

我國基因轉殖動植物研發概況 及相關管理規範

農委會農糧處 吳明哲 鄭隨和

I. 前言

近年來世界上基因工程技術應用於農業上之進展甚為驚人，尤以諸多抗病蟲害、抗殺草劑、提高品質之基因轉殖植物諸如大豆、玉米、棉花、菸草、馬鈴薯等已成功開發出來，並已大量推廣於田間栽培；在動物方面，基因轉殖綿羊及豬已成功開發出來。基因轉殖動植物雖帶來產量及品質提高、生產成本降低等優點，但近年亦已引起國際間有關對生態環境安全、食品安全、國際貿易、智慧財產權等爭議性問題。為降低對生物多樣性之衝擊，生物多樣性公約一百三十餘締約國於今年一月間在加拿大蒙特婁開會通過Cartagena生物安全議定書，以規範基因改造活生物體(Living Modified Organisms, 簡稱LMOs)之國際間越境轉移問題。我國雖非該公約締約國，根據該議定書第二十四條規定，我國基因改造活生物體之輸出入仍需依照該議定書規範辦理。

Cartagena生物安全議定書之宗旨在於規範對於生物多樣性之永續利用有任何不良影響之LMO的國際間越境轉移、裝卸及利用，並考量對於人體健康之風險；因此，我國應儘速建立LMO的生物安全評估及管理體系，包括制定相關管理法規、建

立生物安全資訊系統、開發生物安全評估及檢驗技術等，以維護國內生態環境安全，並避免LMO之輸出入所帶來之問題。

II. 我國基因轉殖動植物研發概況

目前我國大多數基因轉殖動植物之研發經費係由農委會及國科會支助，每年投入科技預算約七千萬元，包含約三十個計畫，由各大學及研究所執行，較具成果之計畫如下：

一、基因轉殖植物

(一) 抗輪點病毒轉基因木瓜之研究

抗輪點病毒轉基因木瓜係由中興大學植病系利用農桿菌將輪點病毒鞘蛋白之基因轉入木瓜中，在農試所隔離試驗田之隔離田間試驗，顯示其抗病效果良好，具有甚高的應用價值。

(二) 抗胡瓜嵌紋病毒轉基因番茄之研究

亞蔬中心已將胡瓜嵌紋病毒T strain之鞘蛋白基因轉入番茄中，在田間試驗的6個胡瓜嵌紋病毒鞘蛋白基因轉植株系(80植株/株系)中，共計有32個R₂轉基因植株經ELISA檢測後呈陰性反應，另外有148棵植株之測試值明顯較接種胡瓜嵌紋病毒之對照組為低，顯示鞘蛋白基因可提高轉

殖番茄對胡瓜嵌紋病毒之抗性，並抑制胡瓜嵌紋病毒在轉殖番茄體內的繁殖。

(三) 利用花粉電穿孔轉殖法進行苦瓜基因轉殖

農業試驗所園藝系及台灣大學園藝系合作利用反義ACC合成基因進行其構築、轉移等基因轉殖工作，目前正進行基因轉殖苦瓜植株之鑑定及篩選。

(四) 蘇力菌殺蟲晶體蛋白、超氧化歧化酵素、過氧化酵素及熱休克蛋白基因轉移到十字花科蔬菜之研究

中興大學園藝系已將蘇力菌殺蟲晶體蛋白(Bt)、超氧化歧化酵素(SOD)、過氧化酵素(CAT)、熱休克蛋白基因(HSP)等基因轉入花椰菜及結球白菜等十字花科蔬菜，基因轉殖之青花菜及結球白菜植株業經證實具有抗小菜蛾及耐高溫的特性，且明顯較對照組耐400ppb之 SO_2 危害。

(五) 改進蝴蝶蘭切花採後保鮮期之研究

台灣大學園藝系利用花粉管基因導入法將反義花瓣老化相關ACC合成基因轉入蝴蝶蘭，並運用去雄誘引切花快速萎凋方法篩選得到蝴蝶蘭轉殖植株約70株，經以低溫處理(日夜溫 $25^{\circ}C/20^{\circ}C$)進行催花，於再度開花時調查植株上每朵蝴蝶蘭自然花期長度，結果顯示經由反義基因之轉殖，可將植株上蝴蝶蘭花瓣老化的時間延緩約30%至50%。

(六) 抑制乙烯生合成轉基因香蕉之研究

台灣大學園藝系已成功構築香蕉ACC

合成之反義基因，並已利用農桿菌轉移法將該反義基因轉入香蕉中，轉基因香蕉之果實將進行乙烯生合成抑制效應試驗。

(七) 反義ACC氧化及合成之構築與轉殖至木瓜之研究

中央研究院植物研究所已成功構築反義ACC氧化及合成，並已利用農桿菌轉移法將該二基因轉殖至木瓜，轉基因木瓜之果實將進行乙烯生合成抑制效應試驗。

二、基因轉殖動物

(一) 乳鐵蛋白基因轉殖豬之研究

以牛之乳白蛋白之啟動子取代豬乳鐵蛋白之啟動子，令其與豬乳鐵蛋白之構造基因重新構築之重組基因轉入單細胞豬胚後，產生表現高乳鐵蛋白含量之基因轉殖豬。重組基因轉入之378個豬胚中，產生58頭新生仔豬，其中7頭為基因轉殖豬。基因轉殖豬與非基因轉殖豬之交配後代中，85頭為表現高乳鐵蛋白含量之基因轉殖豬，部份基因轉殖豬乳汁所含高乳鐵蛋白含量可維持28天之久，且由基因轉殖豬所哺育之仔豬育成率達88.6%，明顯高於對照組之73.9%。

(二) 人類凝血第九因子基因轉殖豬之研究

本試驗業已完成212個豬胚之 α La-hFIX基因注射，經移置於11頭受胚豬後，獲得3頭成功懷孕，並生下14頭仔豬，其中2頭經鑑定為基因轉殖豬，基因轉殖豬之乳汁中所含人類凝血第九因子可達每毫升0.5毫克。進一步將基因轉殖豬與非基因轉殖豬配種，所得後代基因轉殖之比率介於13.2%至66.7%之間，乳汁中所含人類凝

血第九因子介於每毫升0.2至0.50毫克之間。

(三)經由基因轉殖豬作為異種器官移植用之研究

在試驗中用以轉殖之基因包括二類，一為human decay accelerating factors (hDAF)，另一為human leucocyte antigen class II (HLA- II)基因；hDAF可以抑制補體之活化反應，以解決超急性排斥反應，HLA- II則為減緩T細胞之活化反應者，轉殖之動物係以豬為對象；目前本試驗已成功獲得帶有HLA-DR，HLA-DQ，HLA-DP及hDAF等四種基因轉殖豬，正進行混合淋巴球反應及人血灌注等前臨床測試，俾確認未來提供進行異種器官移植之可行性。

三、基因轉殖水產生物

(一)抗病基因轉殖蝦之研究

近年蝦病之蔓延已嚴重威脅蝦類之生產，基因轉殖技術為改進甲殼類遺傳性狀之有利工具，在許多脊椎及無脊椎動物中已發現有抗微生物之縮氨酸存在，預料這些縮氨酸可當做寄主防禦細菌、寄生物、真菌、病毒等的第一道防線。本試驗中 carp β -actin, CMV, fish Ig M promoters sequences fused with the cecropin等抗微生物縮氨酸之基因已由中央研究院動物研究所開發出來，該所且已建立將基因轉移至剛受精蝦胚之方法，未來將調查基因轉殖蝦抗細菌感染之能力。

(二)廣泛水產用途基因轉殖魚之研究

本計畫之目標為經由基因轉殖技術或染色體操作以開發廣泛水產用途之基因轉

殖魚，中央研究院動物研究所已利用電穿孔技術及生殖腺的lipofection技術來產生基因轉殖魚，並已將rainbow trout GH (rtGH) 或insulin-like growth factor I (rtIGF-I) cDNA, tilapia IGF-I (tIGF-I)等基因轉入剛受精鯛魚胚中，期能育成生長快速之基因轉殖魚；為能產生抗病之基因轉殖魚，該所已將carp β -actin, CMV, fish Ig M promoters sequences fused with the cecropin等抗微生物縮氨酸之基因轉入剛受精鯛魚胚中。該所將進行這些基因轉殖魚對於水產養殖是否有利之評估。

III. 制定基因轉殖動植物及水產生物 田間試驗管理規範

為因應基因轉殖動植物產品之環境生態安全與食品安全管理問題，自民國八十七年起，農委會、衛生署及國科會即已多次就權責問題開會研商，並達成分工上之共識。國科會負責實驗室階段之生物安全管理，農委會負責基因改造動植物環境生態安全評估及管理，衛生署負責基因改造食品之食品安全管理。部份基因改造動植物及其產品之管理規範業已公告，部份則即將公告。

目前國科會就基因轉殖生物體於實驗室階段之安全管理，已修訂「基因重組實驗守則」並已於八十九年十一月間公告。國內農產品方面之分工，田間階段之管理為農委會權責，上市後或製成加工品之食品安全管理則為衛生署權責。因此，農委會就基因改造活生物體於田間階段之生態安全管理，已於民國八十七年五月及六月分別公告「基因轉移植物田間試驗管理規

範」及「基因轉殖動物田間試驗管理規範」。衛生署就基因改造食品安全之管理方面，已於九十年二月依食品衛生管理法第十四條規定公告「基因改造之黃豆及玉米」應向該署辦理查驗登記，其公告事項包括「基因改良食品」安全性評估方法。此外，該署針對以基因改造黃豆及玉米為原料之食品標示事宜，亦已於九十年二月二十二日公告以基因改造黃豆及玉米為原料，且該等原料佔最終產品總重量百分之五以上之食品，應標示「基因改造」或「含基因改造」字樣。

農委會就基因改造活生物體於田間階段生物安全管理之相關措施如下：

(一) 基因轉殖植物

1. 已於民國八十七年五月公告「基因轉移植物田間試驗管理規範」，明定凡由國外引進或國內培育之基因改造作物，應向農委會申請辦理隔離田間觀察試驗，未經審議核准者，不得於一般田間栽培或推廣。

2. 由於該規範係行政命令，農委會經研商已決定於「植物種苗法」中增列規範基因轉殖植物之相關條文，並明訂罰則。該修正案增列條文為第四條之一，明訂基因轉殖植物非經中央主管機關核准不得輸入或輸出，由國外引進或國內培育基因轉殖植物，應向中央主管機關申請田間試驗並獲審議通過後，始得在國內推廣及銷售。目前該法修正案已於八十九年十一月間獲立法院一讀審查通過。

3. 已完成「基因轉殖植物委託田間試驗作業要點」之研擬，並已於八十九年十二月十八日公告，俾基因轉殖植物委託田

間試驗之申請與審核程序有所依循。

4. 農委會業已參酌美、加、日、澳等國之基因改造作物生物安全評估指導原則，草擬完成「基因轉殖植物生物安全評估原則」，並已於九十年一月間函請各相關機關參照辦理。該原則列舉基因轉殖植物與野生近緣植物雜交之可能性、基因轉殖植物變成有害植物之可能性、基因轉殖植物與病害、蟲害或其他昆蟲、動物之關係及影響等生物安全之評估項目及評估方法，俾隔離田間試驗之生物性安全評估作業有所依循。

(二) 基因轉殖動物

1. 農委會已於民國八十七年六月公告「基因轉殖動物田間試驗管理規範」，明定凡由國外引進或國內培育之基因改造動物，應向農委會申請辦理隔離田間觀察試驗，未經審議核准者，不得於一般田間栽培或推廣。

2. 由於該規範屬行政命令，農委會經研商已決定於「畜牧法」中增列規範基因轉殖動物之相關條文，並明訂罰則。該修正案中增列第十二條之一，明訂種畜禽或種原涉及遺傳物質轉置者，應完成田間試驗及生物安全性評估，始得推廣利用。目前該法修正案已於八十九年十一月間獲立法院一讀審查通過。

(三) 基因轉殖水產生物

有關基因轉殖水產生物之生物安全管理法規，漁業署已於八十九年十二月訂定「陸上漁塢養殖漁業登記及管理規則」，於第十三條增列第二項，規定基因轉殖所產生之水產動植物，非經中央主管機關同意，不得繁殖、養殖或進口。

IV. 為落實前述規範之有效執行，應建構完整之基因改造作物生物安全評估及管理體系，農委會已建立及正積極研擬建立之措施如下：

已於農試所、亞蔬中心、中興大學等單位共設置三處基因轉殖植物隔離田間試驗場，並擬於九十年增加台灣大學一處，以執行生物安全評估作業。

為防範違反「植物種苗法」修正案第四條之一條文之情事，農委會正規劃建立基因轉殖植物種子種苗之檢驗方法及技術，將責由本會所屬機關成立檢測中心，並擬與衛生署食品藥物檢驗局之基因改造食品檢驗系統密切配合。

由於目前國際上對於生物安全性評估之標準尚不明確，參酌美、加、日、澳等國之基因改造作物生物安全評估指導原則亦多為原則性之規範，農委會將責成所屬機關或以委辦方式委託大學院校加強生物安全性評估技術之研究。

V. 未來努力方向

為配合生物安全議定書之國際規範，由於事涉多個中央部會之權責，應建立跨部會生物安全管理機制

(一)建請行政院成立跨部會生物安全管理推動小組，以協商生物安全議定書有關基因改造活生物體(Living Modified Organisms，簡稱LMO)的越境轉移、過境、裝卸及利用等相關事宜，並研擬「生物安全管理措施推動方案」。

(二)參酌世界各國之LMO產品相關進出口管理措施，由農委會會同經濟部(國貿局、工業局、技術處)、衛生署、環保署、國科會等部會，研訂我國LMO產品之輸出入管理辦法。

