazioni di piante

transgeniche resistenti ai pesticidi potrebbero ridurre questi livelli?

## Benefici commerciali in disaccordo con i benefici sociali...?

Esistono anche molti quesiti di natura politica, ecologica, economica, sociale ed etica che devono essere discussi, per esempio:

- I Paesi ricchi svilupperebbero e coltiverebbero piante transgeniche che sono tradizionalmente coltivate dai Paesi sottosviluppati?
- Alcune compagnie che coltivano piante transgeniche resistenti agli erbicidi ed insetticidi vendono sia sementi che erbicidi. Si potrebbero consolidare potenti monopoli.
- Al momento della vendita deve essere indicato sull'etichetta che gli alimenti contengono prodotti derivanti da piante transgeniche? Quale altra informazione è necessaria al consumatore perché egli o ella possa fare una scelta?
- Quali possono essere gli effetti sul contenuto nutrizionale di tutta la frutta e verdura e sugli alimenti prodotti usando nuove varietà di piante transgeniche?

## La strada da seguire...

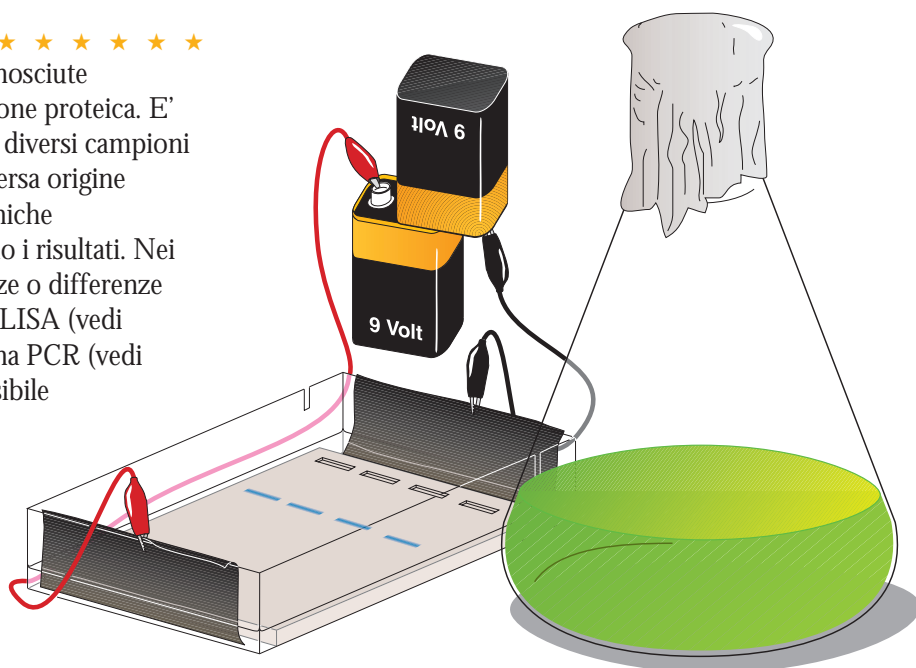
Prima di concedere il permesso di immettere piante transgeniche nell'ambiente, bisogna tenere presente molti fattori:

- La pianta deve essere innocua per gli esseri umani ed animali;
- La pianta non deve causare problemi ecologici;
- I rischi collegati allo sviluppo della resistenza devono essere valutati e devono essere pianificate delle strategie per gestire queste situazioni;
- Una pianta coltivata in modo tradizionale deve crescere lontano da dove cresce una pianta transgenica;
- Caso per caso bisogna svolgere delle indagini su ogni singola pianta transgenica considerata;
- Bisogna studiare modelli di sistemi per prevedere l'effetto dell'immissione delle piante transgeniche;
- I singoli individui interessati, le società di studiosi, i consumatori, i coltivatori, gli ambientalisti ed gli altri gruppi coinvolti devono tenersi informati e aver la possibilità di poter partecipare ai dibattiti.

# Esperienza pratica da svolgere in classe



Le piante possono essere riconosciute analizzando la loro composizione proteica. E' inoltre possibile dimostrare se diversi campioni di piante hanno la stessa o diversa origine separando le proteine con tecniche elettroforetiche e confrontando i risultati. Nei laboratori di ricerca somiglianze o differenze sono riscontrabili con il test ELISA (vedi Modulo EIBE 8) o facendo una PCR (vedi Modulo 2). Per ora non è possibile svolgere esperimenti su piante transgeniche nei laboratori scolastici di qualsiasi Paese Europeo. Sono state proposte idee per sicuri esperimenti da svolgere nelle scuole e con la prossima revisione di questo modulo noi speriamo di potervi presentare alcuni dettagli.



## Lecture consigliate



Risikovurdering ved gensplejsning, Munksgaard 1991

Gensplejsede planter - regulering og anvendelse, Teknologirådet rapport 1996/1  
Høring om gensplejsede planter, Teknologirådet, høring 1/2 - 1996

*The Proximo Report: Testing the environmental impact of plant gene technology.* David Fishlock. Published by the Laboratory of the Government Chemist, Queen's Road, Teddington, Middlesex, TW11 0LY, UK.

Roush, R. (1994), Managing Pests and Their Resistance to *Bacillus thuringiensis*: Can Transgenic Crops be Better than Sprays? *Biocontrol Science and Technology*, 4, 501-516.

Dale, P.J., J.A. Irwin and J.A. Scheffler, (1993) The Experimental and Commercial Release of Transgenic Crop Plants. *Plant Breeding* 111, 1-22.

A Public Voice on Biotechnology and Agriculture, Union of Concerned Scientists, Agricultural and Biotechnology Program, 1616 P Street, NW, Washington DC 20036 USA. *The Gene Exchange*. December 1996.

*Calgene Fresh Inc.* 1910 Fifth Street, Davis, CA 95616. USA.

*Zeneca Plant Science*, Jealott's Hill Research Station, Bracknell, Berkshire, RG12 6EY, United Kingdom.

Holmes, B. (1995), Chips are down for killer potato. *New Scientist* 6th May, page 9.

Hoyle, R. (1995) EPA okays first pesticidal transgenic plants. *BioTechnology* 13, May, 434-435.

Estruch, Juan J. (1997) Transgenic plants: An emerging approach to pest control. *Nature Biotechnology* vol. 15 no. 2

Winstanley, M. and Bowles, D. *Advances in Plant Biotechnology*. Biotechnology and Biological Sciences Research Council (BBSRC), Polaris House, Swindon SN2 1UH, United Kingdom.

Straughan, R. and Reiss, M.J. (1996) *Ethics, morality and crop biotechnology*. BBSRC. (Vedi indirizzo soprascritto). ISBN: 0708405703.

Il *New Scientist* e il *Nature Biotechnology* riportano periodicamente articoli ed opinioni sulle piante transgeniche.



# Delibera della Commissione Europea



Questo testo è un estratto della delibera della Commissione della Comunità Europea del 4 novembre 1994, che ha stabilito delle norme semplificate che regolano una prudente immissione nell'ambiente di piante geneticamente modificate, secondo l'Articolo 6(5) del Consiglio Direttivo 90/220/EEC.

(Referenza: 94/730/EC - OJ L 292/31, 12 novembre 1994)

*Articolo 1:* Sono state approvate le richieste presentate dalla Francia e dal Regno Unito conformi l'Articolo 6(5) della Direttiva 90/220/EEC e riguardanti le norme semplificate esposte negli Allegati.

*Articolo 2:* Questa Delibera è rivolta al Regno Unito, al Regno della Danimarca, alla Repubblica Federale della Germania, al Regno di Spagna, alla Repubblica Francese, all'Irlanda, alla Repubblica Italiana, al Regno dei Paesi Bassi, alla Repubblica Portoghese e al Regno Unito della Gran Bretagna e all'Irlanda del Nord.

## Allegati

1. La norma semplificata dispone che venga presentato un singolo dossier informativo riguardo la Parte B della Direttiva 90/22/EEC, per più di una immissione nell'ambiente di piante geneticamente modificate che derivano dalla coltura di piante riceventi della stessa specie, ma che possono differire in qualche inserimento o cancellatura di sequenze oppure avere stessi inserimenti o cancellature di sequenze ma diverse nei fenotipi.
2. Chi deve dichiarare il lavoro eseguito può presentare un singolo dossier

informativo comprendente numerosi rilasci di piante modificate geneticamente, che vengono immesse in posti differenti, alle seguenti condizioni:

- deve essere ben espresso lo stato tassonomico e biologico delle specie di piante riceventi,
- devono essere presenti informazioni sulle interazioni tra le specie di piante riceventi nell'ecosistema in cui sono stati effettuati rilasci di tipo sperimentale o agricolo,
- devono essere presenti dati scientifici sulla sicurezza della salute umana e sulle condizioni ambientali di specie di piante riceventi conseguentemente all'immissione sperimentali che interessano piante modificate geneticamente,
- In caso di immissioni sperimentali le sequenze genetiche introdotte e il prodotto della loro espressione non devono risultare pericolose per l'uomo e l'ambiente,
- le sequenze inserite devono essere ben definite,
- tutte le sequenze inserite devono essere integrate nel genoma nucleare della pianta,
- tutte le immissioni devono attenersi ad un più importante specifico programma mondiale,
- tutte le immissioni devono avvenire in un lasso di tempo precedentemente determinato.

.....

5. Per ottenere un singolo permesso che comprenda numerose immissioni, bisogna che nella singola richiesta siano presenti tutte le informazioni necessarie di ogni rilascio, comprendenti informazioni sufficienti sui diversi luoghi di immissione e sul progetto



sperimentale, oltre a notizie riguardanti le condizioni di rischio di gestione di ogni rilascio. Nel dossier devono essere presenti chiare relazioni riguardanti ogni rilascio e devono essere allegate appropriate informazioni per permettere il completamento di un dossier informativo.

6. Si può anche presentare una singola richiesta che include un completo programma di sviluppo di lavoro, precedentemente determinato, su una singola specie di piante riceventi ed uno specifico intervallo di inserimenti o eliminazioni eseguiti nell'arco di molti anni ed in differenti posti, per ricevere un singolo consenso per l'intero programma di lavoro.

- 6.1. In tal caso non occorre riportare nella richiesta informazioni o descrizioni dettagliate sui differenti luoghi di rilascio, sui susseguenti incroci intraspecifici e/o sulle condizioni di rilascio, come richiesto per le condizioni descritte nel paragrafo 5. Tuttavia la relazione deve contenere sufficienti informazioni per permettere una completa valutazione di rischio ed una dettagliata valutazione di rischio deve dedursi da un piccolo primo rilascio presente nel programma di lavoro.

.....

8. Quando viene concesso un singolo permesso secondo le norme semplificate, possono essere stabilite condizioni specifiche per ogni rilascio. Queste condizioni possono essere successivamente modificate dalle autorità competenti, come indicato nell'Articolo 6(6) della Direttiva.
9. Dopo aver effettuato uno o più rilasci approvati dalle norme semplificate, il dichiarante può sottoporre alle autorità competenti una relazione con gli esiti

della/e immissione/i in uno specifico tempo consentito. Tali relazioni possono essere presentate separatamente, o in forma di un allegato ben distinto da presentare come supporto per la richiesta di successive immissioni.

10. L'autorità competente può modificare le condizioni del permesso originario od intervenire a modificare le condizioni delle successive immissioni sulla base dei risultati indicate nelle relazioni o sulla base di informazioni derivanti dalle ispezioni.

# Esempio di Questionario



## Concetto di gene, pianta ed espressione di caratteri genetici

Nome: ..... Età: ..... Data: .....

Classe ..... Maschio      Femmina      *(segnare con un cerchio)*

**Scrivi le risposte nello spazio sottostante le domande.**

1. Descrivi a modo tuo i geni.
2. A cosa servono i geni?
3. Dove hanno origine i geni?
4. Dove si trovano i geni?
5. Le piante hanno i geni? Spiega la tua risposta.
6. E' oggi possibile trasferire i geni da una pianta all'altra? Quali geni pensi che sia interessante trasferire ad una pianta e perché?
7. Pensi esistano rischi o vantaggi con il trasferimento genetico?  
Rischi      SI      NO      Benefici      SI      NO      *(segnare con un cerchio)*  
Se è così, quali rischi/vantaggi?
8. Se tu hai delle opinioni personali sulla tecnologia genetica, esponi il tuo pensiero.