

# 基因食品

## 會給我們帶來災難嗎？

台灣作為美國的重要農產品貿易夥伴，當國人日常生活中的豆漿、豆腐、洋芋片等食品，被發現採用基因改良作物為原料而引起消費者疑慮時，美國在台協會立即於8月29日舉辦一場研討會，由美國喬治城大學食品與營養政策中心主任 Dr. Crawford 演講，主題是美國的食品規範與標示制度。

受邀者有農委會、環保署、衛生署、中研院、台灣大學及進口業者等產官學界，會中對世界各國 GMO 的容許度及 GMF 的標示法有熱烈討論，本刊特別邀請在台大園藝系研究基因食品的張承晉先生，為《鄉間小路》讀者介紹基因食品面面觀。 —編者

### 序 曲

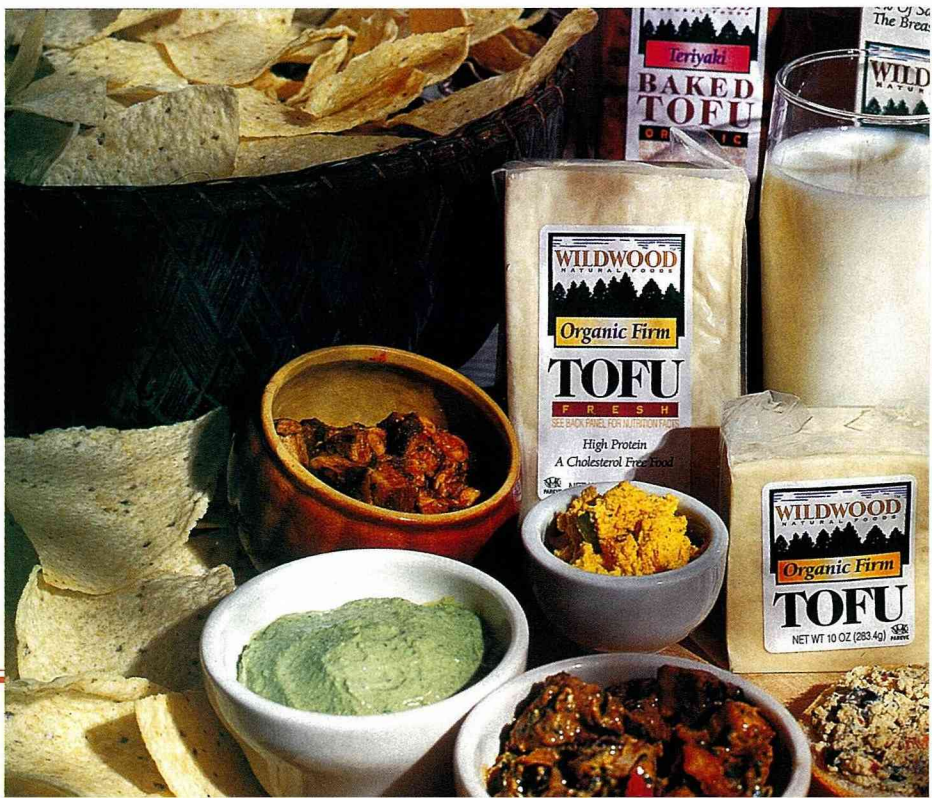
十八世紀英國著名的學者馬爾薩斯在其所著的「人口論」中揭櫫了糧食與人之間的危險關係。他認為我們的地球會因為人口過度的膨脹而導致糧食不足的情形發生。正因為有他的提醒使科學家們重視了這個問題，並積極以各種方法來解決此一問題。因此，在過去的二個世紀裡，雖然有些貧窮落後國家仍處在飢餓狀態之下，但是並沒有如馬爾薩斯所預期的「大飢荒」發生。這必須要提到近代的綠色革命所帶來的影響。

第一次綠色革命發生在50年代，當時農業專家利

用雜交、肥料和灌溉技術，促使農作物大量增產，拯救數千萬瀕臨飢餓邊緣的人。同時，也維持了中南美洲與印度等地區相當程度的安

定，對世界和平有著重大的貢獻。

第二次綠色革命是科學家利用基因改良作物來生產號稱更健康、更環保的作物。



姑且先不論此二次綠色革命的功過，相信許多人急於知道的是何謂「基因食品」？

## 何謂「基因食品」？

所謂基因食品，就是將一段外來的基因轉殖到動物或植物細胞內，藉由此段外來基因的表現(expression)而達到改變生物的性狀，用於飲食方面的農作物即是屬之。通常又被稱為基因改良食品(Genetically Modification Food, GMF)，而此農作物則被稱為GMO(Genetically Modification Organism, GMO)。

世界上第一個獲准上市的基因食品是1993年為美國FDA所准許的番茄。至今約莫7-8年光景，各種類型的基因食品不斷推陳出新，大致上可分為下列幾種類型：

**1. 增產型：**利用轉殖或修改相關基因如分化、肥料、抗逆、抗蟲害基因而達到增產效果。

**2. 控熟型：**藉由修改或植入與控制成熟有關的基因，以使作物成熟期提前或延遲，錯開盛產期，以供應市場需求。

**3. 營養型：**植入糧食作物中所缺乏的營養素產生基因，而生產高營養價值的作物，以避免營養素的缺乏症。如黃金米(golden rice)即是含有維生素A的稻米。(註：孟山都Monsanto公司已經宣佈放棄專利，供社會大眾自由使用。)

**4. 保健型：**例如轉殖病原體抗原基因或毒素基因至糧食作物或果樹中，藉由食物的攝取而獲得疫苗。或是將預防疾病(動脈粥狀硬化或骨質疏鬆症)的食物成分植入作物，以獲取保健上的功效。最近剛發展成功的無咖啡因茶與咖啡亦屬此類型。

**5. 新品種：**利用基因重組技術形成新品種，改善原產品的品

質、質地、風味或顏色，以適應或開拓市場。

**6. 加工型：**為從事食品加工時所需而研發的基因改良食品。

就正面的角度來看基因食品，有下列幾項好處：1. 增加耕地面積，解決糧食短缺。2. 減少農藥使用，避免環境污染。3. 節省生產成本，降低食物售價。4. 增加食物種類，提升食物品質。5. 改變食物營養，提高附加價值。6. 促進生產效率，帶動相關產業發展。

## 消費者的疑慮

然而，基因食品真的完全沒有問題嗎？在自然界裡「突變」是演化的基礎，但是，大自然讓它用數百萬年的時間發生。而人類發現基因並以生物技術讓物種間的基因加速跳躍會產生何種影響？這可不是單純將演化的時間壓縮而已。在許多人心中不免產生諸多的疑慮：1. 基因改良作物在食用上真的安全嗎？2. 基因食品在販售時需不需要加以標示？3. 基因改良作物對環境污染真的降低了嗎？4. 大量種植基因改良作物會不會破壞生態平衡？5. 基因食品會不會是殖民主義者「船堅砲利」外的另一種侵略工具？

基因食品的利弊得失，演變至今已經不是單純科學技術的問題；它已經捲入了環境、政治、經濟、貿易、人權，甚至於民族情緒等因素在內的漩渦中而相互角力。所以，各國對基因食品的態度出現南轅北轍的情



■世界上第一個獲准上市的基因食品是1993年為美國FDA所准許的番茄。

(圖片來源：Agricultural Research, May 2000)

■如果採用抗蟲的基因改良品種，而達到完全不用農藥的有機栽培，消費者願意接受這樣的有機食品嗎？

(圖片及資料來源：The Furrow, January 2000)

■1999年夏天，美國康乃爾大學發表一篇研究報告，指出含有Bt因子的玉米田會造成帝王蝶幼蟲的死亡而有絕種之虞；因而引起軒然大波。日本政府立即擱置Bt玉米的進口，雖然日本國內根本沒有帝王蝶。



(圖片及資料來源：The Furrow，Spring 2000)

## 世界各國的態度

在美國方面，儘管許多人士不斷的給白宮施加壓力，要求美國的基因改良作物必須和日本、歐盟一樣加以標示。但是，白宮方面(2000年5月3日)仍表示：「基本上基因作物是安全的，不必另外加以特別標示。」同時，更進一步說明：「根據美國現行法律，一般食品只有在它的天然成份改變或是含有過敏原，引起安全方面的考量才必須強制將此資訊提供給消費者，將它特別標示，但是美國的政策並不認為基因改良作物會產生上述情況。」

在日本方面，日本厚生省(Ministry of Health and Welfare)已經決定對穀物進口採取「零妥協」政策。所謂的「零妥協」政策就是：若經檢驗發現在一批運送至日本的穀物中，即使只含有很小比例的未經核准之基因改良產品，則整批穀物都將會被退回；而日本海關若違反此一法令時，將被處以刑罰。同時，日本也已經自2000年4月起，實行基因改良作物及食品標示計畫。

至於擁有100萬公頃基因改良作物栽種面積的澳洲又是採取什麼樣的態度？今年7月間澳洲與紐西蘭政府的澳紐食品標準委員會(Aus-



■日本厚生省已經決定對穀物進口採取「零妥協」政策。

(圖片來源：The Furrow，January 2000)

形。在最近幾次有關討論簽署生物安全議定書的會議當中，176個會員國的立場和態度竟然出現壁壘分明的現象，其間主要的問題發生在基因食品輸出國與輸入國之間的摩擦。

就全球基因食品的發展背景看來，1987年僅5種作物進行小規模田間試驗，到了1996年擴展到340萬公頃，再迅速增加到1999年的1億公頃(美加8100萬，阿根廷1600萬，中國100萬，澳洲100萬公頃)。目前，超過12個國家從事商業栽種，其中美國1999年栽種面積比例，玉米37%、黃豆47%、棉花48%、油菜子35%，同時也是世界最大輸出國。

表 1. 市售農業生物技術產品

農業生技產品	商品名	公司
黃豆：	Roundup Ready(r) Soybeans	Monsanto
	Novartis Seeds Roundup Ready(r) Soybeans	Novartis Seeds
	High Oleic Acid Soybeans	Optimum Quality Grains, L.L.C.
	Low Linolenic Soybean Oil	Optimum Quality Grains, L.L.C.
	Low Saturate Soybean Oils	Optimum Quality Grains, L.L.C.
花生：	High Oleic Peanut	Mycogen
玉米：	LibertyLink(r) Corn	AgrEvo
	StarLink Corn	ArgEvo
	CLEARFIELD(tm) Corn	American Cyanamid
	DeKalBtM Insect-Protected Hybrid Corn	DeKalb Genetics Corporation
	DeKalb Brand Roundup Ready(r) Corn	DeKalb Genetics Corporation
	DeKalb GR Hybrid Corn	DeKalb Genetics Corporation
	High pH Tolerant Corn Hybrids	Garst Seed Company
	Gray Leaf Spot Resistant Corn Hybrids	Garst Seed Company
	G-StacTM Corn Hybrids	Garst Seed Company
	Roundup Ready(r) Corn	Monsanto
	YieldGardTM Insect-Protected Corn	Monsanto
	NatureGard(r) Hybrid Seed Corn	Mycogen
	IMI-Corn	Mycogen
	NK KnockoutTM Corn, NK	Novartis Seeds
YieldGardTM Hybrid Corn, AttributeTM B.t. Sweetcorn		
油菜子：	LibertyLink(r) Canola	AgrEvo
	SMART(r) Canola Seed	American Cyanamid
	Laurical(r)	Calgene, LLC
馬鈴薯：	NewLeaf(r) Insect-Protected Potato	Monsanto
棉花：	Bollgard with BXN Cotton	Calgene, LLC, unit of Monsanto
	Bollgard(r) Insect-Protected Cotton	Monsanto
	Roundup(r) Ready Cotton	Monsanto
番茄	FreshWorld Farms(r) Tomato	DNAP Holding Corporation
	FreshWorld Farms Endless Summer(r) Tomato	DNAP Holding Corporation
	FreshWorld Farms(r) Cherry Tomatoes	DNAP Holding Corporation
	Increased Pectin Tomatoes	Zeneca Plant Sciences
小甜椒	FreshWorld Farms(r) Sweet Mini-Peppers	DNAP Holding Corporation
酵素	Chymogen(r)	Genencor International and marketed by Chr. Hansen's
	Chy Max(r) (fermentation-derived)	Chr. Hansen's
	Posilac(r) Bovine Somatotropin,	Pfizer, marketed by Chr. Hansen's
	Recombinant Bovine Somatotropin, (rBST)	Monsanto
葵花子	High Oleic Sunflower	Mycogen
	High Oleic Sunflower Oil	Optimum Quality Grains, L.L.C.

tralia and New Zealand Food Standard Council, ANZSF)提出新的管理法規草案中規定：新的法律將會要求不管原料或添加物或處理過程中，只要有外來的 DNA 或蛋白質存在，超過某一標準，就必須要加以強制標

示。如果此一草案獲得通過，這似乎是當今全球對基因改良作物最嚴格的規定。

### 我們的對策與努力

我們政府對基因食品的处理方式給人「態度積極，步伐審慎」的感覺。早在 88

年 2 月衛生署即已擬妥「重組 DNA 技術衍生食品之安全性評估準則(草案)」分送該署食品衛生安全諮議委員會之相關專家評審中，待草案內容確定後，該署將聯繫其他相關主管機關共同協商，以建立一套完整之管理制度。

然而，隨著聯合國召開生物多樣性公約中討論「生物安全議定書」的結果以及其他種種因素的影響下，始終沒有通過確定的法案來規範基因食品。國內在多位立法委員及人民團體持續的關切之下，衛生署研擬的「基因改良食品安全評估方法」將在年底出爐，明年正式實施，並給業者一年的輔導與緩衝期。

農委會則已提出「植物種苗法」修正草案，將基因轉殖作物納入管理。未來，國外基因轉殖作物的種子、種苗要進來台灣，必須經農委會同意，並在田間隔離試驗，證實不會破壞國內生態環境者，才能栽培推廣。

### 那些作物是基因食品？

不論你對基因食品所抱持的看法如何？對國內的消費者而言，最值得注意與關心的另一個話題是：是不是所有的食品都是基因食品？答案是否定的。

因為，研發任何一種生物技術改良的作物並使其能



(圖片來源：Agricultural Research, April 2000)

■研發任何一種生物技術改良的作物並使其能順利在田間生長，是一條極為漫長艱辛的路。

順利在田間生長，是一條極為漫長艱辛的路。科學家們不可能在一夕之間將我們日常所食用的作物全部都變成「基因改良食品」。筆者將目前已經獲得美國FDA核准的生物技術改良作物整理成表，供大家做參考。

其中有黃豆、玉米、馬鈴薯、花生、油菜子、葵花子、棉花、番茄、小甜椒及酵素和抗原等。預計在最近6年之內將獲得FDA核准的項目除了上述產品仍將會有新產品上市外，項目和種類上還增加了甜菜、鳳梨、草莓、香蕉等蔬果類產品以及魚類。

### 基因改良食品的檢測

對消費者而言，一般是無法從外觀上、品質上或風味上的官能品評對基因食品或非基因食品加以區別的。因此，我們也想瞭解一下基因食品是如何檢測的。

檢測食品中是否含有基因轉殖作物可從檢查轉殖入的基因或該基因的產物著手。但因為產物的檢測繁雜且準確性低，所以大多對轉殖入的基因加以檢查。目前，檢查轉殖基因的方法有兩種，分別是PCR及DNA雜配法。其中PCR敏感度較高、操作簡易，因此採用PCR方法較能系統化大量偵測食品中是否含有基因改良食品。

表2.六年內可能上市的農生物技術產品

農生物技術產品	商品名	公司
棉花：	Genetically Engineered Cotton Fiber	Agracetus, unit of Monsanto Company
	LibertyLink(r) Cotton,	AgrEvo
	Second-Generation Bollagard(r)	Monsanto
	Insect-Protected Cotton	
黃豆：	LibertyLink(r) Soybean	AgrEvo
玉米：	SeedLink Corn	AgrEvo
小麥：	CLEARFIELD(tm) Wheat	American Cyanamid
稻米：	LibertyLink(r) Rice	AgrEvo
	CLEARFIELD(tm) Rice	American Cyanamid
馬鈴薯：	High-Solids Potato	Monsanto
	NewLeaf(r) Plus	Monsanto
	New-Leaf(r) Y Insect-and Virus-Protected Potatoes	Monsanto
甜菜：	LibertyLink(r) Sugar Beet	AgrEvo
	CLEARFIELD(tm) Sugar Beets	American Cyanamid
	Roundup Ready(r) Sugar Beets	Monsant
番茄：	High Sweetness Tomato	Calgene, LLC
	Virus Resistance Tomatoes	Calgene, LLC
	Ripening-Controlled Cherry Tomatoes	DNAP Holding Corporation
	Fresh Market Tomato	Zeneca Plant Sciences
鳳梨：	Ripening-Controlled Bananas and Pineapples	DNAP Holding Corporation
草莓：	Strawberry	DNAP Holding Corporation
香蕉：	Banana	Zeneca Plant Sciences
胡椒：	Firmer Peppers	DNAP Holding Corporation
	Sweeter Peppers	DNAP Holding Corporation
油菜子	Roundup Ready(r) Canola	Monsanto
油脂：	High-Stearate Oil	the Calgene, LLC, unit of Monsanto Company
	Medium Chain Fatty Acids/Medium Chain Triglycerides	Calgene, LLC
	High-Stearate Soy Oil	Monsanto
蔬果類：	Genetically Engineered Fruits and Vegetables with Longer Post-Harvest Shelf Life	Agritope, Inc., a wholly owned subsidiary of Epitepe, Inc.
魚類：	AquaAdvantage(r) Salmon, Tilapia, Trout, and Flounder	A/F Protein
其他：	MessengerTM	EDEN Bioscience
	B.t. Sunflower, Soybeans, Canola and Wheat	Mycogen Corp.
	Modified Lignin in Paper Pulp Trees	Zeneca Plant Sciences under separate agreements with Shell Forestry and Nippon Paper

資料來源：美國 Biotechnology industry organization

一、DNA純化

由於DNA為PCR之檢測對象，因此在進行PCR之前必須先將食品中的DNA加以純化，其純化步驟為：

1. 釋出染色體DNA

植物組織：以研磨法將細胞破碎，使其DNA釋出。

固態食物：雖然在加工食品中部份或全部細胞已經破碎，但仍須將其研磨成漿狀以利萃取。

液態食物：如為油性物質，則必須先進行萃取；如為水性物質，則必須先行濃縮。

2. 去除蛋白質：加入蛋白質分解酵素，再以飽和酚萃取出蛋白質。

3. 沈澱DNA：以酒精沈澱之。

二、PCR反應

利用設計好的引子(primer)進行反應。將偵測的標的DNA加以放大。

三、電泳比對

將放大的DNA以膠體電泳方法加以分析比對。

在進行PCR檢測時，必須同時與對照組進行試驗，以確立結果的可信度。對照組通常要有兩個，一個是已知不含轉殖基因的樣品(陰性對照組)，一個是確

定含轉殖的樣品(陽性對照組)，以確定DNA品質與PCR條件無誤。

結語

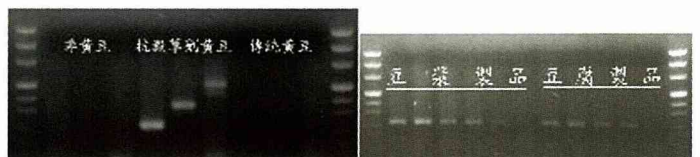
基因食品是華生與克理特在1953發現DNA雙股螺旋結構後，許多生物學家投入近半世紀以來大量時間、精力與金錢的辛苦結晶，也是人類許多偉大夢想之一。然而，在許多疑慮仍然存在的同時，我們對基因食品是否應該採取更審慎的態度。世界各國對基因食品的看法不一，檢測基因食品的用意，主要是在使消費者知與選擇的權利獲得伸張，無關乎產品的良窳。

我們相信政府有關部門已經相當努力，也有誠意要將基因食品及相關問題做妥善的處理。只是，面對新的科技所帶來的轉變，政府部門、非政府組織與學者三者之間，似乎需要有更積極而妥當的協調機制與因應策略，才能保障國人的健康及維護環境與生態平衡。

■進行PCR偵測基因改良食品的儀器。



0.61kb    0.22kb    1.36kb    0.26kb  
 5' --- 3' S --- CTP --- EPSPS --- NOS --- 3'  
 818 bp (Le01-Le02)    259 bp (35S01-35S02)  
 513 bp (CaM03-EPSPS)    366 bp (CTP-EPSPS)  
 180 bp (NOS01-NOS02)



■抗殺草劑的基因改良黃豆，可以利用適當之核酸片段引子，經由PCR產生增幅片段而確認。