



UNIVERSITA' POLITECNICA DELLE MARCHE  
DIPARTIMENTO SCIENZE DELLA VITA E DELL'AMBIENTE

Corso di Laurea  
SCIENZE BIOLOGICHE

Genetically modified foods: A critical review of their promise and problems

Cibi geneticamente modificati: una revisione critica dei loro vantaggi e problemi

Tesi di Laurea di  
Alessandro Presutto

Docente referente  
Alessandra Norici

Sessione Ottobre 2022

Anno Accademico 2021/2022

# COSA SONO GLI OGM E I CIBI GENETICAMENTE MODIFICATI

La direttiva 2001/18/CE dell'Unione europea definisce un Organismo geneticamente modificato (OGM) come

«Un organismo, diverso da un essere umano, il cui materiale genetico è stato modificato in modo diverso da

quanto avviene in natura con l'accoppiamento e/o la ricombinazione genetica naturale»

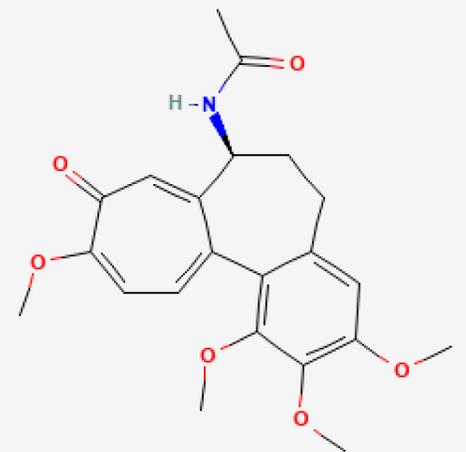
Allo stesso modo i «GM foods» sono alimenti che derivano da piante o animali geneticamente modificati.

M.J. Oliver → afferma che questa definizione è incompleta indicando come definizione più stringente «organismi biotecnologicamente modificati» usando come esempio il Triticale

Triticale = incrocio tra grano tenero e segale → ibrido sterile

Ibrido sterile + colchicina → ibrido fertile (grazie all'induzione alla poliploidia)

Fig. [1]



# LA STORIA DEI CIBI GENETICAMENTE MODIFICATI

L'inizio delle tecnologie per la modifica del DNA risale al 1944 quando i ricercatori dimostrarono che il materiale genetico può essere trasferito tra specie diverse.

Nel 1954 inoltre Watson e Crick scoprirono la doppia elica del DNA e il dogma centrale della biologia.

Le prime piante geneticamente modificate sono state il Tabacco e la Petunia rese antibiotico-resistenti nel 1983 grazie al lavoro di tre laboratori di ricerca indipendenti.



Fig. [2]



Fig. [3]



Fig. [4]

# GENERAZIONE DI COLTURE GENETICAMENTE MODIFICATE

Per generare i cibi GM è necessario introdurre il gene codificante per determinati tratti all'interno di cellule vegetali, per poi rigenerare la pianta dalla coltura cellulare. Ci sono tre tecniche per modificare i geni all'interno delle cellule:

- **Trasferimento diretto di DNA** attraverso il bombardamento di microparticelle contenenti DNA esogeno
- **Trasferimento indiretto di DNA** utilizzando un vettore batterico (*Agrobacterium tumefaciens*)
- **Editing diretto del genoma** grazie al sistema «CRISPR-Cas9», sviluppato nel 2012, che permette di inserire sequenze (es. geni) in regioni specifiche del DNA

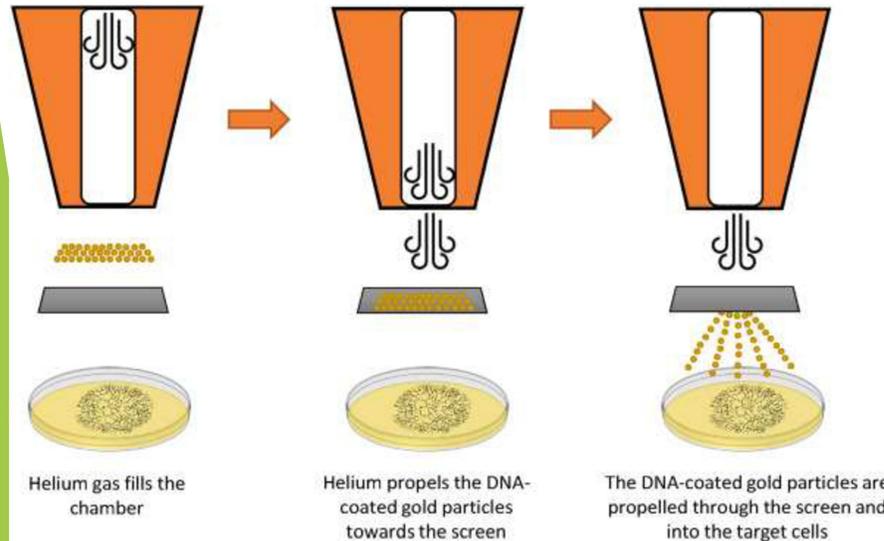


Fig. [5]

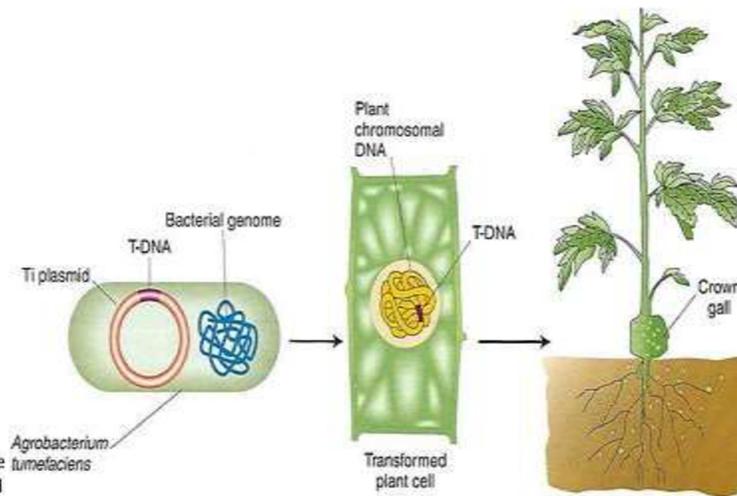


Fig. [6]

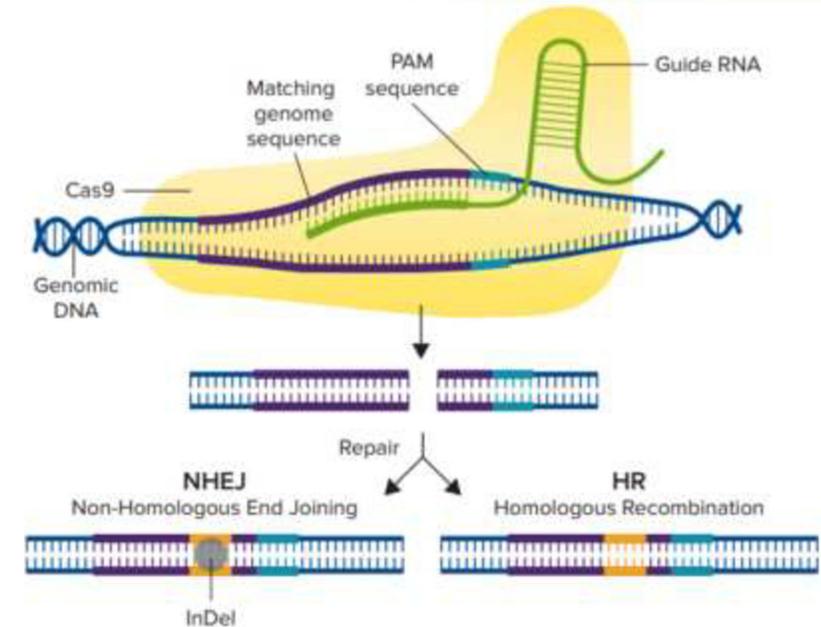


Fig. [7]

# ABBIAMO BISOGNO DEI CIBI GENETICAMENTE MODIFICATI?

Due sono le principali sfide che dobbiamo affrontare nelle quali le nuove tecnologie potrebbero aiutarci

- **Aumento della popolazione:** attualmente la popolazione è circa di 7.35 miliardi di persone ma questo dato, con un tasso di crescita del 1.18%, è destinato a crescere. L'espansione demografica influisce in prima linea sulla denutrizione di una parte della popolazione. La FAO, nel 2016, ha riportato che 795 milioni di persone nel mondo sono denutrite. Per questo la risoluzione della fame dovrebbe essere una priorità.
- **Diminuzione delle terre arabili:** la FAO ha predetto che la quantità di terre coltivabili a persona diminuirà da 0.242ha a 0.18ha entro il 2050. Questo scenario è frutto di fattori concatenati come l'urbanizzazione, terre adibite al pascolo, cambiamenti climatici e limitate risorse idriche.



Fig. [9]

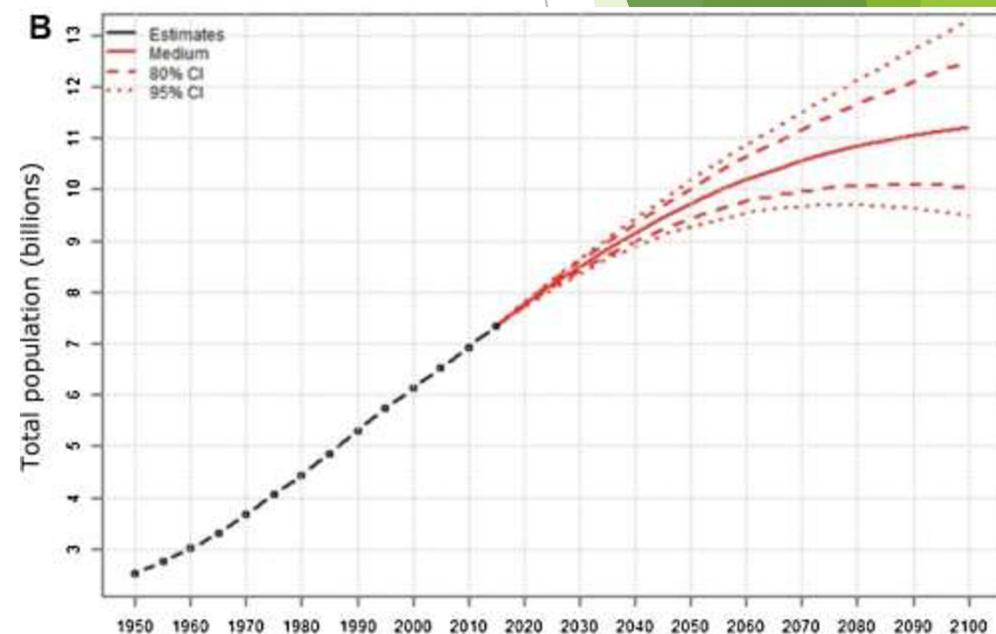


Fig. [8]

# BENEFICI DEI CIBI GENETICAMENTE MODIFICATI

- **Benefici agronomici:** dal 1996 al 2012 si è assistito ad un aumento di più di 370 milioni di tonnellate di raccolto. Di questi, 1/7 dell'aumento della resa dei campi è attribuito ai raccolti OGM negli Stati Uniti.
- **Benefici economici :** dal 2006 al 2012 l'aumento globale delle aziende agricole proveniente dagli OGM ha raggiunto \$116 miliardi. Di questi circa il 42% dei guadagni economici derivano dall'aumento della resa dovuto alle tecnologie genetiche per la resistenza a pesticidi e piante infestanti.
- **Modificare la composizione chimica dei cibi:** alcune modifiche geniche possono arricchire gli alimenti di alcuni valori nutrizionali a scopo terapeutico, questi includono vitamine A,C,E, probiotici e acidi grassi insaturi. Inoltre, allo stesso modo, i ricercatori possono modificare la composizione amminoacidica e dei carboidrati. Un esempio è la varietà di patata OGM «Amflora». Questa, grazie all'inserzione di un gene extra per l'enzima GSBB permette di avere patate con un elevato contenuto di Amilopectina, usata in numerosi settori.



Fig. [10]

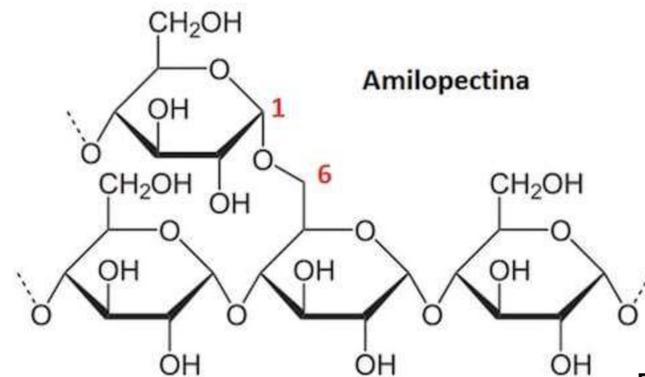


Fig. [11]



Fig. [12]

- **Miglioramento nella lavorazione degli alimenti:** le tecnologie genetiche possono essere usate anche a questo scopo, come il pomodoro «Flovr Savr». La modifica genica consiste nell'inserimento di un gene che sopprime l'enzima poligalatturonasi in modo da ritardare la maturazione del pomodoro permettendo così al frutto di avere una vita più lunga sugli scaffali.
- **Prodotti per scopi terapeutici:** l'ingegneria genetica consente l'espressione di antigeni virali o batterici in cellule vegetali edibili. Così facendo questi alimenti transgenici potrebbero servire come vaccini orali, capaci quindi di stimolare il sistema immunitario.

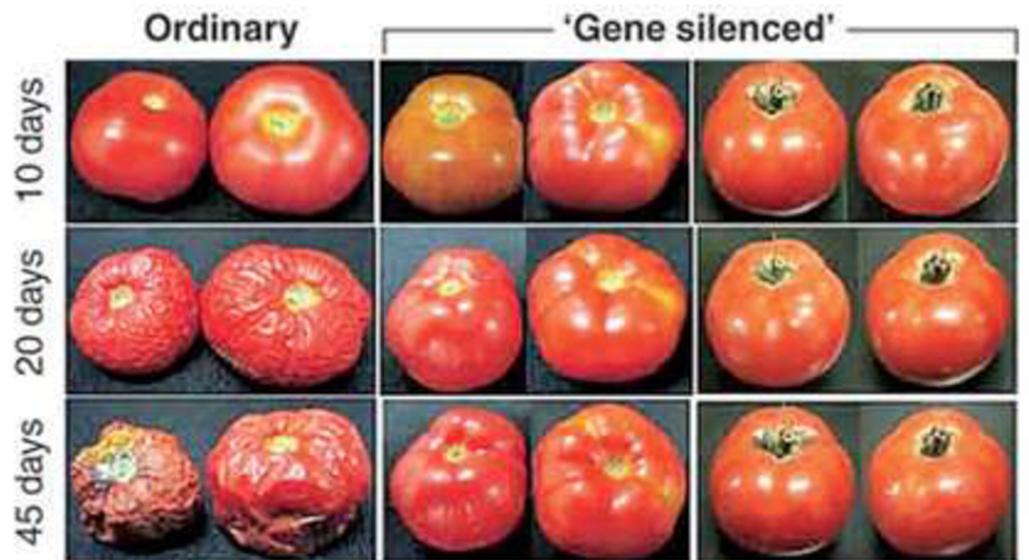


Image shows three sets of tomatoes. The ordinary control tomatoes (extreme left) soften and shrivel up, while texture of gene-silenced tomatoes remains intact for up to 45 days.

Photo credit: Asis Datta, Subhra Chakraborty, National Institute of Plant Genome Research, New Delhi

Fig. [13]

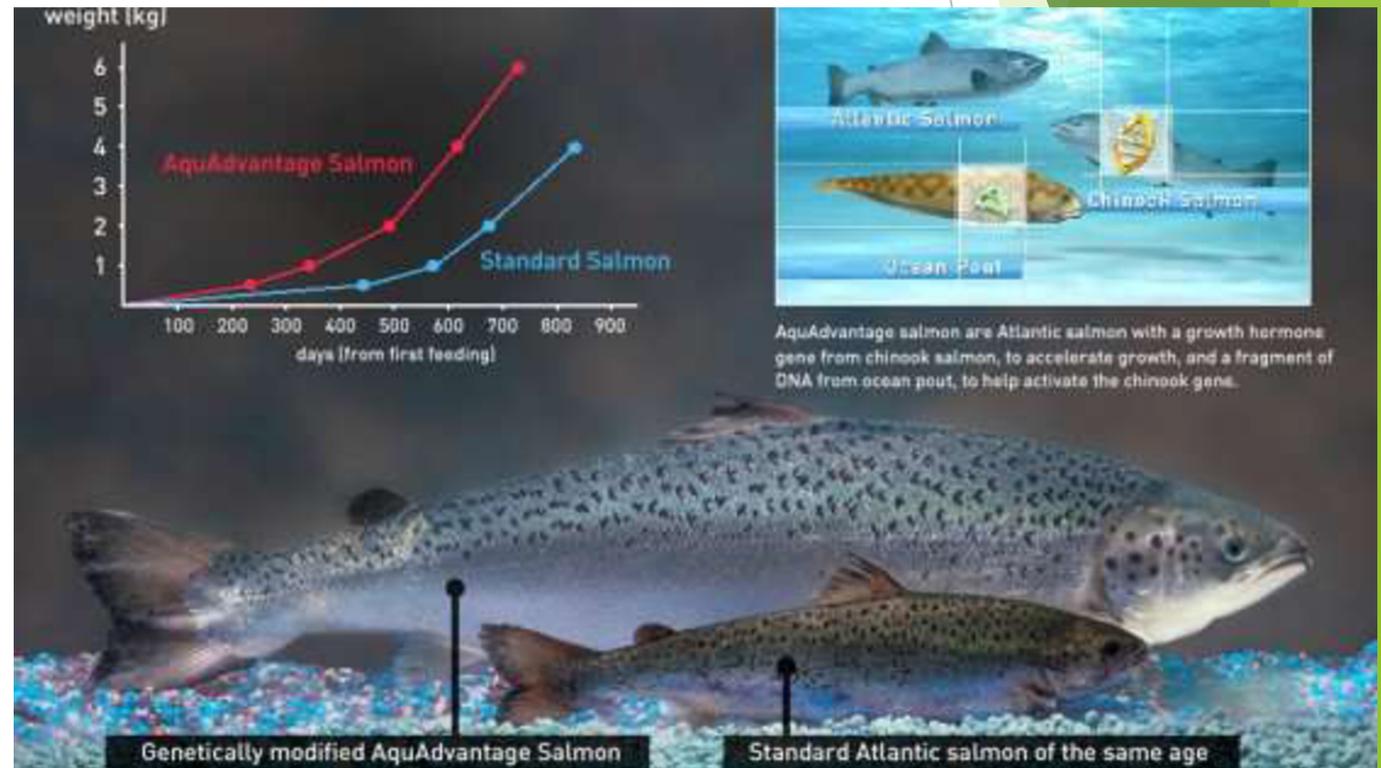


Fig. [14]

# POTENZIALI RISCHI DEI CIBI OGM

- **Rischi di salute:** i potenziali rischi associati ai cibi OGM sono la tossicità, l'allergia e i rischi genetici. Un esempio è il mais «Starlink», ingegnerizzato grazie all'inserzione di un gene per la resistenza ad alcuni insetti. Il prodotto del gene esogeno, la proteina Cry9c, aveva sì proprietà pesticide ma causava forti allergie.
- **Selezione della resistenza:** le biotecnologie mirano a conferire alla pianta la resistenza agli erbicidi e agli insetticidi. Ma, a lungo termine, queste tecnologie possono superare davvero la natura nella sua selezione naturale?
- **Resistenza agli antibiotici:** questi sono largamente usati nei processi di modificazione genetica, in particolare come marcatori per distinguere i batteri trasformati dai non trasformati. Questo meccanismo però corre il rischio di trasferire geni antibiotico-resistenti in batteri del microbiota umano o, peggio, a batteri patogeni.



Fig. [15]



Fig. [16]

# CONCLUSIONI

Al dibattito se l'uomo dovrebbe o no mangiare cibi provenienti da organismi geneticamente modificati, e se è giusto che questi vengano sviluppati, non è possibile rispondere con un semplice «Sì» o «No». Infatti una risposta corretta comprende una vasta gamma di competenze scientifiche, non solo della biologia molecolare, ma anche della economia agricola, ecologia, tecnologie alimentari e immunologia.

Certamente, molti dei rischi delle colture geneticamente modificate, sono speculativi, ma sono scientificamente plausibili. Ignorarli, considerando solo il vantaggio immediato è altrettanto poco scientifico. Ad ogni modo, i vantaggi immediati sono troppo tangibili per essere ignorati o messi da parte per paura di svantaggi sconosciuti e non intenzionali.

# BIBLIOGRAFIA

- [1] M.J. Oliver, Why we need GMO crops in agriculture, *MO Med.* 111 (6) (2014) 492–507
- [2] World Health Organization, 2016, <http://www.who.int/foodsafety/areaswork/food-technology/faq-genetically-modified-food/en/>.
- [3] Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2016, <http://www.fao.org/docrep/005/y2772e/y2772e04.htm>.
- [4] J.C. Sanford, Biolistic plant transformation, *Physiol. Plant.* 79 (1) (1990) 206–209.
- [5] S. Barampuram, Z.J. Zhang, Recent advances in plant transformation, *Methods Mol. Biol.* 701 (2011) 1–35
- [6] F.J. DeMayo, T.E. Spencer, CRISPR bacon: a sizzling technique to generate genetically engineered pigs, *Biol. Reprod.* 91 (3) (2014) 79.
- [7] G. Brookes, P. Barfoot, Economic impact of GM crops: the global income and production effects 1996–2012, *GM Crops Food* 5 (1) (2014) 65–75.
- [8] C. James, Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2013, ISAAA Brief No. 46, 2013.
- [9] J. Schell, M. Van Montagu, The Ti-plasmid of *Agrobacterium tumefaciens*, a natural vector for the introduction of NIF genes in plants? *Basic Life Sci.* 9 (1977) 159–179.
- [10] A.A. Snow, P.M. Palma, Commercialization of transgenic plants: potential ecological risks, *Bioscience* 47 (2) (1997) 86–96.
- [11] N. Gilbert, A hard look at GM crops, *Nature* 497 (7447) (2013) 24–26.
- [12] D.K. Ray, N. Ramankutty, N.D. Mueller, P.C. West, J.A. Foley, Recent patterns of crop yield growth and stagnation, *Nat. Commun.* 3 (2012)

## ELENCO FIGURE

- Fig.[1] Colchicina
- Fig.[2] Foglie di tabacco
- Fig.[3] Watson e Crick
- Fig.[4] Dogma centrale della biologia
- Fig.[4] Bombardamento di microparticelle
- Fig.[6] Trasferimento indiretto
- Fig.[7] CRISPER-Cas9
- Fig.[8] Popolazione nel mondo
- Fig.[9] Terreno arido
- Fig.[10] Patata OGM Amflora
- Fig.[11] Molecola di Amilopectina
- Fig.[12] Paragone Golden Rise
- Fig.[13] Pomodoro Flovr Savr
- Fig.[14] Salmone OGM AquAdvantagea
- Fig.[15] Soia OGM
- Fig.[16] Resistenza agli antibiotici

# RIASSUNTO ESTESO

Il termine «organismo geneticamente modificato» è diventato un argomento controverso poiché i suoi vantaggi, sia per i produttori alimentari che per i consumatori, sono accompagnati da potenziali rischi biomedici e da effetti collaterali sull'ambiente. A livello legislativo l'Unione Europea ha dato la seguente definizione di OGM: «Un organismo, diverso da un essere umano, il cui materiale genetico è stato modificato in modo diverso da quanto avviene in natura con l'accoppiamento e/o la ricombinazione genetica naturale». Tuttavia questa nomenclatura potrebbe risultare riduttiva in quanto molti alimenti tuttora in commercio sono frutto di manipolazione da parte dell'uomo, ma che giuridicamente non possono essere considerati OGM. Esistono diversi metodi per produrre OGM, ma tutti necessitano di un trasferimento di DNA esogeno all'interno della cellula vegetale. Questa inserzione può essere diretta, indiretta o mediante editing genomico.

L'aumento vertiginoso della popolazione e la diminuzione delle terre coltivabili sono le principali sfide da affrontare e l'uso delle nuove biotecnologie, tra cui la produzione di OGM, può essere di fondamentale importanza. I benefici dei cibi geneticamente modificati sono immediati e permettono sia di avere benefici economici sia consentono di modificare la composizione biochimica dei cibi. Quest'ultimo aspetto può essere estremamente utile, ad esempio, in paesi in via di sviluppo, dove spesso l'alimentazione è carente in nutrienti con conseguenti problemi di salute, specialmente in età infantile.

Se però i vantaggi sembrano essere numerosi e immediati, i cibi geneticamente modificati sono da sempre al centro di critiche e dibattiti. Questa visione degli OGM è spesso associata ad una serie di ipotetici rischi sia ambientali sia di salute. Tra questi i principali sono le allergie, la resistenza agli antibiotici e la paura che questi alimenti possano, in qualche modo, sostituire le piante e i paesaggi «naturali». Questi rischi, seppure molti di loro speculativi, sono scientificamente plausibili e quindi devono essere presi in considerazione. D'altra parte l'idea di abbandonare del tutto queste tecnologie, solo per la paura di ipotetici e indesiderati effetti, non può essere un'opzione in quanto i vantaggi di queste colture sono tangibili e immediati.