



「認識基因改造產品」

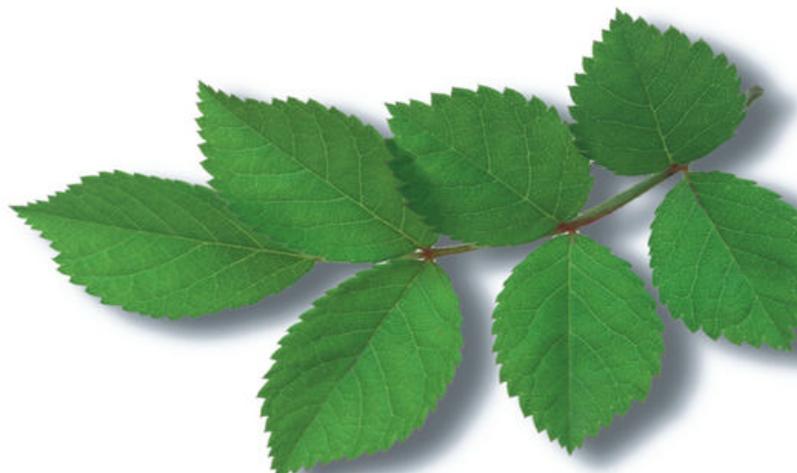
主辦單位：行政院農業委員會動植物防疫檢疫局

承辦單位：國立台灣大學農藝系

國立清華大學科技法律研究所

活動時間：2004/11-12

活動地點：高雄、台中、花蓮



介紹基因改造產品

一、基因改造技術

基因改造生物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；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」（GMO，Genetically Modified Organism）。

基因轉殖技術是將微生物、植物、動物甚至於人類的某個有用的基因片段從試管中分離出來，然後接上若干個基因片段，形成一個構築體。這個構築體除了要轉殖的有用基因外，還包括啟動基因，用來促進有用基因在接受者生物體上能夠表現出來；另外也可能含有篩選基因等。抗抗生素基因是常用的篩選基因。

科學家在試管內利用細菌、基因槍、或者其他方法，將構築體打入接受者生物體的細胞。這些細胞經過篩選劑的培養，可以活下來的表示基因已經轉殖進去；例如培養基中放入抗生素，能夠抵抗抗生素而活下來的細胞，表示細胞內已經含有外來的構築體。該等細胞經過組織培養，重新分化長成含有外來基因的原本生物體；經過若干世代的培養，證實有用基因已經穩定的成為該接受者生物體的一部分時，就表示基改生物成功地創造出來了。這個基因改造過的生物，會表現出新基因的特性，不論哪個基因是從什麼生物來的。

為了使基因改造技術更加成熟、更加安全，科學家仍然致力於基因改造技術的改進。

二、基因改造產品的現況

1. 微生物：

微生物目前著重於對酵母菌及乳酸菌的改良。酵母菌是食品工業上重要的發酵菌，目前在國外已獲准商業化使用的基改酵母菌有麵包酵母與啤酒酵母。麵包酵母可以製造出膨發性能良好、鬆軟可口的麵包，這種微生物菌種，在麵包烘烤後會死亡，一般認為經此過程會比較安全，英國於一九九〇年已經批准使用。

其他的產品還包括基改啤酒酵母；這類酵母可以在釀造時防止餿酸味的產生，或者簡化釀造的流程。乳酸菌則可以用來改良製作乳酪、香腸、醃魚、食醋、醬油和黃酒等食品。

2. 動物

魚的發展目前主要是鮭魚與螢光斑馬魚兩種。基改鮭魚可以使得鮭魚長的更快更大，具有商業價值。美國生技公司在 2002 年就開始向政府申請正式飼養，但是由於安全上的疑慮，迄今仍未被核准。

由台大學者研發，並由邵港科技公司生產的螢光斑馬魚，將水母、珊瑚的顏色基因轉殖進入斑馬魚，可以產生綠色、紅色或者螢光色的觀賞魚種，目前已經進行商業生產行銷國內外。新加坡大學所研發的螢光斑馬魚也銷售到美國各州，但加州以安全的理由，至今仍未允許上市。

基改的哺乳類動物目前多用來產生含有特定物質的生乳，包括：醫藥用蛋白質、機能性蛋白質、環保酵素、疫苗等。昆蟲還在研發當中，將來可能生產出不會傳染瘧疾的基改蚊子，或者不會危害作物的基改昆蟲。

3. 植物

作物是目前應用最廣的生物。就作物栽培面積而言，大豆、玉米、棉花、油菜等四種作物幾乎佔了全球基改植物種植面積的 99.9 %。而所轉殖的基因主要分成兩大類，抗除草劑以及抗蟲。例如抗玉米螟基改玉米可以減少玉米螟殺蟲劑的使用；抗除草劑基改大豆則可以在田間盡量噴施除草劑而不會殺死基改大豆。

其他作物約有十餘種，包括稻、小麥、向日葵、亞麻、小扁豆、馬鈴薯、甜菜、木瓜、香瓜、番茄、南瓜、菊苣、以及菸草、康乃馨、剪股穎草等，都已有基改品種問世，但是目前僅美國、加拿大核准種植。

各種植物的基改研究相當多，除了抗蟲、抗病、抗除草劑外，還可能研發出延遲老化的作物，以及生產疫苗或者其他藥用蛋白質等植物，都會陸續出現。

三、基因改造科技的優點

基改技術不但可能提昇農作物或牲畜的生長速度以及產量，也可能增強可抗蟲、抗寒、抗病的能力，與改良產品的養分；或者讓基改生物體產生高價值的成分如疫苗等；基改技術也可以設計的延長產品的儲存時間、便利於加工、增加商品的多樣性。

1. 對農民而言，基改生物可能簡化噴施除草劑的程序、減少差蟲劑的使用、提高作物的生產力、由於新產品導致市場競爭力升高等等好處而得到利潤，只要這個利潤大於採用基改生物種苗所增加的成本；目前基改種子約為一般種子的二到五倍。

2. 對消費者而言，若基改生物發揮效果，降低農民的生產成本，則有可能買到較便宜的農產品。抗蟲基改作物若果真減少農藥的使用，則可能買更農藥殘毒更少的蔬果；消費者也可望買到具有某些健康成分，或者具觀賞價值的新奇農產品。
3. 對生技公司而言，製藥用的基改生物可以比以前產生更便宜的疫苗或者其他醫療用化合物，增加公司利潤，甚至於節省一般民眾的荷包。當然研發基改生物的生技公司藉著販賣較貴的種苗或基改活生物體，因此可能得到豐沛的回收；一般而言，研發基改作物的經費遠比一般育種程序要大的很多，因此需要用較高的種苗價格，配合專利授權，來得到利潤。
4. 除此之外，基改技術也可能對環境具有好處。若能減少農藥的使用與肥料的施用，可以降低農業對環境的污染。假如基改作物可以提高生產力，則可能降低新土地的開墾而避免棲地受到破壞；甚至於有人說基改作物提高生產力有助於世界糧食短缺的問題。不過也有人認為世界糧荒主要發生在最貧窮的國家，這些國家糧食短缺問題的主要癥結並不在於缺乏優良品種。

！ 基改作物的全球栽培經驗

美國從年一九九七年開始基改作物大規模商業種植，到了二〇〇三年全球栽培面積已超過六千萬公頃，約佔全球作物總面積的 4.8 %；全球基改作物高達 94 %種在美洲的美國、加拿大、阿根廷等大農制國家；亞澳地區只有 5 %，主要在中國，印度、澳洲也有若干；而非、歐地區更僅佔 1 %，主要是南非與西班牙。

美國目前大豆、棉花、玉米的種植面積中，基改品種所佔的比率分別為全國的 85、76 與 45 %。小麥則因為國外市場不能接受基改的麵粉，因此迄今尚未被核准種植。油菜在加拿大，估計超過 65 %種的是基改品種。阿根廷種植基改大豆則已達 95 %。中國棉花栽培面積也有 90 %種的是基改品種。

美國農民若每戶農地超過四十甲地，採用基改品種的意願較高，小農戶則比率低，主要是基改種子由於受到專利保護，農民不能自行留種，因此成本較貴；大農因為基改品種降低生產所花工資較多，比較划算。阿根廷則黑市的基改大豆種子相當盛行，因此降低生產成本，而引起美國的抗議。在美國許多農民因為自行留種，侵犯到種子公司的專利權，因此挨告賠錢。

在美國種植基改作物導致的污染，除了星連玉米外，還發生了製藥基改玉米的事件。某生技公司公司在田間試驗可以生產胰島素的基改玉米，收成時部分種子掉落田間。隔年同一塊田改種大豆，所遺留的玉米種子自行萌芽生長，因為沒有按照政府的規定在該等玉米抽穗前銷毀，因此政府檢查員依法命令鄰田六十公頃的玉米全數剷除燒毀。另外一塊田也沒有徹底除掉基改玉米，導致隔年所採收的大豆含

少量該等玉米，因此一萬多公噸的大豆必須銷毀；該公司被罰了兩百七十萬美元。

紐西蘭曾經發現由美國進口的一般種子含有極少量（二千粒中少於一粒）的基改種子，該公司就將該批種子所種出的玉米種子與植株銷燬。並且追蹤以販賣出去的三百批種子，到底出售給哪些農民。農政單位就鎖定那些田區，並且針對收穫物的採收、運送、加工與儲藏來監控；農民必需按照操作準則，確保採收種子在田間發芽者都要銷毀。

歐洲由美國進口的種子也曾發現含有少量的基改種子，雖然比率極低，但德國總理施洛德馬上提出暫停基改作物種植三年的建議，讓政府有時間研究其影響。在英國進口的公司宣稱將負責賠償。法國則勒令將六百公頃的油菜田銷燬。西班牙某地區有機農民因為基改的混雜，被檢驗機關查到，導致收成的大豆與玉米無法當作有機產品來賣。

抗輪點病基改木瓜目前只有美國准予種植。夏威夷所種的基改木瓜卻被日本拒絕進口。在我國與泰國則同樣的發生基改木瓜的事件。基改木瓜在政府尚未通過審查，還未核准種植前，種苗卻已流到部分的木瓜農；歐洲若干國家因此拒絕進口泰國的加工木瓜產品。

由於害怕消費者抵制基改產品，因此在歐洲許多國家、紐西蘭、巴西，甚至於美國加州的幾個小鎮，都發起「非基改農區」的運動，希望在各區域內禁止種植任何的基改作物。歐盟則強調不應該剝奪農民種植基改品種的權利，不過種植基改品種的農民也有義務防止把基改成份混到一般農民或者有基農民的產品上。

基因改造產品安全嗎？

基改科技雖然具有上述的優點，但國際間對這項科技之安全性仍有不少保留的觀點，這些觀點的理由主要在於基改技術涉及遺傳物質在物種間移殖，這種超越自然現象的科技，有可能導致生態與食品的安全問題。

一、食品安全

一般而言，社會大眾對於食用基因改造食品對人體健康的關切以玉米的星連（StarLink）事件，與馬鈴薯的溥采（Pusztai）事件最為有名。

- (1) 星連事件：星連玉米是某基改玉米的商品名，該品種轉殖了蘇力菌的抗蟲基因；美國環境保護署在一九九八年核准使用為家畜飼料用，但禁止作為人類食品。然而生產運輸過程因管理不當，星連玉米與供人食用的玉米混合，並造成十餘人宣稱食用該食品後發生過敏反應。日本因此將混有星連的進口玉米整船勒令退回美國。美國若干大食品業者也抵制購買，聯邦政府更要求種子公司付給農民高達十億美元的賠償金，同時停止販售星連玉米的種子。然而到目前為止，仍然未能證實人類食用星連玉米所含的殺蟲蛋白質，真的會發生過敏反應。
- (2) 溥采事件：蘇格蘭的溥采博士在一九九八年試驗發現用某基改馬鈴薯餵食老鼠，會使老鼠生長遲緩，免疫系統失調。溥采公開實驗結果後引起喧然大波；後來其他科學家發表試驗結果，認為溥采的試驗不足採信，溥采也被迫離職；但真正的答案，就是該基改馬鈴薯是否安全仍然懸而未決，而那個特定的基改

馬鈴薯也就不再上市。

雖然各界對於這兩個事件的正確性有不同之解讀，而兩者都欠缺強而有力的科學證據加以支持，不足夠用來證明基改產品的不安全。然而這些事件仍然讓不少國家的消費者對於基改食品的安全性產生疑慮。

由於不同的基改生物，外來基因插入的部位不會相同，因此每一個新的基改生物體的安全性都不一樣，所以這是為什麼每一個新的基改生物體都要接受安全性審查的理由。已經通過某國家食品安全檢查的基改生物體一般來講，到目前為止，還沒有發現對該國國人健康有什麼不好的影響。

不過還是有人擔心基因改造食品會長久食用後引發問題。基改生物體所轉殖進去的基因會產生新的蛋白質，這個蛋白質是否安全是可以進行短期試驗的。可是由於轉殖進去的構築體包含有一段促進基因，這個促進基因所殖入的位置在目前是無法掌控的。接受者生物體本身可能含有某些毒素基因，因為沒有表現出來，所以其產品是安全的。一但促進基因所殖入的位置恰好導致該毒素基因因此而表現，該植物就會產生那個毒素出來，而這個毒素因為科學家無法預知，當然也就無從審查是否安全，也就有可能在長久食用後引發問題，雖然至目前為止尚未發生過這樣的案例。

此外構築體所用的篩選基因若是抗抗生素基因，人類生食該基改作物，可能在腸中因停留時間較久，而導致抗抗生素基因移轉寄去細菌，產生抗抗生素的新菌種，將來引起治療時所用的抗生素沒有效果。當然這個機率不高，到目前也都僅是推測而已。

二、生態環境安全

除了對人體健康的安全疑慮之外，國際間對於基改產品的關切還包括生態環境方面，而其為害可能是轉殖基因本身所引起的，或者因為生產轉殖生物的操作所引起的：

- (1) 危害非目標生物：抗蟲基改玉米主要是用來對付玉米螟蟲的危害，不過美國科學家曾發現馬利筋葉片沾滿基改抗蟲玉米的花粉，若餵食帝王蝶幼蟲，幼蟲容易死掉。後來的研究發現這種實驗室的結果不太會發生在自然界，因為在田間馬利筋葉片不會沾上讓帝王蝶幼蟲足夠致死的花粉量。然而基改作物的花粉還是有危害到其他生物的潛在可能。廣泛的種植抗除草劑基改作物，會因除草劑的積極使用而降低野草多樣性，導致有益昆蟲所要吃的植物不見，無法覓食而死亡。昆蟲種類、數目減少，更可能影響到整個生態系。
- (2) 轉殖生物的強勢化：基改鮭魚所以引起強烈的反彈，就是恐怕基改魚生長勢太強，會導致野生鮭魚族群因競爭力小而受到絕種的威脅。抗旱基改作物本身若野草化，或許也可能成為新的耐旱型雜草，而危害到其他植物族群。
- (3) 產生新的有害生物：基改作物花粉傳到同類屬的雜草型植株上，可能使得該雜草成為強勢雜草，而危害到其他植物族群。抗蟲基改作物全身製造對害蟲有毒的蛋白，因此整天害蟲都會接觸到那個毒素，可能較快產生抗性的新變種。基改生物體不論動植物或微生物，在自然界中期殘骸逐漸經過分解後，與其他微生物接觸，偶然的機會下發生該基因轉入其他生物體，主要是細菌、病毒或嗜菌體上，而可能造成危險的

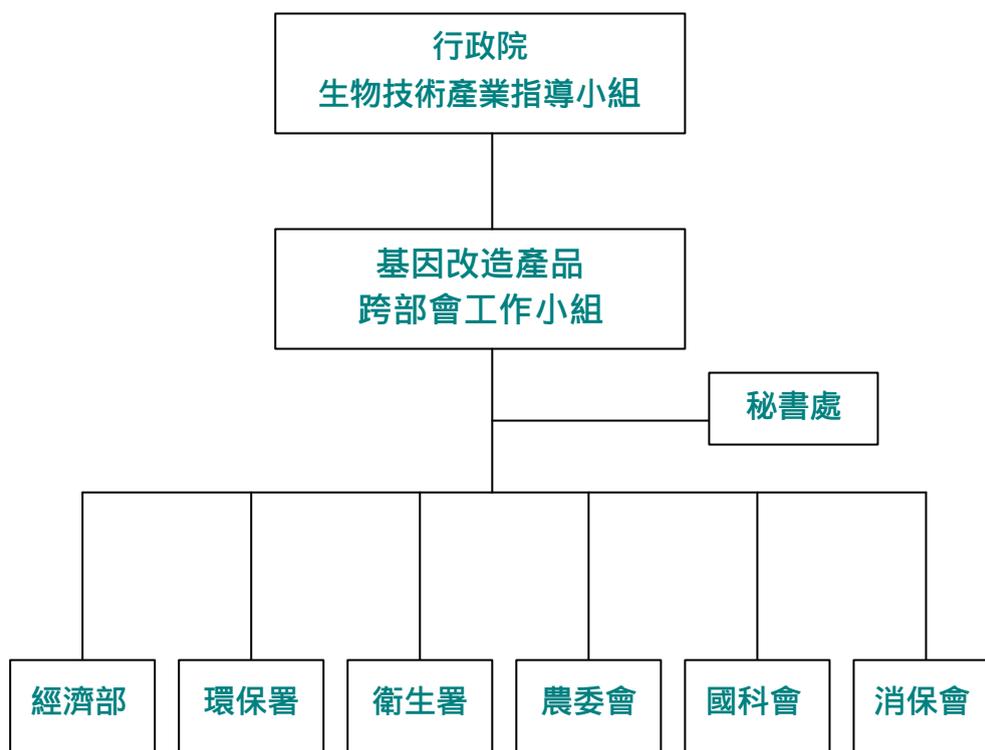
新病原。不過目前雖有產生抗除草劑的雜草出現，但上不能證實是因為基改作物的種植所引起的，也還沒有造成嚴重的威脅。其他新的有害生物目前也還未發現。

- (4) 農產品受到混雜：基改作物在生長期間花粉可能傳授到鄰近一般品種身上，而將轉殖基因帶入一般品種。基改作物採收後部分種子會落到田中；收穫的種子在調製或運輸的過程中也可能混入一般品種的種子內，造成混雜。這個已經有很多的案例發生。

基因改造產品的管理

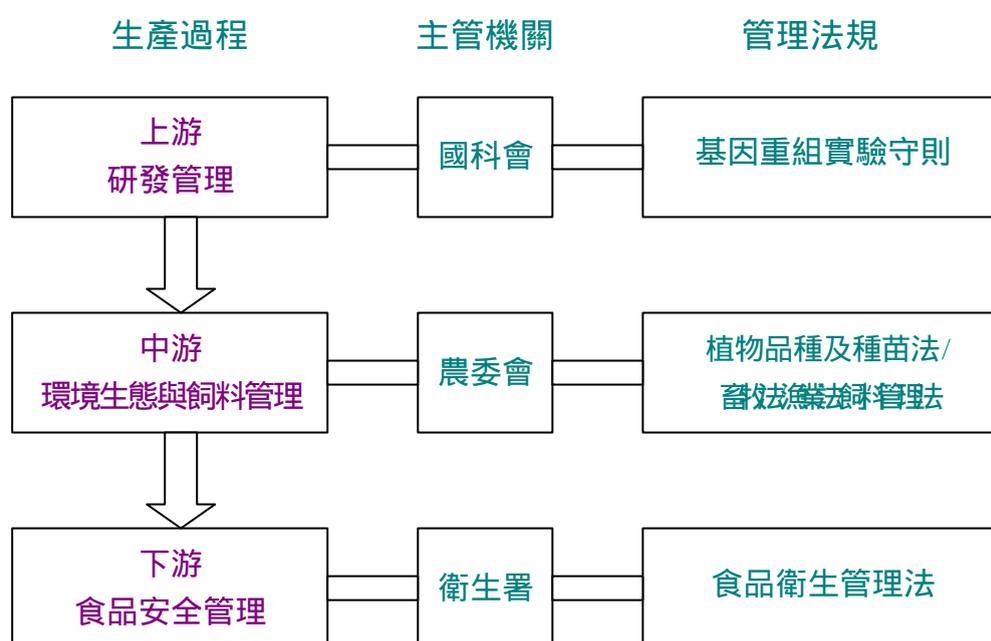
由於 GM 科技涉及的層面相當多元，從實驗、糧食、食品、工業與醫療用途等涉及之人類健康與環境安全議題，乃至於消費者、智慧財產權之保護與國際貿易競爭關係等，都與 GM 技術的發展與運用有所關聯。因此，為加速推動管理體系建置工作，行政院提出了「促進技術發展，落實有效管理」的目標，於 92 年 10 月設置「基因改造產品跨部會工作小組(簡稱工作小組)」，由行政院科技顧問組、衛生署、國家科學委員會(簡稱國科會)、農業委員會(簡稱農委會)、經濟部智慧財產局(簡稱智慧局)、消費者保護委員會等政府機關代表與學術界、產業界的專家學者計 12 人擔任委員，並由農委會李副主任委員健全擔任召集人，以整合各界意見與資源，統籌推動基因改造產品管理體系建置事宜。

工作小組下另設有秘書處，協助推動工作小組所決定或決議的事項。秘書處原由行政院科技顧問組擔任，目前已經由農委會動植物防疫檢疫局(簡稱防檢局) 從 93 年 3 月開始接任。管理組織架構如圖一。



圖一、我國基因改造產品管理組織架構

現行基改產品的管理模式，大體上依據基因改造產品的生產過程，採取上、中、下游三階段分別來管理。實驗室階段的研發管理（上游）由國科會負責，環境生態與飼料管理（中游）由農委會負責，而食品安全管理（下游）則由衛生署負責。管理模式如圖二。



圖二、我國基因改造產品管理模式

雖然基改科技產品的發展有其重要性，但由於社會各界對於基因改造產品對消費者的健康，以及對生態環境是否安全等，仍舊存有疑慮，因此在扶植生技產業發展的同時，也必須兼顧風險管理。有鑑於此，工作小組已推動「基因改造產品法規環境建置兩年行動計畫」來加以落實。

國科會目前已進行「基因改造產品管理基本法（草案）」研擬作業，作為我國基改產品管理的府法依據；並修改提昇「基因重組實驗守則」供研究人員遵循。「基因改造產品管理基本法（草案）」仍在研擬之中，該法案的基本前提是確保科技利益與基改科技安全間的平衡。法案中將建構相關管理規範，以透過安全分及與風險評估、公眾

「認識基因改造產品」

教育與風險管理等原則性規定，強化跨部會間之合作機制，並提供業者良好之產業發展環境。這項法案預計包括五個部分，第一部分為總則，包括立法目的、適用範圍與名詞定義；第二部分為組織，預計設置任務編組之基因改造科技管理委員會，與統籌協調相關事務性工作之秘書處；第三部分為安全管理，包括風險分析、安全分級、透明化、標示、追蹤、暫時措施等風險管理措施，以及規定標準作業與審查程序；第四部分章為研究之促進與產業之發展；第五章為附則。

衛生署已公告基改黃豆及玉米應辦理查驗登記，而木瓜、馬鈴薯、番茄、稻米及其他未特別指定的基改食品將來也應向該署辦理查驗登記。產品的標示也已規範；凡是產品含有基改玉米或大豆的成分超過 5%，就必須標示「基因改造」或「含基因改造」字樣，但醬油、黃豆油（沙拉油）、玉米油、玉米糖漿、玉米澱粉等產品可以免標示。

農委會針對基改植物種苗的田間試驗管理、包裝標示與進出口等都已經研擬相關法規的草案，此外基改種畜禽田間試驗及生物安全性評估管理辦法、基改水產動植物田間試驗管理規則的草案也都已提出。基改研發工作所使用的隔離試驗軟硬體設施也已經籌設中。生物安全評估方法與技術都有進行研究；針對基改水稻、木瓜、馬鈴薯、油菜、甜玉米、番茄等種苗也已加強開發檢測技術，建立追蹤監測體系。在「資訊充分揭露」與「大眾共同參與」的基礎上，防檢局已成立「基因改造產品管理諮詢及風險溝通計畫」，藉由建置整合性資訊網站，舉辦論壇與研討會及透過媒體管道，強化資訊提供與促進意見。



主辦單位：行政院農業委員會動植物防疫檢疫局

承辦單位：國立台灣大學農藝系

國立清華大學科技法律研究所



<http://gmo.agron.ntu.edu.tw>