

主要國家對傳統栽培與基因改造作物的立場研析

詹滿色 編譯

AgBioForum 2007年底的專刊報告，探討世界各國對傳統栽培與基因改造培育的新種食用農作物的政治反應。對新種的食用農作物之政治反應，可分為對該種作物的新特徵（如農藝特性或營養成份的加強），對該種作物的使用意圖（如人類食用或動物飼料）以及使該作物有新特徵的方式（如傳統栽培改良或基因改造）等，並以三類不同機能強化新作物的政治反應作比較，三種新作物分別為：以傳統培育法栽培強化營養特性的作物、加強農藝特性的基因改造(GM)作物及加強營養特性的GM作物。

從這些案例研究中不難發現，對一些具強力政治背景與經濟利益的團體（如在南非有能力大規模栽種的農人與農產公司等），當他們要發展或推行GM技術時，比一些利益較小或是政治背景較差的農夫（如墨西哥種馬鈴薯與泰國種木瓜的農夫）要容易的多。到目前為止，GM技術與機能強化技術的組合仍未使GM作物廣泛的被接受，一個GM或機能強化作物最終成功的確保，似乎得靠作物本身品質與當地政治力量的結合，且GM技術的使用，對於任何強化機能作物的發展及最終的成功是一明顯的障礙。另外，GM作物種子的主要提供者孟山都，為反應人類反對GM作物的聲音及分散風險，逐漸改變其賣出種子的種類，不只提供人類食用作物的種子，逐漸擴張到其他具獨占性的種子，如GM動物飼料、酒精及糖漿作物的種子。

綜合而論，從各國已發生的一些案例所浮現出來的現象發現：(1) 傳統與GM作物兩者一定都有優越的農藝或營養特性，以利其快速散佈；(2)GM作物明顯比傳統作物遭遇更多政治抵抗；(3) 一些有影響力之利益團體，如大農與農企業，通常對這些新科技表現政治支持的態度。

一、以傳統栽培強化營養特性的農作物

1. 非洲的高蛋白玉米

目前對於以傳統栽培法增加營養特性的機能強化農作物的重要範例是高蛋白玉米 (QPM; Quality Protein Maize)，其為以傳統栽種法培育的玉米，因有較高水準的多種氨基酸，而使其比普通玉米約有雙倍的蛋白質。

1963年Purdue大學的科學家初次發布QPM，研究確認QPM能提供比一般玉米更多的營養，其對全世界廣泛且嚴重的營養問題提供希望。但是不幸的，高蛋白伴隨而來的是較低的產量與柔軟的玉米心，不但改變了口感，並使玉米不論在種植或保存期間均易有疾病與害蟲的損失。此外，因為對控制高蛋白水準的基因是隱性的，所以若沒有每二到三季購買一次新種子，或是事前無篩選種子，則玉米含蛋白質水準將會減少，這是QPM不吸引農夫的主因。1973年聯合國糧農

組織與世界衛生組織發佈新的營養指南，建議整體應攝取較低水準的蛋白質，從此之後，全世界對營養議題的關注，從蛋白質缺乏逐漸變成整體能量的均衡攝取。在 1980 年中期，國際玉米與小麥促進中心(CIMMYT)董事會決定中止對 QPM 研究的資金援助，然而，貧窮地區蛋白質不足仍舊是一個真實且需面對的問題，因此，類似 QPM 的技術（指研發高蛋白作物）依舊扮演重要的角色。在 1990 年代，CIMMYT 的研究者再重新開始研究 QPM，科學家後來研培養出硬心以及味道與傳統品種類似的 QPM，之後他們開始關心改善 QPM 的生產品質，以增加其產量。

在 1990 年代，QPM 改良品種被引進到發展中國家，自 2000 年以後，開始釋放其混合品種，據估計非洲約種植 800,000 公頃的 QPM (其中 300,000 公頃在迦納，100,000 公頃在烏干達)。CIMMYT 報告指出，亞洲約種有 318,500 公頃(大部分為印度與中國)，拉丁美洲約有 45,700 公頃。QPM 在非洲通常是種給人吃的，而在亞洲與拉丁美洲則是給動物食用。

CIMMYT 與一些國家級農業研究組織以及當地夥伴與股東，共同改善與發展 QPM。CIMMYT 經常與國際熱帶農業研究所(IITA)合作，發展胚胎質膜 (germplasm)，並與玉米培育者的國家級農業研究組織或是地方區域網絡一起合作，發展適應該區良好的品種。最成功的品種是迦納公開異花授粉 Obatanpa 品種，在非洲種植 QPM 的 800,000 公頃中，Obatanpa 品種佔約 700,000 公頃。該品種有好的品質，其農藝價值又有高的產量，並對人、豬以及家禽均有高營養價值。

隨著世界種植 QPM 超過一百萬公頃，該品種與其混種被認為是在科技與商業化上成功，特別是在迦納與烏干達。然而這也是投入數十年在研究與改善 QPM 後才有的成果，表示從該作物得到的報酬率（指財務上）可能不高。

QPM 的例子我們看到其已被許多國家廣泛的採用，QPM 最大的障礙並不是政治上的反對，反而過去數十年來，該項科技(QPM)在國際與區域間受到讓人意外的強烈政治支持。在大部分 QPM 物種中，除了 Obatanpa 之外，最大的障礙是農夫缺乏興趣，因為與農夫的傳統品種或其他非 QPM 的商業化品種相比，QPM 所改善的農藝特徵並沒有好多少，且其每兩到三季仍需買新種子才能維持玉米高品質。

2. 非洲的橙甜馬鈴薯

另一個由傳統栽培法種植的機能強化作物是非洲的橙甜馬鈴薯 (OFSP; Orange-fleshed Sweet Potato)。為使非洲人種植 OFSP，培育者已經發展出適應非洲特性的 OFSP，包括營養與耐高度乾旱性。目前甜馬鈴薯約有 40 個品種，有高維生素 A 含量與耐旱特性，且已引進非洲撒哈拉周圍的區域。在烏干達，2004 年 4 月有兩種 OFSP 品種 (Ejumula 與 Kakamega) 已經正式釋出種植，在 2006 年已經散佈超過該國 40 個行政區。自 1990 年中期，肯亞農業研究機構(KARI)在國際馬鈴薯中心(CIP; International Potato Center)、國際關懷組織(Care

International)與國際婦女研究中心(ICRW; International Centre for Research on Women)的支持下,已參與 OFSP 領航計畫,其結果讓 OFSP 在莫三比克、坦尚尼亞、馬拉威、盧安達、蒲隆地與其他區域被廣為種植。2005 年莫三比克的一個兩年期的先導研究計畫搜集的資料確認了 OFSP 的潛在利益,其顯示 OFSP 已成功的被農家所接受,尤其是家裡有小孩的媽媽,她們領導了食物消費模式的改變,在比較 498 個接受 OFSP 的農家與 243 個未接受 OFSP 農家後,研究發現,與未接受 OFSP 農家小孩相比,接受 OFSP 農家中小朋友攝取維他命 A 量的中位數為其 8.3 倍,且能量吸收也高過 14.2%。健康孩童中維他命 A 不足(VAD)也減少了 24%。

OFSP 品種的成功,部分原因是因為與當地白(white-fleshed)品種相比,它們能在正常雨量情況下有高的產量。在莫三比克 HarvestPlus 努力推行 OFSP 下,目前只面臨一種消費者關心的議題以及一個技術上的困難。消費者關心的議題是指一些人認為 OFSP 為 GM 作物,他們擔心消費安全。而技術限制則是指在莫三比克乾季時不容易讓 OFSP 存活,因為在乾燥環境下,為使其植物存活必須切除其蔓莖,但明年就長不出作物了,必須重新播種。

OFSP 在非洲這可喜的成果顯示,即使食物的顏色改變了,貧窮農家仍樂意接受機能強化作物做為其主食。

二、強化農藝特性之 GM 糧食作物

第一代 GM 作物的目的並非增加其營養,而是為改善其農藝的特徵,一代 GM 作物最常被使用在產業(棉花)上或是在生產油類、澱粉與動物飼料上(黃豆與黃玉米),GM 主食作物則尚未廣泛栽種。

1. 南非的 GM 玉米

白玉米是南非主要糧食作物,南非種植的玉米約一半是人吃的白玉米,另一半是動物吃或產業加工的黃玉米。南非的抗蟲及耐藥 GM 白玉米是目前少見成功的主要糧食作物。

1997 年南非核准孟山都的 Bt 黃玉米,2001 年,Bt 白玉米第一次生產上市,2004 年,30%的白玉米及 29%的黃玉米是基因改造的。南非的 GM 玉米主要由孟山都、杜邦及生振達生技公司促成,他們除了看到南非大市場外,也企圖擴展到其他非州國家。南非政府則提供給這些公司優渥的智慧財產權、現代農場、清楚的法規及最少的政治化法規程序。

自 2002 年,GM 白玉米在非洲南部開始生產與消費,而到目前為只遭遇少數直接政治反對。這是因為商業化的農夫已經有 GM 黃玉米的經驗,並感謝其帶來的成本與管理時間的節省,且農夫能分離 GM 與非 GM 的玉米,以降低商業化出口的風險。一些非洲國家如辛巴威與尚比亞,其政府只允許非基改白玉米的進口,但是其他非洲國家仍持續混合 GM 與非 GM 白玉米的進口。因此在 GM

與非 GM 白玉米的價格上並無太大差異，讓農夫在種植時，能根據新 GM 品種的農藝特性的優勢來自由的進行決策。

在南非 GM 食品標示並無強制執行，大部分的消費者對這種新科技 (GM) 並沒有特別認知。而反 GM 勢力對食品安全的爭論，也遭當地科學家的反擊，因此，GM 玉米在該國是經過可靠與有效的規範系統而被認可的。

2. 墨西哥的 GM 馬鈴薯

在墨西哥，GM 馬鈴薯不是由私人公司研發，而是由政府研究機構與洛克斐勒基金私人技術部門出資共同研發。墨西哥馬鈴薯收成有 17% 當作馬鈴薯種子，10% 做為食品產業使用，而直接做為民間消費佔 73%。墨西哥的抗病 GM 馬鈴薯品種，是在 1990 年代由 CINVESTAV 的科學家與孟山都共同發展，並由洛克斐勒基金出資，而該基金也有金援一個類似的專案來發展墨西哥的生技安全規範系統。抗病毒馬鈴薯是墨西哥政府在專案中的重點，因為對墨西哥的農夫而言，病毒是主要的問題，不論由化學或是栽培的控制均得不到有效的防治方法。當時該品種是藉由政府規範系統來運作，但在發生以下兩個事件後讓墨西哥政府決定不再繼續 CINVESTAV-孟山都計畫。

第一個事件是 1990 年麥當勞 (McDonalds)、McClain's (供應 McDonalds 馬鈴薯) 與 Frito-Lay (有名的馬鈴薯片大廠) 宣佈他們不再購買美國 GM 馬鈴薯，2000 年孟山都也響應，放棄他們的 GM 馬鈴薯計畫。而此舉導致墨西哥政府與公眾部門科學家開始懷疑該 GM 產品是否真的有健康上的問題。第二，在 2001 年 Quist 與 Chapela 在 Nature 發表他們在 Oaxaca 發現玉米 landraces，這是從美國 GM 玉米所造成基因污染的證據。這篇文章討論 GM 玉米的基因污染問題卻引發墨西哥對 GM 馬鈴薯爭議的風暴。馬鈴薯科學家知道墨西哥高原是僅次於秘魯的一個馬鈴薯的生物多樣性區域，在那裡有許多野生馬鈴薯品種。因此雖然沒有任何明確的科學根據，但他們開始擔心 GM 馬鈴薯會由某些方式污染或影響墨西哥馬鈴薯的生物多樣性。在這些理由下，墨西哥政府決定不再繼續 CINVESTAV-孟山都計畫。

3. 夏威夷及泰國的 GM 木瓜

GM 木瓜是第三種以增進農藝特性而發展出來的基因改造食用作物，該技術在美國夏威夷被認為成功，但在東南亞地區並未被接受。木瓜富含維他命 A 及 C，在東南亞國家常被種植在家裡的後院，而且被作成各式的食物。木瓜同時是一種賺錢的作物，不管是生產國內或外銷市場都佔有重要地位。泰國及菲律賓都生產且出口木瓜，尤其日本是兩國最大的出口市場，但日本的消費者拒絕 GM 食品。兩國都在進行研究採行夏威夷的木瓜，但到目前為止，都還沒被批准商業種植。

木瓜輪點病毒 (Papaya Ring Spot Virus; PRSV) 對全世界的木瓜產業而言是一種生產上的限制因子，1960 年代，PRSV 在夏威夷歐胡島廣泛蔓延，迫使農民

將木瓜移種到夏威夷島，1970 年代，PRSV 在該島農家後院的木瓜發現，1992 年 PRSV 在夏威夷島上商業種植的 PUNA 區域被發現，而該區木瓜總產量佔整個夏威夷的 95%，而後兩年之內 PRSV 在該區散佈並造成嚴重損失，1992-1998 年間，夏威夷木瓜產量被砍掉一半以上。1980 年代，學者開始研究抗輪點病毒的基改木瓜，木瓜研究小組主要成員主要包括分子生物學家 Jerry Slightom (Upjohn 公司)、木瓜園藝家 Richard Manshardt (夏威夷大學 Manoa 分校)、組織培養學家 Maureen Fitch (Richard Manshardt 的一個畢業學生)、以及 Gonsalves 植物病毒學家。1992 年抗輪點病毒基改木瓜於在某些區域開始進行田間試驗測試，並在 1995 年發展出 “彩虹(Rainbow)” 與 “日出(SunUp)” 兩個基改品種，且於 1998 年將其商業化生產。1998 年 5 月，美國動植物防檢局 (Animal and Plant Health Inspection Service) 與環保署 (Environmental Protection Agency) 對 Rainbow 與 Sunup 解禁，並經由 Food and Drug Administration 同意批准其採用商業化生產。但 GM 木瓜在美國並不需要特別標示以與非基改木瓜作區別，因此也受到一些消費團體抗拒。

在泰國，其東北部區域自 1975 年開始受木瓜輪點病毒威脅，成為木瓜產量最大的限制因素，使用殺蟲劑與企圖發展自然抵抗品種來控制病毒的努力，均被證明無效。1994 年，Gonsalves 團隊帶著在夏威夷的成功經驗，由泰國農業部、康乃爾大學與泰國政府共同出資研究，以基因改造工程的計畫來控制 PRSV。為了發展泰國的抗輪點病毒木瓜，1995 年有兩位來自泰國的科學家加入 Gonsalves 的實驗室，1997 年該研究團隊帶了兩個基改品種木瓜回到泰國，1999 年開始在研究站進行田間試驗，直到 2004 年，從這兩種基改品中選了第三代的品種，發現有 97% 至 100% 能抵抗病毒，然而，卻同時在泰國的基改木瓜田間試驗田附近的木瓜田發現基因污染。2004 年綠色和平組織對該研究站採取政治行動後，該計畫陷入停頓。時至今日，在泰國境內已無任何農夫或研究者種植基改木瓜。

4. 菲律賓

至於菲律賓，由於有其他國家對改良農藝優勢特性的基改作物的經驗，即便有來自消費者團體、NGOs 與一些宗教團體的反對，菲律賓已檢驗認可 GM 黃玉米，其主要做為家畜飼料。種子研發公司因 GM 白玉米的市場太小且萎縮中，也未發展 GM 白玉米。菲律賓也尚未同意種植 GM 稻米。菲律賓是亞洲最早認識到生物科技價值的國家之一，1980 年，在 University of the Philippines at Los Banos (UPLB) 下建立 National Institutes of Biotechnology and Applied Microbiology (BIOTECH)。BIOTECH 的研究著重在生物科技技術的使用，尚未包含基因改造。因此，到目前為止已上市的产品包括生技肥料與飼料添加物。1990 年代在 University of the Philippines (UP) 下設立其他生技研究機構。2002 年 4 月由農業部頒布了 2002 年第 008 號行政命令，使得生物科技運用在農作物商業化上變得可行。這項命令包含了對輸入與釋放至環境中的植物，以及來自運用現代生技所產生的植物產品，做一規範與管理。2002 年 12 月，Bt 玉米成為第一

個被允許商業化的作物。此後，有四種不同特性的基改案件被批准，有三件屬於孟山都，一件屬於先正達(syngenta)。

在菲律賓社會團體對生物科技在政治與經濟上後續影響看法紛歧，而各團體在政策制定上有不同的影響力。如菲律賓政府農業部長宣佈一項需投入約美金 20 百萬預算的國家生技計畫，該計畫使菲律賓本土植物物種推向製藥、化妝品與食品等生技發展。但菲律賓一些地方政府則表示反對 GMOs，並宣稱他們是無 GMO 的區域。最初做宣稱的是 Bohol 省於 2004 年 7 月 21 號所發表的省條例第 2003-101 號。此外，並訂定” GMOs 安全條例 (safeguard against GMOs) ”，其目的在防止 GM 植物、動物與微生物進入其省份。一些其他省份（如 Oriental Mindoro, Negros Oriental, 與 Negros Occidental）也宣佈其為菲律賓的”有機島 organic island”。另外，三家跨國公司，孟山都、Pioneer Hi-Bred 與先正達，正在菲律賓銷售 Bt corn 的種子。2002 年 12 月孟山都開始商業化銷售 MON810。接著 Pioneer 與先正達也分別在 2003 年與 2005 年跟進。孟山都與 Pioneer 宣佈其總營業收入毛額約為美金 30 百萬。

另外，根據菲律賓農業部的資料，在 2003 年與 2005 年間，菲律賓 Bt 玉米種植區域增加五倍（從 10,833 公頃增加到 52,000 公頃），顯示農民感謝這項科技。有趣的是，當愈來愈多農夫採用 Bt 玉米，對該技術的反對聲浪明顯平息許多，由於 Bt 玉米的成功，甚至學術界的反對聲音也變小。

依現在菲律賓農業結構，稻米與玉米對生技發展與採用而言，是最明顯的切入點。這些作物對經濟與政治上的重要性是相當高的。1990 年代，農業部預算中，約有 60%是指定用於該些作物，為達到自給自足的目標，本土價格設定高於國際價格的 60-70%。以玉米來說，只有 GM 黃玉米已經商業化，而做為主食作物－白玉米，則尚未開始做基因的改造。

5. 其他國家

在中國即使每年都有大規模的田間試驗，中國也是暫緩 GM 稻米的批准。在印度，多年來執政者延緩對 GM 混種芥菜的許可，直到發展這項技術的私人公司撤回他們的申請；印度 GM 稻米的田間試驗也遭反對者燒毀，2006 年 11 月，在反對 GM 茄子後，印度最高法院決定暫停所有 GM 作物新的田間試驗。GM 主食作物品種在政治上最主要的突破點應該是在中國，其國家公部門研究機構已研發抗蟲害與細菌病毒的 GM 稻米。一些研發的科學家也持續推廣該稻米，希望引起一些公司股東的興趣，因為賣這些 GM 稻米可能可以賺大錢。然而，綠色和平組織曾在泰國與其他地方成功對抗 GM 木瓜的部署行動，現在也開始相同策略對抗中國的 GM 稻米。該組織藉由發現在種子商店與超市”非法”的銷售種子，進而發現農夫田裡的”基因污染”，嬰兒食品的污染，並評論可能對食品安全與生物多樣性的危害（中國是稻米生物多樣性的區域中心）。批評指出沒有其他國家（除了伊朗）將 GM 稻米商業化，其隱含其中一定有很多問題。此外，又擔心一些 GM 稻米為內容的產品被銷售去歐洲、日本與韓國等產生貿易問題，

中國政府領導人在權衡這些問題之後，目前選擇暫緩 GM 稻米的商業化。

以上這些模式顯示發展中國家政府在規範 GM 食品作物時，國民的營養狀況與小農的福祉很少被優先考慮。即使對目前唯一已許可 GM 主食作物栽種的發展中國家「南非」而言，這些議題也是次要的，在南非，最主要的議題似乎變成使用 GM 技術商業農夫的利益、販賣 GM 種子的跨國公司與當地私人公司的商業利益、當地大學與公眾機構科學家們對該科技明確的辯護，以及為了保護出口，將 GM 與非 GM 作物分離的能力。

三、強化營養特性的基改作物

三種使用基因改造強化營養特性的主要糧食作物為稻米、樹薯與高粱。改良的部分為：

- (1) GM 稻米（眾所皆知的黃金米），黃金米是藉由基因改造以增加稻米中的 beta-carotene(β 胡蘿蔔素)，它可能可以改善米食貧窮國家廣泛存在的缺乏維生素 A 之情形。反對者則視黃金米為多國利益的象徵，仍認為其對消費者並不安全。推廣此作物到熱帶稻米種植環境的計畫已經進行，但是仍未將其引進到農田裡。科學家正研究更進一步加入其他營養到黃金米，並且改造使其能適應其他不同亞洲國家的氣候或地理環境。
- (2) GM 馬鈴薯包含了一種莧菜(amaranth)基因，以增加其蛋白質。
- (3) GM 樹薯含有一堆特性如：增加鐵質與鋅，強化蛋白質、維生素 A、E，以及改善病毒抵抗與耐久儲等農藝特性。
- (4) GM 高粱則將會是更容易消化，並將增加維生素 A、E、鐵質、鋅、氨基酸與蛋白質。報導指出，非洲一個強化氨基酸水準的 GM 高粱樣本，已經研發完成。

以上這些作物沒有任何一種已經進行商業化種植，故在引進農田與讓消費者食用前，全都須要再進一步研究與檢測。

四、未來的種子：孟山都

孟山都公司目前主導全世界基改作物的種子，2002 年初，孟山都的股價幾乎下跌了 50%，每股 8 美元。2002 年財務年度公司損失 1,070 百萬美元，2003 年 5 月 Hugh Grant 掌管孟山都，之後短短五年內孟山都大幅成長，St. Louis 公司 2006 年淨利躍升 44%，達到 993 百萬美元，收益達 85 億美元，Grant 任期內孟山都股價上升超過 1000%，在 2007 年 12 月 5 日每股接近 104.81 美元，而該公司的本益比達 58.6，比 Google 還要高，2007 年孟山都有 60% 營收來自基改種子，與其他公司相比，Syngenta 只有 20%，多角化化學公司 Dow 則少於 10%。這些數字反映一個很明顯的真相：孟山都在這幾年基改食品的戰爭中反敗為勝。

雖然愈來愈多的評論家異口同聲警告孟山都的基改作物種子將會消滅

monarch 蝴蝶，給人類帶來新的致命過敏症，並減少農作物的多樣性，作家 Jeremy Rifkin 更預言基因改造生物最終會成為「資本主義史中最大的失敗」。Pual McCartney 強烈要求世人「對 GMO 說不」。在查理王子所寫的社會評論中，也評論基因改造「是人類取代神的地位，並讓神孤獨」。但當世界各地顯示對基改作物反對聲浪時，全世界仍有愈來愈多的農夫種植基改作物，其原因已不是秘密：孟山都種子所包含的基因，能抗蟲害並能耐除草劑，與種傳統作物相比，他們花費更少且更容易種植。基改作物中有超過一半種在美國，在美國所有的大豆以及 70% 的作物是經過基因改造的。就在 5 年前(2002 年)，中國、印度與巴西幾乎沒有種植基改作物，而現在巴西則是公路興建的速度不夠快，好讓他們的基改大豆從他們國內肥沃的 Mato Grosso 省送到港口。同時，2006 年中國與印度已種超過 17 百萬英畝的基改作物。以耕種英畝數來衡量，這些國家（巴西、中國與印度）已是世界六大 GMO 耕種國的其中之一了。

孟山都 Grant 與他的團隊維持公司成長的因素，其一是堅持公司經營的研發費用必須維持在銷售額的十分之一，另一個關鍵性策略則是改變賣出產品的種類，他們不再只是販賣會在人們餐盤出現的食物的種子，而更專注在獨占農業的種子，即生產 GM 動物飼料及酒精作物，其擔心若反對者所說基改作物的隱憂一旦成真，該公司將面臨極大的財務風險，這也幫助降低反對者對孟山都 GM 種子的聲浪。

五、結論

從這些案例研究中不難發現，對一些具強力政治背景與經濟利益的團體（如在南非有能力大規模栽種的農人與農產公司等），當他們要發展或推行 GM 技術時，比一些利益較小或是政治背景較差的農夫（如墨西哥種馬鈴薯與泰國種木瓜的農夫）要容易的多。這一專刊報告從觀察各國已發展的強化機能特性的作物所受到的教訓，有效的預期未來那一種類型的強化機能特性的作物，可能受到最大的政治支持或反對，或那些利益團體可能會有那些反應。到目前為止，GM 技術與機能強化技術的組合仍未使 GM 作物廣泛的被接受，因此，似乎靠作物本身品質與當地政治力量的結合，才能確保一個 GM 或機能強化作物最終的成功，且 GM 技術的使用，對於任何強化機能作物的發展及最終的成功，似乎會產生明顯的障礙。另外，GM 作物種子的主要提供者孟山都，為反應人類反對 GM 作物的聲音及分散風險，逐漸改變其賣出種子的種類，不只提供人吃作物的種子，逐漸擴張到其他具獨占性的種子，如 GM 動物飼料、酒精及糖漿作物的種子。

參考文獻：

AgBioForum, 2007, Special Issue: Biofortified Food Crops: Progress and Prospects in Developing Countries, Guest editors: Laurian Unnevehr, Carl Pray, Robert Paarlberg, and Calestous Juma, Vol. 10:3. <http://www.agbioforum.org/>

Brain Hindo, 2007/12/6, Future Seed, Business Week ◦

Carl Pray, Robert Paarlberg, Laurian Unnevehr, 2007, "Patterns of Political Response to Biofortified Varieties of Crops Produced with Different Breeding Techniques and Agronomic Traits," *AgBioForum*, Vol. 10:3.

Liborio S. Cabanilla, 2007, "Socio-Economic and Political Concerns for GM Foods and Biotechnology Adoption in the Philippines," *AgBioForum*, 10(3): 178-183.