

第28章 植物生技產業現況與趨勢

一、產業發展現況

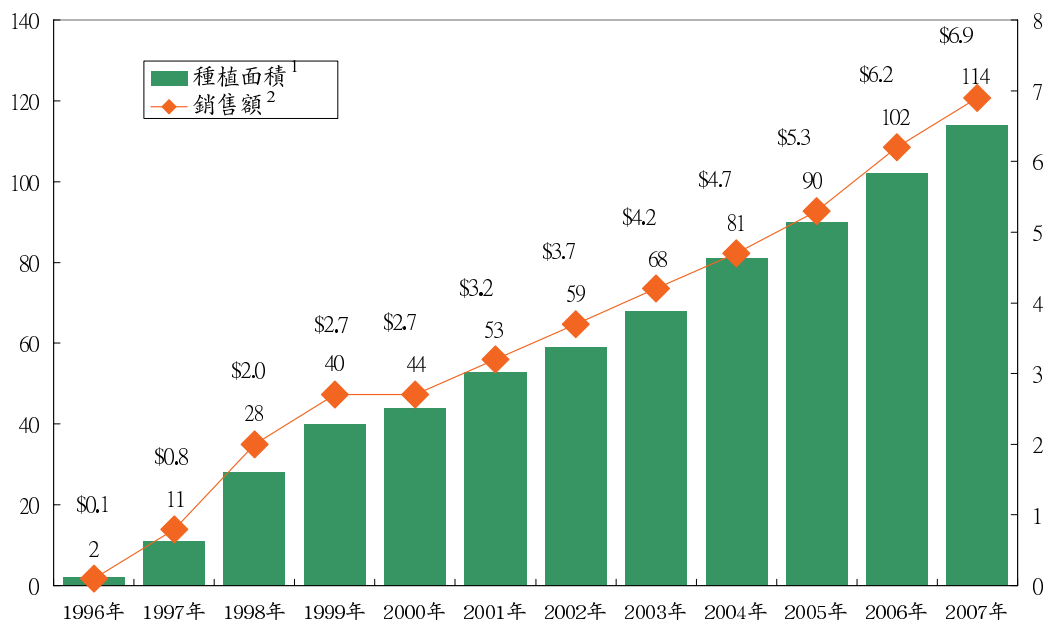
(一) 產業界說

本文植物生技主要以基因改造產品為主，基因改造是指經過人為的方法，將其他生物體的遺傳物質轉殖到接受者生物體上的技術，而能夠穩定地表現該外來遺傳物質的接受者生物體，就稱為「基因改造生物」(Genetically Modified Organism, GMO)。基因改造過的生物，會表現出新基因的特性，不論哪個基因是由何種生物而來。植物則是目前應用最廣的生物，就栽培面積而言，大豆、棉花、油菜及玉米等四種大宗作物約占了全球基改植物種植面積的九成，而所轉殖的基因以耐殺草劑以及抗蟲二種性狀為主，另外抗病、延遲老化、生產疫苗或者其他藥用蛋白質等植物，目前也有相當多的產品進行開發中。台灣除了共有18種基改玉米與黃豆可進口做為食品或飼料之原料用之外，目前未有相關產品核准可上市種植，而已在進行隔離田間試驗之生物安全評估之植物有水稻、木瓜、番茄及青花菜。

(二) 產業環境

依國際農業生物技術應用推廣協會 (International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications, ISAAA) 統計，自1996~2007年間，基因種子核准上市行銷的12年內，全球每年種植面積皆以兩位數字增長，2007年底之種植面積已達1.14億公頃，占全球作物面積的8%，市場規模更高達69億美元 (見圖28-1)，占全球20%的商用種子市場及全球16%的植物保護市場。估計2008年市場規模將提升至75億美元，年成長率超過10%。

單位：1.百萬公頃；2.十億美元



資料來源：ISAAA，台灣經濟研究院生物科技產業研究中心整理。

圖28-1 1996~2007年基因改造種子全球概況

基因改造種子九成以上為大豆、棉花、玉米及油菜，又以基改大豆發展最為傑出。無論總體市場價值及全球種植面積，基改大豆皆為基因改造種子之最大宗，在2007年已占全球64%的大豆種子市場；其他基改作物，如棉花、玉米和油菜則分別占該類種子市場銷售之43%、24%及20%。而在2007年種植面積的數據中，基改玉米以接近40%的年增率，表現最為強眼，而大豆則無明顯成長，依英國經濟學人（The Economist）2007年底之報告指出，全球玉米轉作乙醇的產量，由2000年的1,500萬公噸，成長至2007年的8,500萬公噸，因此全球生質酒精政策的推動，與基改玉米的強勁增長比率有極大的關係（見表28-1）。

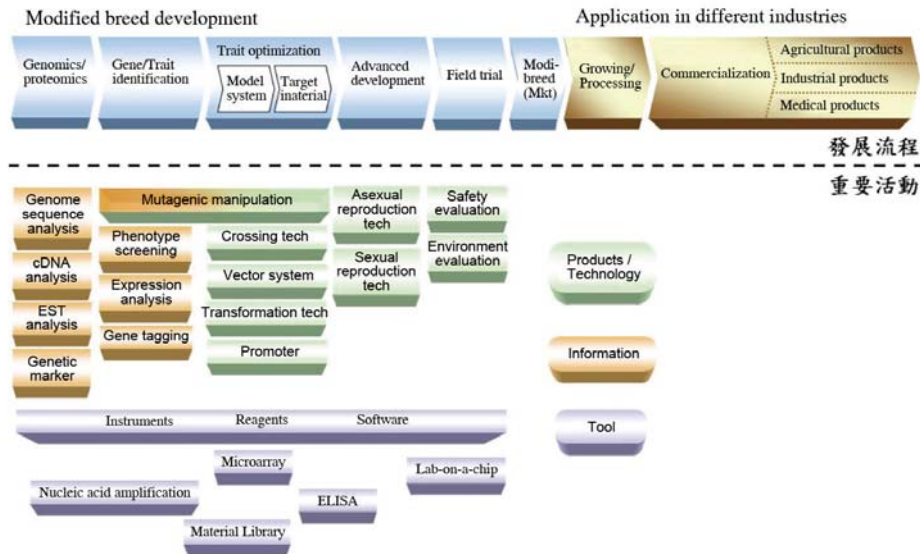
表28-1 2007年全球基改種子栽種概況

單位：百萬公頃；%；億美元；美元/公頃

	種植面積	占全球基改作物 種植面積比率	種植面積 年增率	占全球該作物 之比率	市場價值	市值/面積比
大豆	58.6	57	0	64	26	44.4
棉花	15.0	13	11.9	43	9	60.0
玉米	35.2	25	39.7	24	32	90.9
油菜	5.5	5	14.6	20	2	36.4

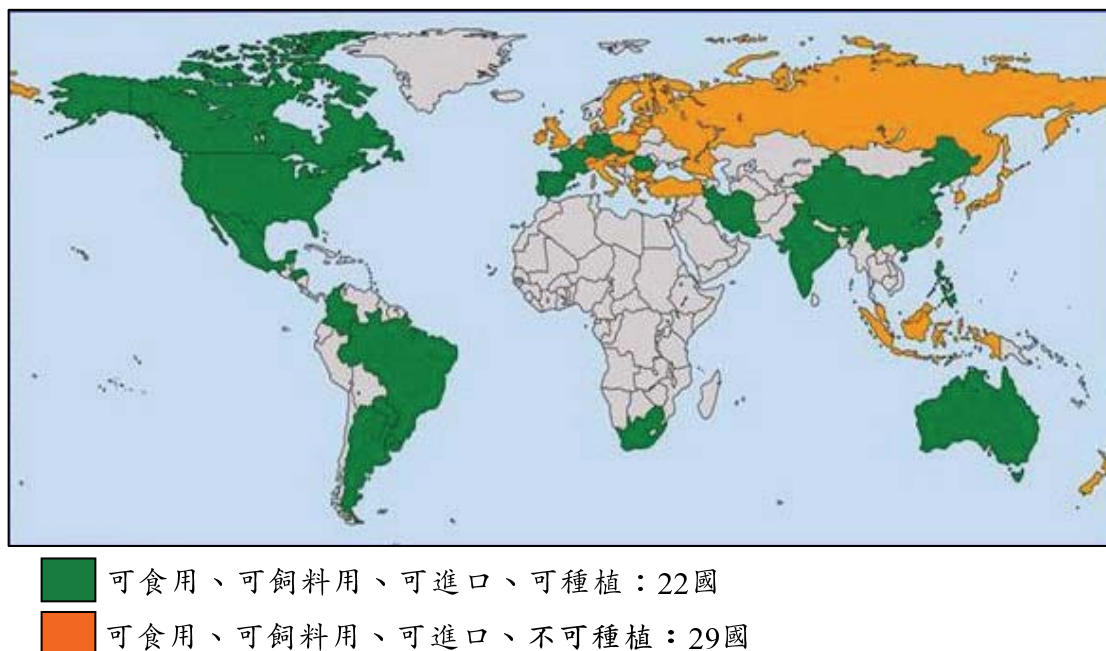
資料來源：ISAAA，台灣經濟研究院生物科技產業研究中心整理。

基因改造種子要成功上市需經過嚴謹的開發程序（見圖28-2），而各國不同產品法規的制定，也反應每個國家對於基因改造種子的接受程度。統計至2006年10月，已有51個國家核准基因改造種子上市（見圖28-3），而其中農民可在當地直接種植的有22國，顯示這些國家對於發展基因改造科技的態度最為積極；另外29國則只開放食品及飼料的使用及進口，相信在體驗基因改造作物的優勢後，將成爲第二波推升基因改造種子需求的助力。而至2007年底，全球已有23個作物通過上市核准，共計124種品系獲得615項產品銷售權。



資料來源：台灣經濟研究院生物科技產業研究中心整理。

圖28-2 基因改造產品發展關鍵程序鏈



資料來源：ISAAA。

圖28-3 核准基因改造種子上市的國家

截至2007年底，全球共有23個國家種植基因改造種子（見表28-2），包含11個已開發國家及12個開發中國家。前六大種植國依序為美國、阿根廷、巴西、加拿大、印度和中國，合計種植面積超過1億公頃，占全球95%。另外就連一向保守的歐盟國家如西班牙、德國、葡萄牙、法國、捷克和波蘭，都已核准使用基改抗蟲玉米，種植面積超過10萬公頃，年成長幅度高達77%，其中以西班牙最為積極發展，2007年基改玉米種植面積已為歐盟之首。

全球種植基因改造種子的農民約1,030萬人，其中90%為開發中國家農民，估計種植全球超過三分之一的基因改造作物，並以21%的年增率穩定增加。主要原因為發展中國家的農耕技術較為落後，使用基因改造種子則能快速提升產量，同時提高農民收入，彌補與已開發國家的差距，因此使用基因改造種子是開發中國家加速經濟成長的最佳利器。

比較2006~2007年間，實際種植面積增加最多的前三個國家為巴西、印度和美國，而印度共增加了63%的種植面積，是全球成長比率最高的國家。另外在基

改稻米方面，中國在基改稻米的研發上不遺餘力，2001~2005年的相關研發經費已提升至1,200萬美元，並且在2005年已有超過100個基改稻品系進入田間試驗，未來中國將以全球最大基改稻米投資國的角色，影響全球基改稻米之發展。

表28-2 2007年種植基因改造種子的國家

單位：百萬公頃

基因改造種子種植面積超過5萬公頃的國家			
美 國	57.7	南 非	1.8
阿 根 廷	19.1	烏 拉 圭	0.5
巴 西	15.0	菲 律 賓	0.3
加 拿 大	7.0	澳 洲	0.1
印 度	6.2	西 班 牙	0.1
中 國	3.8	墨 西 哥	0.1
巴 拉 圭	2.6		
基因改造種子種植面積少於5萬公頃的國家			
哥倫比亞	智 利*	法 國	宏都拉斯
捷 克	葡 萄 牙	德 國	斯 洛 伐 克
羅馬尼亞	波 蘭*		

注：*為2007年開始種植基因改造種子的國家。

資料來源：ISAAA，台灣經濟研究院生物科技產業研究中心整理。

而在基改應用品種部分，由經濟合作暨發展組織（Organization for Economic Cooperation and Development, OECD）的基改種子資料庫統計（見表28-3），2006年2月之前，共有96種成功商業化之基改種子供OECD會員國¹進口加工、食用、飼用或種植，其中以美國核准最多種類之基改種子，共有73種。品種方面則以玉米、馬鈴薯和油菜的基改應用開發最為競爭，有許多產品在各國上市。除了歐盟及挪威在政策和市場較能接受觀賞用植物在基改上的應用，而各核准了11種康乃馨上市外，大部分的國家仍以核准大宗作物或食用植物為主，其中最受亞洲國家注目的基改稻米，有兩種由Bayer所開發抗殺草劑的基改稻米，已可在美國種植、食用及飼用，在日本則受農林水產省核准可進口。

¹ OECD為世界重要議題的智庫兼發動機構，許多世界重要議題的政策研究和形成都來自於OECD，因此其30個會員國乃為全球最具影響力且最富有的已開發國家，目前成員為德國、奧地利、比利時、加拿大、丹麥、西班牙、美國、法國、希臘、愛爾蘭、冰島、義大利、盧森堡、挪威、荷蘭、葡萄牙、英國、瑞典、瑞士、土耳其、日本、芬蘭、澳大利亞、紐西蘭、墨西哥、捷克、匈牙利、波蘭、南韓及斯洛伐克。

表28-3 OECD會員國成功上市之基改植物品種

國家	康乃馨	棉花	亞麻	玉米	油菜	馬鈴薯	稻米	大豆	甜菜	蕃茄	總計
美國		8	1	19	12	20	2	8	1	2	73
加拿大		7	1	14	11	20		4	1	1	59
日本	1	5		13	10	4	1	5	2		41
澳洲	4	6		8	9	10		2			39
紐西蘭		5		8	9	10		2			34
歐盟	11			5	7			1			24
韓國		4		10	1	8		1			24
墨西哥		3		5	3	6		3		1	21
挪威	11										11
瑞士				3				1			4
捷克								1			1
總計	27	38	2	85	62	78	3	28	4	4	331

注：1.統計至2006年2月。

2.成功上市表示該基改種子已受該國核准，而可進口、食用、飼用或種植。

資料來源：OECD，台灣經濟研究院生物科技產業研究中心整理。

（三）廠商動態

全球基因改造植物市場目前由六家公司主導，分別為美國的Dow Chemical、DuPont和Monsanto、瑞士的BASF和Syngenta以及德國的Bayer，其中以Monsanto為全球生技種子第一大廠，且持續加速擴張其市場，2006年及2007年此領域之營收成長率為23%及18%。而Monsanto和Syngenta較專注於生技種子領域發展，相關營業比重於2007年各占約58%及22%（見表28-4），遠超過其他四家公司。而DuPont、Dow Chemical、BASF和Bayer四家公司因本業為材料、化學及製藥公司，所以生技種子領域在2007年占其營業額比重較低。其中以Bayer和DuPont最為積極經營發展此領域，2007年年成長率高達約21%。

Monsanto、Syngenta和DuPont是以生技種子市場為主的公司，而Syngenta除了在生技種子領域外，也和Bayer一樣在植物保護劑的投入相當多資源進行開發，其在2007年植物保護劑營業額約共為148億美元，占全球總市場的34%。除此之外，此兩家公司具有很強大的農業生技領域資源，對於所有發展農業生技的廠商皆具有一定的威脅性；而BASF在動物生技領域相對投入較多，且和Dow Chemical一樣仍是以化學相關本業為主，所以此二家公司在生技種子領域起步較晚，目前經營比重仍以本業為主。

表28-4 2005~2007年全球植物生技六大廠商之農業生技領域營收比較

單位：百萬美元；%

公司	營收項目	2007年			2006年		2005年
		營業額	營業比重	年成長率	營業額	年成長率	營業額
Monsanto	生技種子	4,694	57.97	18.00	3,978	23.04	3,233
DuPont	生技種子	3,353	11.41	21.31	2,764	0.55	2,749
Syngenta	生技種子	2,018	21.84	15.78	1,743	-3.01	1,797
Bayer	生技種子	523	1.18	21.91	429	5.15	408
BASF	植物生技	4,294	5.41	11.16	3,863	-5.90	4,105
Dow	農業生技	3,779	7.06	11.18	3,399	1.04	3,364

注：1.生技種子包含基改種子及傳統生技育種法所產生之種子；植物生技含生技種子及植物保護；農業生技則包含植物生技及動物生技。

2.BASF及Dow並無公布生技種子項目之營收。

3.BASF及Bayer原始資料為歐元，此以台灣中央銀行公布2007年、2006年、2005年歐元與美元年匯率1.3687、1.2545、1.2436進行轉換。

資料來源：各公司各年年報，台灣經濟研究院生物科技產業研究中心整理。

二、產業趨勢前景

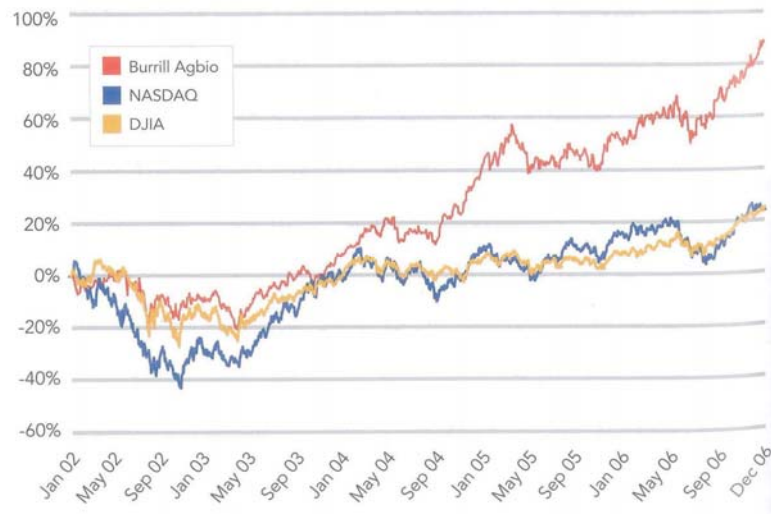
(一) 發展趨勢

以下從「投資者」、「生產者」、「消費者」、「環境生態與能源」及「全球整體發展」的觀點，利用不同的面向來分析未來基因改造種子發展趨勢。

1. 投資者觀點

由股市觀點來看，以2002年1月為基期，可看到以投資基改種子為主的Burrill農業生技指數²績效至2006年底（見圖28-4），其投資報酬率超過道瓊工業指數及那斯達克指數約三倍，澈底打敗大盤，可知投資者相當看好基因改造種子的未來發展性，而在食品原物料日趨重要的氛圍下，以農業生技突破供不應求的問題，將會是延續此多頭行情的重點題材。

² Burrill為一家創投公司，也是全球第一家看好農業生技而進行投資的公司，其所投資的農業生技公司（尤其是基改作物公司）的績效指數，多年被公認為最具代表性的農業生技發展指標。



資料來源：Burrill & Company。

圖28-4 2002年2月~2006年12月Burrill農業生技指數

除此之外，華爾街投資生技產業乃著重於(1)具有清楚可見之需求缺口的大市場；(2)具高度成長潛力；(3)具智財保護之技術以維持高毛利及永續價值。因此投資者過去多將資金注入醫藥生技，而過去農業生技產業對投資者而言只是食品，由於食品市場領域廣大，且為一成長有限的成熟市場，是以毛利便顯式微。

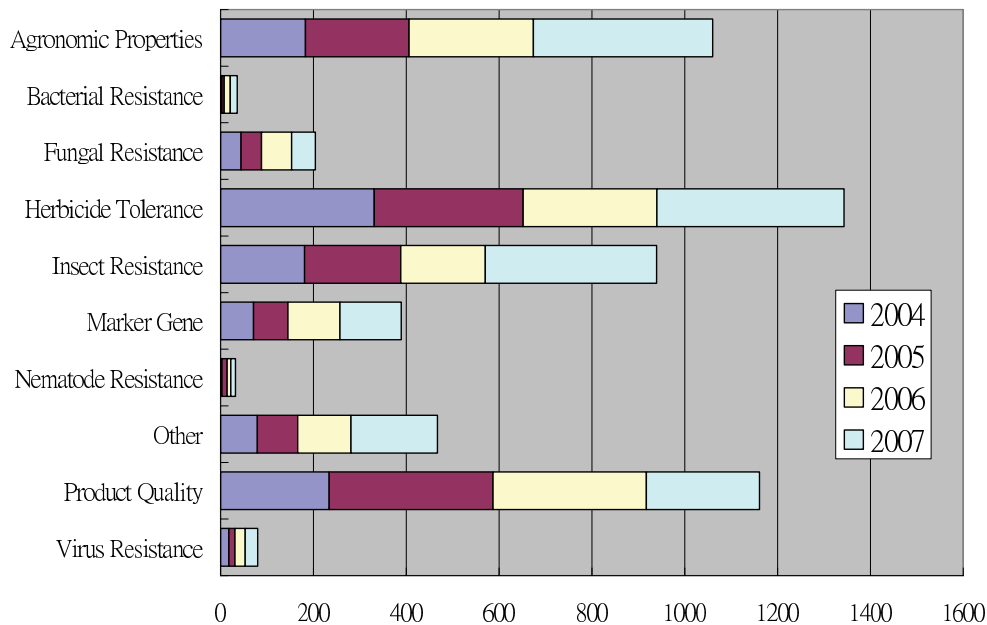
反觀現在，農業生技已不再是食品的代名詞，其代表的是一種整合性技術以充分應用於全球四大重點議題的需求：(1)生質能源；(2)生物材料；(3)環境保護；(4)保健產品。因此基因改造技術除了能解決食品的問題外，也能充分解決上述四大問題。換言之，基改種子科技已從原來農業本身的輸入型性狀 (Input Traits) 實際擴散到整體產業應用的輸出型性狀 (Output Traits)。此四大議題代表的是「全新」清楚可見之「全球」需求缺口和高度的成長潛力，而除了基改種子六大跨國公司每年共投入10億美元之研發費用外，新興國家如中國和巴西每年也投入約10億美元、印度每年投入2.5億美元，加上其智財保護也愈來愈完整，相信不久後，投資者將會挹注更多資金來加速基因改造種子之發展，也將觸發全球基改種子之投資熱潮。

2. 生產者觀點

由生產廠商的觀點來看，在基改種子目標性狀方面，依ISAAA的資料顯示，

目前仍以抗殺草劑性狀應用最多，占全球基改作物種植面積的63%，再來為具抗蟲抗殺草劑之雙抗性狀，占19%，而抗蟲性狀則為18%。雙抗性狀的應用對生產者所帶來的便利性更多，因此在2007年，雙抗應用首度超越抗蟲之單一性狀應用。

而依美國農業部動植物檢疫局（Animal and Plant Health Inspection Service, APHIS）2004~2007年田間試驗核准數（見圖28-5），整體而言仍以抗殺草劑性狀為主，但市場主流在2005~2006年時由抗殺草劑性狀轉為提升產品品質性狀（如保鮮熟控及提高營養成分等），而農藝性狀種子（提升產量及抗寒等）在此四年內則呈現穩定的成長，此二類性狀在田間試驗的申請數在2007年累計超過1,000案，預計未來此二類種子將會有更多產品上市。至於在2004年前的兩大主流：抗殺草劑性狀及抗蟲性狀，也因多種性狀整合性基改種子（Stacked Trait）的發展，而在2007年產生田間試驗需求反彈，預計在此趨勢下，輸出型性狀未來都會結合輸入型性狀，以強化農民生產效率，並滿足消費者的需求。



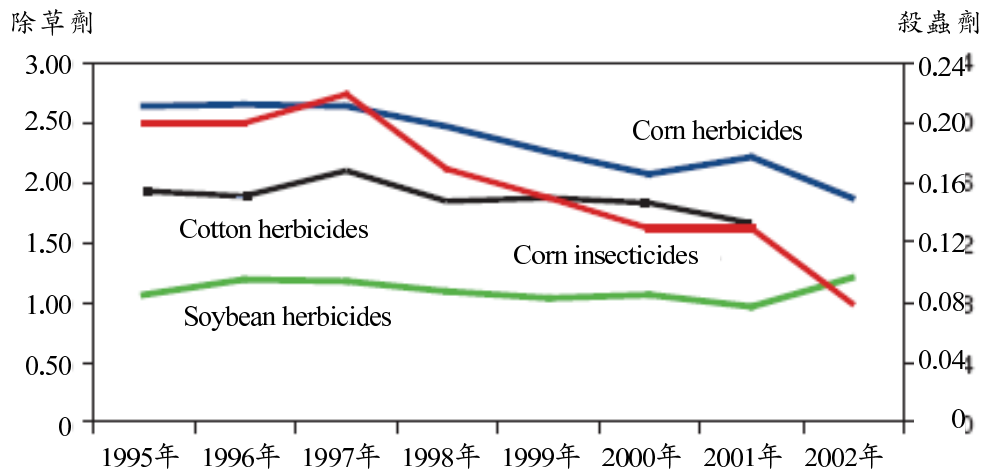
資料來源：APHIS of USDA，台灣經濟研究院生物科技產業研究中心整理。

圖28-5 2004~2007年APHIS基改種子田間試驗案核准數

而從生產者中的農民角度分析，除了美國擁有基因改造種子最大種植面積外，另外二個重點新興國家：中國及印度，因為背負養活全球37%人口的農業使命，此二國農民的態度將對全球基改種子的發展有相當之影響。因此以下逐一闡述此三國農民對於基改種子之接受度。

美國農民因基改種子能提升農耕的產量及效率，且在1996~2005年間共增加農民270億美元的收入，除此之外，更在此五年間共減少了15%殺蟲劑的使用（見圖28-6），約降低22.43萬噸的殺蟲劑使用量，所以美國農民對基因改造種子的接受度成長相當快。從1996年開始，在被採用的基改作物中（見圖28-7），耐除草劑（HT）品種因可達到控制野草的同時維持農作物生長的效果，而被農民採用的速度較抗蟲（Bt）性狀品種快。

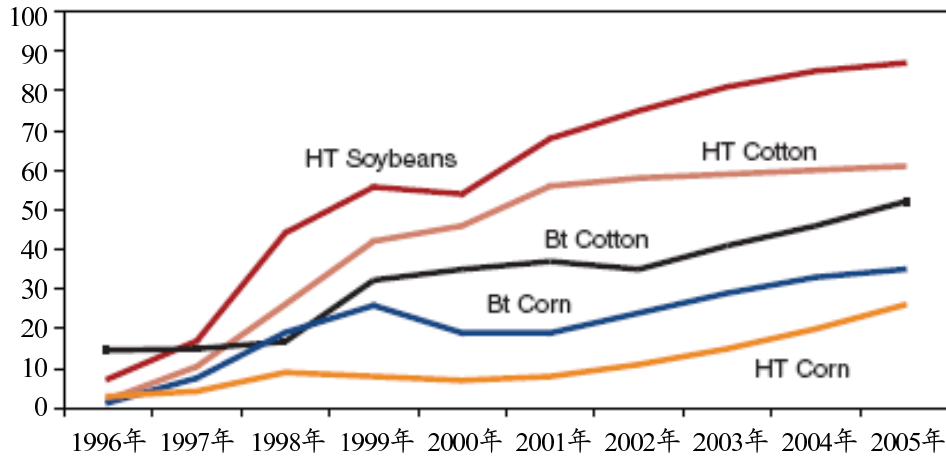
單位：磅/英畝；年



資料來源：NASS surveys。

圖28-6 1995~2002年美國主要田地農作物的農藥使用狀況

施種土地比率



資料來源：Fernandez-Cornejo。

圖28-7 1996~2005年美國基改作物的農民接受度

中國由1997年開始引進抗蟲基改棉花，發展至2005年，每公頃可增加農民收入305美元，包括減少每公頃195美元的栽種成本及16%的產量增加，該年共增加約10億美元收入。而根據中國科學院農業政策研究中心估計，中國農民若由傳統稻米改種植基改稻米，每年每公頃可減少使用殺蟲劑17公斤，約可減少使用量80%，且每公頃可增加200公斤產量，一年可增加共40億美元之整體效益。在此驚人的成效下，相信中國農民對基改種子的接受度將會持續上揚。

而印度由2002年引進抗蟲基改棉花，開啓基改種子之大量應用，統計2004年共減少殺蟲劑39%的使用，提高31%產量，每公頃則增加農民收入250美元，淨收入增幅約88%。在基改種子對印度農業的外溢效果下，未來該國農民也將和美國及中國一樣，對於基改種子接受度愈來愈高。

3. 消費者觀點

根據國際食品資訊協會（International Food Information Council, IFIC）2007年在美國的生技食品消費者調查，33%的消費者認為未來五年生物科技會對自己和家人帶來益處，而54%的消費者則不確定。在認同生物科技的消費者中，42%的民眾最希望獲得營養與健康之益處，此部分八成以上的消費者支持利用基因改造技術降低作物飽和脂肪含量及增加作物健康脂肪含量。而在台灣的調查中（見

表28-5)，消費者則對於基改食品能減少化學物質殘留有較高的接受度，再來則為具有較高營養價值的基改食品。根據上述結果，未來基改種子若往健康功能取向發展，應會在市場上得到更多消費者的支持。

表28-5 下列哪些情況下您可以考慮購買GMO食品（可複選）

項 目	受訪消費者	單位：%
		比率
較高營養價值	96	48.0
較少化學物質（農藥或抗生素）殘留	124	62.0
較低價格	36	18.0
較方便食用	26	13.0
保存期限較長	24	12.0
較好風味與口感	27	13.5
都不願購買	32	16.0

資料來源：台灣經濟研究院生物科技產業研究中心於2007年7月針對200名消費者進行調查。

4.環境生態與能源觀點

由減少溫室效應及氣候變遷的方向分析，使用基因改造種子可由兩個方式減少二氧化碳：(1)減少翻土而保留土壤中的碳，僅在2006年便降低大氣中約136億公斤的二氧化碳；(2)減少於噴灑農藥所需使用之燃油，2006年降低排放二氧化碳12億公斤。整體而言，選擇種植基改種子，在2006年便至少減少148億公斤的二氧化碳排放，相當於650萬台汽車的使用量。若以Nord Pool北歐電力交易所市場2008年2月15日碳交易CERs（Certified Emission Reductions：核證的減排量，交易的貨幣單位元）收盤價：1噸二氧化碳15.6歐元計算，每年基改種子減碳的價值高達2億3,000萬歐元。

最新研究指出生質能源可減少65%燃油的使用，而基因改造技術的導入更可加速生質能源的開發，在2007年已有超過1,000萬公頃的基改作物用於生質能源的應用，占全球基改種子種植面積約9%，其中約700萬公頃種植基改玉米於生質酒精的製造，約415公頃的基改大豆及5萬公頃的基改油菜用於生質柴油的生產。在此趨勢下，基改種子除了本身種植上的環境效益外，仍具有使用於能源上的附加價值。

5. 整體全球觀點

ISAAA針對2006~2015年進行十年的預測中，其中有六大趨勢值得注意：(1)多種性狀整合性基改種子將為主流，2007年的使用種植面積約達2,200萬公頃，占全球基改種子種植面積的19%，性狀則以提升營養品質及抗旱為主要趨勢；(2)基改種子第二個十年將以亞洲為主，以中國和印度及新起國家如越南、巴基斯坦成長最快；(3)拉丁美洲最有發展潛力的國家為巴西；(4)非洲會適度發展，整體以布吉納法索為首，北非則以埃及，東非則以肯亞為主；(5)歐盟仍發展緩慢，歐洲有潛力的地方為東歐；(6)基改種子在生質能源的應用將以美國和巴西為主。

(二) 挑戰與策略

1. 基因改造產品管理法制存在七大瑕疵

良好的科技產品管理法規通常會達成兩個目的：(1)在科學的基礎上避免「真正」的威脅；(2)在政治的功能上會減輕民眾的疑慮，並增加對該管理標的的信心。而目前基因改造產品法規體制大多無法達成此二目的，因為其法制上多具有以下七大瑕疵，進而影響了相關產品上市之速度。

(1) 食用安全評估應以產品為主而非程序導向

大部分法規以程序角度認為基因改造程序本身即具高度風險，因此基因改造產品上市前應進行嚴密評估。但由程序觀點來看，許多科學研究指出，傳統育種方式，如放射線突變法，隱含的食用安全風險更高，且食品安全本身應強調評估該產品中是否含有實質引發威脅的物質，如大腸桿菌或放射線同位素等。因此基因改造產品應從其是否與同種產品的組成具顯著改變，以進行相關的風險評估便可。

(2) 並非只有基因改造產品為非自然基因混合產品

基因改造產品因人為混合了其他來源的基因而被稱為非自然的產品，因此被認為具高度風險。但基因在自然界本就會自然轉移及結合，而消費者在調製食物時會同時使用許多食材造成基因間的人為混合，所以無需強調基因改造產品的非自然性而造成民眾恐慌。但若要就其非自然性而進行規範，則傳統的人為雜交的產品也需受同等規範。

(3) 過於偏頗的法制規範

產品管理法制上，具相同風險等級的產品應受相同規範，然而在科學的角度中，突變調控 (Mutagenesis) 和使用重組基因具有相同等級的風險，但前者卻無需進行生物安全評估，此已明顯違背了法制原則，對

於基因改造產品實屬不公平。

(4)過度要求絕對安全

風險本身是相對的而非絕對的，每樣東西（包括非基改食品及基改食品）都無法以科學證明其絕對無害，因此風險管理應以比較性風險評估為主，但目前的法規只卻針對基因改造產品要求其需具有絕對的安全。舉例來說，同樣帶有Xa21基因的抗病稻米，若是以傳統方式（包括突變方式）育種，其上市要求相對的安全且只需進行少量安全試驗即可，但若是以基因重組技術進行育種，則被要求提出絕對安全的證據。

(5)評估缺乏科學有效性而造成的資源耗損

在風險評估的程序中，法規制定者多將「技術有效性」與「科學有效性」混淆，舉例來說，「技術有效性」是指可精準的檢驗出食品中是否含有天然毒素的能力，而「科學有效性」則是可以證明該食品是否會產生天然毒素。因此在「科學有效性」上，基因改造程序中使用的重組基因只要與產生自然毒素的基因無關，便無需耗費資源進行相關檢驗。然而有少數的人提出問題：「如果基因改造的程序無意間重新啟動生物產生天然毒素的基因那該怎麼辦？」，在此問題下，因為科學家無法充分證明不會發生的事會發生，所以為了滿足提出此疑慮的團體，基因改造產品上市就得投入無謂的資源以檢驗其本身所不會產生的天然毒素。

(6)過度評估反而破壞評估本身為提升消費者信心的目的

基因改造產品規範多要求「大量」的評估數據，而非「足夠」的評估數據，以消費者的觀點來看，其對產品的信心決定於該產品上市前所需進行的試驗，需愈多的試驗通常會被消費者歸類為高風險性的產品。基因改造產品被要求過多莫須有的檢驗，已經引發消費者不必要的恐慌，因此法制體系在要求基因改造產品進行各式各樣風險評估時，需確認所有評估得到的資訊是否能增加該產品在安全上的信賴度，若答案是無法增加，則應相對減少評估要求，以避免造成消費者的誤解。

(7)政治性因素不適當地影響風險評估規範

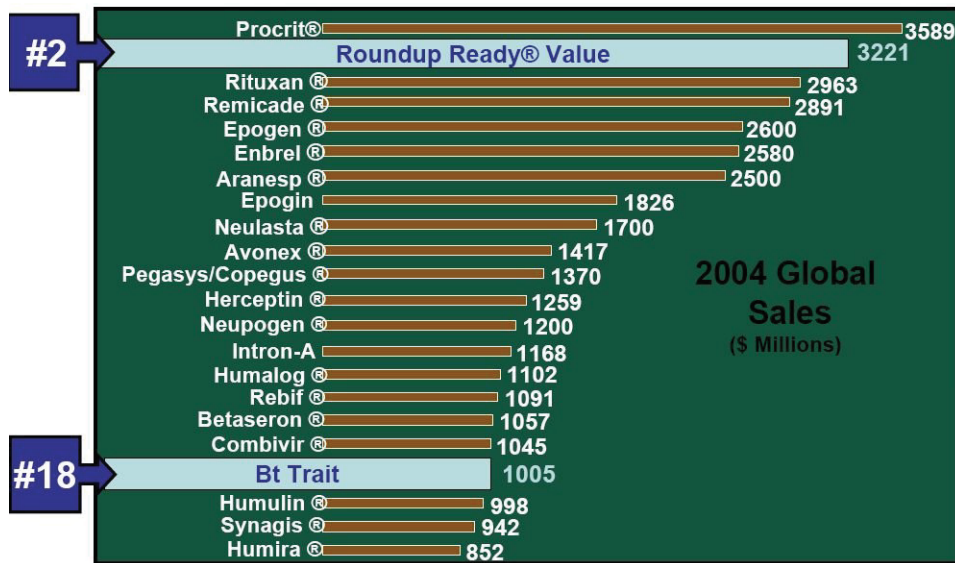
風險評估規範中最重要的部分是科學概念而非政治性意圖（包含社會、倫理、文化和經濟），且政治因素若涉入科學活動為主的法制規範，將嚴重影響風險評估該有的獨立性及合法性，目前基因改造產品的風險評估便是政治介入過多，而使得科學失焦。兩者最適宜的搭配應是由科

學的角度先進行主要規範之設定，然後再進行政治上的政策決定。

2. 未來展望

全球人口至2050年將增加25億人，成長幅度約37%，再加上生質能源的需求，大宗作物的供給缺口仍不斷擴大，因此從投資者、生產者、消費者、環境生態、能源或全球整體觀點來看，未來基因改造種子持續發展的趨勢能見度相當高。

目前規模已達530億美元的全球生技投資額，多以生技藥品為主要挹注目標，但與2004年全球前20大銷售額之生技藥品比較（見圖28-8），RoundupReady®性狀類的整體產品價值預估為32.2億美元，只少於Ortho Biotech的明星藥紅血球生成素Procrit®，而BT性狀類的產品則預估約有10億美元的價值，超過人體胰島素Humulin®、預防和治療感染性呼吸道融合病毒的單株抗體Synagis®及治療類風濕關節炎的單株抗體Humira®之銷售額。再加上基改種子平均開發期為10年（見表28-6），花費1億美元，成功率為5%，整體開發風險遠低於新藥開發，產品毛利率也達50%以上。在比較效益下，預期全球生技投資金額將會有更多的部位支持基因改造種子的發展，以繼續建立此產業更蓬勃的未來。



資料來源：Signals Magazine; Phillips McDougalland Monsanto estimation, 2005。

圖28-8 2004年全球銷售前20大生技藥品與農業生技產品比較

表28-6 基因改造植物與醫藥生技開發效益比較

單位：億美元；%

	時程	開發成本	產品上市成功率
新藥開發	約12年	8~10	0.02
基因改造植物*	10年	1	5

注：*平均毛利率>50%。

資料來源：台灣經濟研究院生物科技產業研究中心整理。

(余祁暉)