

## 生物安全議定書與其影響

徐源泰

國立台灣大學園藝學系暨研究所 教授兼系所主任

國立台灣大學生物技術研究中心 產學合作組組長

國立台灣大學生物多樣性研究中心 永續利用組組長

(本文原刊於 2000 年科學月刊，2002 年 2 月增修部份數據資料)

近年來，由於基因改造作物與其衍生食品，迅速進入消費市場而引起全球關心這項新科技，是否會對人類健康及生態與生物多樣性，帶來負面影響。國內消費者與媒體，亦自今年下半年起開始關心基因改造食品之議題。聯合國下生物多樣性公約組織於 2000 年 1 月通過全球矚目的生物安全議定書，並於今年五月起開放各國簽署，預期年底將會生效。此生物安全議定書，勢必將對我國經貿、科技帶來至深至遠之衝擊。本文因此描述介紹此一議定書之形成背景，及其精神與對全球經貿與科技發展之可能影。

### 一、背景

由於美國政府寬鬆的態度與企業界的積極，北美地區自 1990 年代開始計畫性地快速並大規模的推出轉基因作物，迅速搶占全球市場。數年間幾已席捲全球農業生產態勢。在北美洲國家之強力推動與品種競爭之商業優勢下，轉基因作物之發展，已由 1987 年僅 5 種進行小規模田間試驗，擴展至 1999 年底時 52 種植物，5,375 項與 24,346 區之田間試驗；商業栽培也擴展到 1996 年全球之 430 萬公頃，再迅速增加到 1999 年全球約一億公頃(美加 8,100 萬，阿根廷 1,600 萬，中國 100 萬，澳洲 100 萬公頃)。商業栽種基因轉殖作物國家，也從 1992 的 1 國(中國，但規模不大)，到 1996 年 6 個國家，1998 年 9 個國家，1999 年底時的 12 個國家。其中所佔美國栽種面積比例(1999 年)，轉基因玉米 37%、黃豆 47%、棉花 48%、菜油籽 35%。根據 ISAAA (International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications)計算，過去四年(1995-1999)間，GM 作物銷售金額迅速增加四倍達到 22 億美金，並估計到 2001 年時為 250 億美金。並不出乎意料地，大部分 GMOs 商業栽種都在工業化國家，而且大多數 GM 作物掌握在少數大公司如 Monsanto, Novartis, AgrEvo, Dekalb Genetics Corp, Plant Genetic Systems, Rhone Poulanc, Zeneca 等。國際間現已警覺其嚴重性，因此包括 WTO, FAO, APEC, UNEP, UNIDO, ICGEB,

OECD, CBD 等重要國際組織，已著手規劃研擬規範機制。其等目的與理由，並非僅單純就其產品安全性考量，其中並包含政治、經濟、貿易、環境與競爭等等複雜因素。

## 二、生物安全議定書

由聯合國環境規劃總署(UNEP)推動於 1993 年組成之生物多樣性公約組織(CBD, Convention on Biological Diversity, 至 2000 年 11 月底已有 179 個締約方)，所推動之生物安全議定書(Biosafety Protocol)，是第一個國際性且影響層次最為深遠的公約。生物多樣性公約組織自 1995 第一次締約方會議(First Conference of the Parties, COP-1)時，即依據生物多樣性公約 19.3 條成立不限成員之生物安全專家小組(Open-ended Ad Hoc Group of Experts on Biosafety)，其後發展為生物安全工作小組(Open-ended Ad Hoc Working Group on Biosafety, BSWG)。在近五年，全球百餘國家高級官員、科學家等經過六次正式會議協商努力，原定於 1999 年 2 月於哥倫比亞 Cartagena 舉行之締約方特別會議中通過。雖因不同利益集團歧見過深，以致該次會議未能達成共識，但與會代表咸認該次會議在許多方面之突破與成就，因此決議日後所能通過之正式議定書，其名稱為 Cartagena Protocol on Biosafety。其後再經三次之非正式協商之努力，終於在全球矚目下於 2000 年 1 月底在加拿大蒙特婁召開之締約方特別會議復會中正式通過此一影響深遠之議定書。

生物安全議定書包括前言、四十條法約、與三項附錄。主要精神與規範為，在基於預防性的原則下，盼能藉由此國際公約確保基因改性活體在國際間越境運輸能被安全的運送 處理與使用，並且確保基因改性活體(Living modified organism, LMO)不會對生物多樣性與人類健康，產生負面的影響。議定書中對於 LMO 的定義為任何經由現代生物技術所獲得擁有新的遺傳物質組合之具生命現象之生命體，包括無法生育之生命體(sterile organisms)、病毒及裸露之病毒核酸(viroids)。所謂的現代生物技術則為體外核酸技術包括重組與直接注入 DNA，及超越分類中科以上的細胞融合技術。但是基於現實、科技發展與人類健康的需要，做為醫藥用之商品、或科技研發等明確限制使用目的與場所、與僅供過境轉移等目的之 LMOs，則不在此議定書之限制項目內。

生物安全議定書雖終在大家都恐懼再次失敗流會的情況下，鬆散妥協的通過了主要架構。雖然各方都認為議定書中，尚有許多模糊地帶與寬鬆字眼待加強，但是也多認為"The perfect is the



圖一：肯亞總統 Daniel arap Moi 於生物多樣性公約第五次締約方大會開幕式中，率先簽署生物安全議定書。

enemy of the good"。因此，全球各集團陣營均宣稱雖不圓滿但都能接受，並決議於議定書生效兩年後再檢討其中之若干項之缺失。依公約條文與聯合國運作慣例，此一生物安全議定書將於第五十國國家簽署並完成立法批准認可後的九十天開始生效。議定書於本年五月底在東非肯亞首都奈若比近郊聯合國環境規劃總署(UNEP)總部舉行的生物多樣性公約組織第五次締約方大會(CBD COP-5)開放簽署，立即獲得包括幾乎西歐全部國家在內的全球 69 個國家之元首或全權授命代表完成簽署程序(Signatories) (圖一)。至 2000 年 11 月底時，簽署國已達 80 個，並有兩國完成認可程序(ratification)。預期在 2001 年中，其等簽署國將陸續完成國內立法機構批准認可(ratify)之程序而生效。由於此公約的國際位階為聯合國下之締約方數之最大公約組織，因此議定書除可供尚未建立國內立法的國家直接採行相關運作之法條依據外，議定書一旦生效後其運作規範將為全球所應遵行之最低標準。各國內法可訂定較其更嚴運作規範加以執行，但國內法之規範若較其寬鬆者，則將依此議定書規範執行。由於議定書中尚有許多模糊與寬鬆地帶，而國內相關立法亦不完備。因此，明年起與經濟、科技、民生與環境等攸關重大的全球 GMOs 之國際貿易與輸送，將會結構性地發生重大且深遠之影響與衝擊。筆者等有幸完整並全程參與 99 年 2 月、00 年 1 月、與 00 年 5 月之三次關鍵會議，僅將議定書中幾項重要義函與主要爭議描述如後，供各界參考。

### 三、各相關國家之立場

經過多年的談判，176 個生物多樣性公約組織締約方會員國家態度立場，已清晰並形成五大談判集團，分別為 Miami Group (Canada, Chile, Argentina, Uruguay and Australia, the United States); EU (European Union); CEE (Central and Eastern European countries); Compromise Group (Japan, Mexico, New Zealand, Norway, South Korea, Singapore, and Switzerland), Like-Minded Group (essentially developing countries)。為爭取國家與區域間內之最高利益，各與會國均派出高階主管官員親自參與斡旋談判；在 2000 年 1 月於蒙特婁召開之締約方特別會議最後回合談判中，歐洲地區由歐盟環境總署長 Margot Wallstrom 帶領十位歐洲成員國家環境部長參與；美國也在會議進行至關鍵後期時，改派並提升首席代表為國務次卿 Frank E. Loy。在上述五大陣營中，Miami Group 為主要穀類及農產品輸出國，之間又以美國、加拿大、阿根廷為目前全球主要 GMO 輸出國，因此相當程度反對生物安全議定書的通過。幾次會議多半是其他四組陣營對抗 Miami Group 陣營。Like-Minded Group 雖是最積極推動生物安全議定書，且成員國家最多之陣營，但主要能與 Miami Group 陣營抗衡者，仍為 EU 與日本。

值得注意的是，中國大陸雖列名且政治傾向上在 Like-Minded Group 陣營，

且擁有可能是全球最大的消費市場，但會議中多數時間都低調參與。可能是因為中國大陸不但是全球最早商業栽種 GMOs 的國家，且仍堅持繼續積極發展 GMOs。目前中國已有超過百萬公頃面積以上之 GMOs 作物種植，日後甚或可能成為 GMOs 輸出國。北京官方估計，至 2030 年時，中國人口將增加到 16 億，糧食供應需增加目前的 60% 以上，因此中國自認無法像歐美般吃飽穿暖後有揮霍的空間去質疑 GMOs 的安全性。在兩害相權下，至少目前中國的政策選擇接受 GMOs。Monsanto 公司的抗蟲 GM 棉花於 1997 引進大陸，不到兩年時間即佔中國河北省超過 90% 以上之栽種面積；其原因除抗蟲 GM 棉花可有效減少蟲害造成之收成損失外，中國目前亦無法提供有效足夠的裝備，供棉農使用於栽種傳統棉花時每年需噴灑 10-12 次劇毒農藥時的保護裝備。吉林分部將於 2001 年開始，展開一個 3,600 萬美元規模的基因改造作物計劃。計劃生產 270 噸的玉米種子，30 噸黃豆種子與 200 噸的米。據估計，每年中國大陸有高達 20-30% 的玉米、10% 的黃豆生產受到蟲害損失。大陸官方(中科院)近期也公開表示，將於 2005 到 2010 年間，推廣各種 GMOs 至全國 50% 以上之栽培面積。中國大陸在發展 GMOs 方面，較令世人欣慰的是，其所開發佔全球目前 GMOs 約 12% 的品種，是為公眾所共有（至少照共產主義的解釋）而非商業公司所獨佔。這在全球生物資源與智慧財產權爭奪戰日炙的今日(圖二)，至少消弭許多反對聲浪且啟發生物技術產業的新思考方向。



圖二：全球目前均關切西方國家大肆掠奪第三世界種源與傳統智慧財產之生物海盜行為。

#### 四、公約重要內容與影響

雖然本議定書限制標的僅為 LMO，並未規範任何加工食品的食品安全議題，但已明顯暗示 GMO 食品不同於一般食品。這點或許是 Miami Group 最失敗的地方，因為至少美國一向認為 GMO 食品與一般食品是無所且不需區分的。在全球各國家態度方面，美國與加拿大，基本上認為利用分子生物為基礎所發展之現代生物技術所改良之轉基因作物，與早期之傳統育種方式，並無本質上之差異，只是精確性與效率的提高。因此，基本上並無特別規範機構。轉基因作物之管理，是以產品為基礎(product-based)之管理模式，審查其安全性。因此，只要通

過最終產品審查，轉基因作物將如傳統產品般，不須再另行標示。事實上，在美國現行食品標示法中也不允許業者擅自標示 " GMO-Free " 等字樣。但對第二代以營養機能成份為主要目標的基因改造作物，如即將問世的黃金米，因為其細胞組成份有明顯改變而被視為新品種，則需要標示。

在國會要求下，美國主管部門以正常人 70 年之總飲食量估計，GMOs 的可能負面風險為百萬分之一。由於美國沒有單一部會單位，專責審查基因改造作物與衍生食品，而是分散在 USDA, FDA, EPA 等政府部門。消費團體認為如此複雜結構，使得有經驗與財力之大型財團知道如何運作；但一般消費者或小規模團體，則無從遊說起。近來，美國政府在消費者壓力下，確曾檢討目前措施是否適當。但是，截至目前為止仍無任何計畫做全面性管理。少數與片面措施如：環保署自 2000 年 5 月起擴大種植 GMOs 須附帶的傳統作物栽種保留區域，但其主要著眼點是減緩抗性害蟲之出現，而非懷疑基因食品之安全。另外，在柯林頓政府初步提出的規範定議中，也特別提到禁止在任何有機食物中使用經基因工程處理過的穀物（此一法案也將禁止有機作物使用殺蟲劑、禁止將汙泥作為肥料、禁止紫外線照射，以及嚴格限制在家禽身上使用抗生素）。較有可能先接受規範的，將是相對弱勢族群食物；如參議員 Barbara Boxer 月前繼去年底眾議員 Dennis Kucinich 曾提相似法案，包括提供 5 百萬美金，以從事有關基因改造食物是否會對特別是對小孩、幼童、老年人及其他危險族群健康產生任何危險方面的研究。

日本及大部分歐盟國家，則多採取以技術為基礎(technology-based)之管理模式，認為重組 DNA 技術本身即具有潛在的危險性，因此在過程中即需逐步審查，終產品也需特別標示。至於須標示為 GMOs 食品之成份含量標準，歐盟現行採用超過 1%，日本則規定超過 5%者，均需明確標示於食品包裝上。眾所周知，歐洲國家目前是全球反對與規範限制 GMOs 最嚴格的地區。但由於歐洲正處於一元化之轉型階段，歐盟之權威與完整性亦尚未完整建立。因此，歐洲國家間之規範與管理架構相當紊亂。歐盟的立法過程，只有執委會具有研提法案的權限。歐盟執委會是由數個總署組成，目前有二十餘個部門總署包括主管貿易、對外發展、工業、環境等部門之總署，各部門總署之設立係根據設立歐盟條約之規定。整合後之政策性法案會以建議書之形式由執委會提交歐洲議會(parliament) 審查，之後送理事會(council)審查。理事會成員包括歐盟會員國各國部長，其下設有數項工作小組。會員國、執委會、歐洲議會及理事會間對政策決策結果可能持不同意見，進而產生爭端，此時即可訴諸最後的糾紛解決機構歐洲法院進行裁決，此項判決對所有關係人均具有約束力。

目前生物安全議定書的機制尚未觸及各國現行有關 GM 產品的進口管理法規，而係相關出口管理制度。歐盟與大部分西歐國家簽署議定書有二項意義：其

一為預防原則，此為預防原則首次被列入 MEA。預防原則見於廿一世紀議程之第 15 項原則，其為：為保護環境，各國應根據能力盡可能採行預防方法 (precautionary approach)，遇嚴重或不可逆損害之威脅時，科學根據的不足不得被引用為延遲採行防止環境劣化且具成本效益措施的理由。第二項原因係，議定書納入釐清與 WTO 規範關聯性的條款。歐盟認為 MEA 應具獨立性，不應成為其他國際協定如 WTO 的附屬條約。

歐洲多數國家與日本態度相似，即對 GMOs 的管理多採取以技術為基礎 (technology-based) 之管理模式，認為重組 DNA 技術本身即具有潛在的危險性，因此在過程中即需逐步審查，終產品也需特別標示。我國國科會在兩次制定重組基因實驗守則，即以日本規範圍範本。至於須標示為 GMOs 食品之成份含量標準，歐聯執委會於 89 年 1 月 10 日公告二項相關 GMOs 產品標示法規 (EC49/2000 amending EC1139/98, EC50/2000)，食品及加工食品中 GMO 含量 1% 以上者，該項產品即須標示為 GMOs 產品，未含 1% 以上者，廠商應提供證據。食品中之添加物及香料若產製於 GMOs 且含 1% 以上，應加以標示。

澳、紐兩國相關 GMOs 處理問題屬於澳洲與紐西蘭共同成立之「紐澳食品標準委員會 (the Australia New Zealand Food Standards Council, ANZFSO 歸屬於 Australia New Zealand Food Authority, ANZFA)」負責。ANZFSO 今年提出的草案 (Draft Standard A18) 可能是全球規範最嚴的建議；但顧及實際可行性，草案中對高度加工產品且不具生物巨分子成份如 DNA、蛋白質等，或僅用為食品加工製程中之輔佐劑，或如餐廳販賣調理過之食品等，可不在規範限定內而免於標示。另外，ANZFA 也於今年率先完成基因食品標示管理之成本財物分析報告，做為實施時之財物分擔依據。

值得注意的是，澳洲是目前全球重要的穀物輸出國也是 GMOs 生產國。在生物安全議定書談判時，與美加等北美地區同一陣線 (Miami Group) 而非為大英國協傳統上的傾向歐洲。其等日後將面臨國內一方面大量生產 GMOs，一方面卻嚴格執行基改食品標示管理之難題。另外，依據紐西蘭「有害物質及新活生物體法 (Hazardous Substances and New Organisms Act, HSNO)」之規定，所有新式活生物體之輸入、研發或引入環境均由環境風險管理局管制，須事先申請取得該局許可，違反該法規者將處以刑罰。

由於生物安全議定書運作架構尚未成熟，目前並未獲得包括世界貿易組織 (WTO) 在內的重要國際經貿組織完全接受。目前，僅有由世界衛生組織與聯合國農糧組織共同建立的聯合國食品標準 (法典) 法典委員會 (FAO/WTO Codex Alimentarius Commission) 簡稱 Codex 所制定之規範，為 WTO 所接受。各國家如採用並確實執行 Codex 標準，則可有效做為貿易技術障礙而不為 WTO 抵制。Codex

目前有 165 個會員國，下分 World Wide General Subject Committees、World Wide Commodity Codex Committees、*ad hoc* Intergovernmental Task Forces、Regional Coordinating Committees 四大工作組織，其下再各依不同目標項目設立委員會。早先 Codex 對 GMOs 的態度與美國類似，即不認為與傳統育種產品有可分別之差異，也就是一般通稱之實質等同。直到 1999 年 23 屆全體委員大會時，才在堆方要求下於 *ad hoc* Intergovernmental Task Forces 內，設立 Foods Derived from Biotechnology 委員會並以日本為主辦國，以四年時間檢討 GMOs 與衍生食品之各層面議題。因此，最樂觀的估算，Codex 極為不可能於 2003 年前制定頒佈對 GMOs 管理的國際統一規範。

Miami Group 最無法接受的是，根據條約中 precautionary principle，進口國可在認為可能將對環境或人類健康危害，即便無法執行評估或缺乏完整科學根據證實確實有害的情況下，仍可拒絕 LMO 產品之進口。事實上，生物安全議定書的確是現有國際公約中，最延伸涵蓋預防觀念之條款；其未雨綢繆之處，自然是仁智互見。Miami Group 始終強調這與 WTO 自由貿易精神，及抵制貿易須有科學證據依據等之精神衝突。Miami Group 在歷次會議中，均強調世界人口預計於 2020 年時將達 75 億，其中 63 億生活於開發中國家，且暗示 GMOs 作物的發展有助於全人類總體健康熱量的需求，此為以美加為主的主要穀物輸出國之主要反對理由。另一方面，美國在 1999 農產品輸出金額約 500 億美金。此重大經濟利益，也是美國政府不能輕忽的。因此 Miami Group 很可能日後迴避生物安全議定書，而直接訴諸 WTO 裁決。事實上，第三世界以至美國本土農民，至今是否已受利於 GMOs 不無爭議。傳統上，美國農民種植每畝地約需 15 美元 25 公斤裝的種子。在 1997 年 Monsanto 推出之抗殺草劑黃豆種子，除售價約達兩倍外另需支付 8.1 美元技術費。早先 70 年代的綠色革命經驗即顯示，高產量新品種的引進，造成韓國與印度許多小農負債而終至結束農業經營。據 UK Food Group 所稱，Monsanto 公司則在過去四年間淨值增加六倍。

議定書中現階段將不強調原料或製成產品之標示。出口國最多僅須著名"可能含有"之字樣。但議定書中同意，在議定書條約生效兩年後再檢討是否需要更詳盡標示。此精神有利於 GMOs 進出口國至少爭取兩年以上的緩衝時間，評估是否有能力執行與落實標示，且是否合乎經濟效益。例如日本 JAS 法修正時，要求於 2001 年 4 月起，需標定的 30 項是否含 GMOs 產品中包括黃豆、豆腐、豆粉等，但不包括醬油、玉米片等深度加工產品。其原因，一方面當然是因為深度加工程序如發酵、高溫等，應已破壞可能潛在有害物質，而不須標示；另一方面，這類深度加工產品，有實質上檢驗困難之事實，而無法要求。在查驗認證方面，歐美國家已有相當能力與經驗，並已擴展到私人公司，以生技服務業性質，協助政府民間做檢驗或認證之工作。但是大多數 GMOs 進口國目前仍缺少令人信服的

檢驗制度與能力。另一方面，由於主要生產國美加等地並無嚴謹田間種植與採收之區隔。嚴格區分 GMOs 產品是否合乎經濟效益或甚至是否可行，均不無疑問。美國最大的黃豆處理加工業之一 Central Soya Company (Fort Wayne, IN, USA)，曾在 1997 時嘗試特別保留一穀倉，盡其一切地嚴格限制 Roundup Ready soybeans(一種基因轉殖黃豆，能耐抗殺草劑)的進入，以便符合歐盟規範以銷往歐洲。但即便經過嚴格管控，丹麥官方仍可在其中抽驗 2,891 粒黃豆進行發芽試驗中，發現仍有 2 粒(<0.07%)抗 Roundup 殺草劑。

GMOs 出口國爭取到的另外優勢為，成功的將 LMO 分為種植用與食品飼料加工用兩大類，僅做為種植用之 LMO 須經過十分繁雜的事先告知進口國程序 (Advanced Informed Agreement procedure)。並且，做為食品飼料加工用途之 LMO，也可以大宗運輸而不須分離(segregation of bulk shipments)。用為食品、飼料、與加工用途者則僅需通知設於國際總部之資訊情報交換中心(Clearing House Mechanism, CHM)。擬議中之生物安全訊息，將多僅經由網際網路公佈與交換，各進口國有義務自行到此資訊中心查閱相關資訊。許多第三世界 GMO 進口國家，目前甚至尚未有基礎網路建設與基本生物技術能力，這將深遠影響他們獲取必要訊息的方便性與判斷力。但是，議定書條約中，也於多項條款中載明已開發工業國家，需負擔協助第三世界國家網路與生物技術基礎建設之任務，包括技術與財物。事實上，部份開發中國家為充足糧食供應之考量，並非絕對排斥 GMOs 與其衍生商品，但加入並成為生物安全議定書之締約方後，即可依此要求技術與經濟先進之出口國，對其國內之生物技術與資訊建設提供經援與協助。

現階段生物安全議定書，並未要求需對 LMOs 與其衍生商品，進行特別標記(label)。至於 LMOs 與傳統穀物分離運輸問題，如上所述由於主要生產國美加等地並無嚴謹田間種植與採收之區隔，使得現階段分離運輸在技術與經濟上均不可行。雖然議定書中無強制規範分離運輸，但為因應歐盟與其他進口國的日漸強硬立場；美國農業部長 Dan Glickman 於本年 2 月 2 日宣佈將對美國農民提供長達 5-10 年 5.25%之低利貸款，建立各自農場內的儲存設施，以因應日後可能會發生的分離運輸要求。

至於造成環境與人類健康傷害的賠償問題，則未在此議定書中明確界定。此部份因損害賠償要求，可能會無限上綱的擴及整個環境生態甚至後世子孫福利，而為先進國家所擔憂並要求明確化條列或比照聯合國憲章處理。同時，本議定書與其他世界組織、公約之從屬關係。例如日後若與 WTO、FAO 等國際組織揭櫫之自由經濟貿易精神或條約有所不一致時之從屬關係；其中尤其與 WTO 有關植物智慧財產權規範(TRIPs, Trade Relative Aspect of Intellectual Property Rights)的衝突與矛盾，更是爭議焦點。表面上看，歐盟與日本雖都積極限制 GMOs 產品。但



實際上，該等國家政府與產業亦均在積極部署發展 GMOs 產品，以期趕上與美國日形擴大之技術差距，且確保日後本國之經濟利益。筆者等於上述次出席生物安全議定書之 CBD 締約方大會時，與部份歐洲國家高級官員私下討論時，渠等均明言歐洲許多先進國家目前樂於配合民氣，對 GMOs 及相關產品採較嚴格限制之部份理由，即為著眼於藉機阻擋或減緩美國目前在此一領域之絕對優勢，以期能能有機會追回。例如歐洲在 97 到 98 年間，生物技術公司就由 1,036 家增加到 1,178 家(上市公司 61 增至 68 家)，增長率 13.7%。相對同時期，美國僅從 1,274 家增加到 1,283 家(上市公司 317 增至 327 家)，增長率僅 0.7%。最近一些機能性 GMO 水稻之開發即為歐洲國家所領先，如富含維生素 A 的黃金米(Golden Rice)，是由瑞士 Swiss Federal Institute of Technology in Zurich (Prof. Ingo Potrykus)與德國 University of Freiburg (Dr. Peter Beyer)在美國 Rockefeller Foundation 等資助下所共同開發。(註解：估計在以稻米為主食的許多窮困國家，尤其是乾旱季節時僅得稀米飯為唯一食物的地區，每年至少百餘萬人因營養失調而死亡，另有 35 萬名兒童可能因膳食中缺乏足夠維生素 A 而導致失明等重症。黃金米地推廣，預期將可大幅改善此現象。為公司形象與全球福祉，黃金米開發中所使用的相關技術專利擁有者美國孟山多公司在 2000 年 8 月 4 日，於印度宣佈無償開放該項技術產品相關專利智財權給各界發展使用。同時孟山多公司也新設一網站 [www.rice-research.org](http://www.rice-research.org)，公開其擁有關於稻米之遺傳序列資料供全球研究使用)。日本則在傳統發酵與釀造用之 GMOs 微生物，有長足之領先。再則，英國政府為保持其在複製科學方面之領先地位，也於 2000 年 8 月公開宣佈將率先全球各國，開放爭議、安全與道德倫理等各方面較 GMOs 更高的人類胚胎複製之英國內的相關研究。

## 五、基礎能力的不足

目前我國在基因食品相關議題之基礎能力建設所面臨之困難，與世界上大多數國家相同，即在技術、財務、立法、與實質層面上，仍有相當多之不確定性。

技術上，由於早先經驗並不多，且檢驗分析所倚賴之主要技術 - 聚合酵素連鎖反應(Polymerase Chain Reaction, PCR)在法庭實證上仍有許多不確定性，尤其是在定量方面。以目前國內外技術水平而言，要定量檢出 GMOs 成份不但不難，甚至靈敏度最高可達 0.001%偵測極限。即以保守值 0.01%而言，代表約每 10,000 粒黃豆約 2.5 公斤中，混有一粒抗殺草劑基因改造黃豆也可檢測出。但實際經驗上，每次分析單一樣品取量不可能如此大，因此也所謂統計上抽中率之考量盲點。而且純就試驗結果來看，現行技術並無法有效分辨檢驗標的之目標外來基因，是人工植入的 GMOs 或自然的田間污染。再者，PCR 雖在定性上是與否兩極端，尤其

是排除性的論證上，普遍可被接受。但在定量上，則技術尚未成熟，設備也未普及；尤其是加工食品，不同生廠者、生產批次之加工條件與儲運方式等，都會影響檢驗標的物 DNA 之破壞性。因此，在缺乏大規模的研究資料建立參考依據前，目前尚無法有效回推加工後產品之正確原始 GMOs 使用量。這將在制定國家規範 GMOs 容忍度之百分比後，將造成嚴重的無法執行之困難。

財物上，全面基因改造食品的管理架構，所費不貲。因此，需有詳盡的研究以分擔財物負擔。近日，澳洲曾估算基因食品的全面管理，在最壞的情況下第一年内即需花費約 30 億美金，往後每年約需 15 億美金；最好的情況下，每年也須至少花費 2 億美金以上。其中政府將負擔約 5%，並將造成食品零售物價上揚 6-20%，及約 5-12% 小型食品工廠無力負擔而關閉。當然，隨著技術的進步與進一步樂觀的估算，上述費用可減少到原估計最遭情況的 10% 以下。我國因為政經結構不同，一般而言在公共政策實施與建設中，政府所需投入之比例遠大於西方工業國家。如再往上追究原料農產品之分離處置 (segregation)，其財務支出更是驚人。有效的分離措施，將包括從田間栽種、採收、儲存、運輸、生產線等各環節均不得出錯。在技術與財務上，均有實質之實施障礙。生物安全議定書草案在蒙特婁通過時，美國首席代表國務次卿即宣稱在美國境內實施分離處置至少需花費 200 億美金以上，且不能保證做到零污染。加拿大政府之研究亦顯示，在某些特殊狀況下或可達成油菜子 (canola) 作物之分離，但在終產品上價格可能需增加 10-15%。

立法上，由於目前尚未有充分與結論性證據，證明基因改造食品會危害人類健康。因此，法界人士亦有部份憂慮是否合宜遽以立法，全面管制與要求標示 GMOs 成份。

實務上，由於主要 GMOs 栽種與出口國如美國等，並未採取分離措施。因此，即便全球最權威的有機農業及商品認證與供應組織 OCIP (Organic Crop Improvement Association) 亦無法提供 100% 傳統非 GMOs 原料。部份開發中國家，因尚未栽種 GMOs，可能可以提供較純正的非 GMOs 原料。但由於大宗穀物在採收儲運過程中，如無足夠經驗與防護措施，極易遭受真菌污染而產生已有確切證據危害健康甚巨的真菌毒素如黃麴毒素。因此，又是實務上兩難的選擇。再則，對部份消費族群而言，基因改造技術所衍生之產品，本質上就不允許出現在食品中，標示與否根本不是問題，這將增加全面管理的難度。更深一層思考，任何食品之管理制度架構建設，公權力的進入應考慮與滿足數人民的需求，與國民基本民生供應之合理消費，而不針對弱勢族群以外的特殊信仰族群。

## 六、我國面臨之挑戰

生物安全議定書的通過對我國民生、經貿、與科技之影響，目前尚難評估，但卻絕對需加以重視。我國大宗糧食中有相當大部分依靠美國進口，其必含有 GMOs 也就不足為奇。筆者等近日曾以 PCR 偵測標誌基因方式(圖二)檢驗市售黃豆與黃豆製品包括豆漿、豆腐、豆花、豆奶等，亦證實除僅少數一、二種強調使用有機黃豆者外，其餘全部均如預期般地含有抗殺草劑轉殖基因黃豆



(Roundup-Ready Soys)之成

圖二：抗殺草劑 GMO 黃豆所帶有之外來基因，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。

份。日本可能是目前全球最大 GMOs 進口國，為因應修訂 JAS 對 30 項產品要求標示是否為含 GMO 產品後，許多大型食品與穀物加工業者，紛紛宣佈考慮將僅採購日本本國原料，因此反被部份日本國內農業團體視為利多消息。另外，由於以農產品為主原料之蔬果與食品加工業，因原料作物之成份物化性狀的大幅改變，及產品可能含構築 GMOs 時所用之標誌基因產物，因此亟需發展因應策略，其中包括製程改變及成品檢驗等相關技術的研發及落實應用，均是當務之急。例如現已上市之轉基因番茄品種，因已抑制多種後熟啟動碳水化合物分解酵素，除可延長儲架期限，其中可溶性固形物也增加 1%以上，這樣的原料成份改變，可能會影響番茄醬、果醬、果凍等的製造品質。近年來一般果蔬之育種發展方向，為迎合消費者口味而減酸增糖。但原料如此之改變，可能使得一些不知情消費者，因循傳統或家庭型的簡易加工如醃漬等操作條件，因酸不足而易腐敗或無法有效抑制病原菌之滋生。國外近來即有幾起因而造成食品中毒之案例報告。

另外，在地球村全球化的國際趨勢下，區域或經貿體系組織、與非政府組織(NGO)架構，將益形重要；單一國家或政府之談判力量，必將與區域組織與非政府組織妥協。在歷次生物多樣性締約方會議中，除可明顯看出各國為其等最高利益之合縱聯盟外；會場內外之非政府組織實扮演非常強大之推手角色。一些強大的非政府組織如美國生技工業組織(Bio-Industry Organization, BIO)與綠色和平(Greenpeace)等之影響力，遠遠大於許多第三世界小國。對於不易拓展國際空間的我國而言，建立強有力之區域及非政府組織，應對我們日後經貿科技之發展有相當大之助益。

## 七、結語

由於 GMOs 及其衍生產品的時代，終將到來。國內應未雨綢繆，加強公共推廣與普及教育之準備，讓國人充分明瞭 GMOs 產品之確實意義並知道 GMOs 及其衍生產品，亦有其好的一面。例如，可大幅降低農產品生產成本，化肥、殺蟲、殺草劑的減少使用以維護環境生態。美國農部及日本的官方報告營養成份的提高，保健功能的增加，及附帶提升我國生物科技與經貿之競爭力等等。在今年五月於肯亞舉行的生物多樣性公約組織第五次締約方大會兩週會議期間，多數議題都聚焦於生物安全議定書上；閉幕前的高峰部長會議時，各國首席代表幾乎多僅針對生物安全議定書發表建議。由於生效在即，全球主要國家都一再強調並建議透過國際合作方式，先進國家應立即協助開發中國家提升相關之能力建設與資訊交換機制。因此，加強對 GMOs 及其衍生產品的檢驗，及其對人類健康與我國生態及生物多樣性的安全風險評估之能力，短期內建立國內之檢驗評估體系，與建立檢查與防範 GMOs 超越規範之散佈機制等，均應為當務之急。

