生物科技

生物技術在台灣永續農業上之應用與研究發展

台灣省農業試驗所
⊙文／杜金池

一、前言

近年來台灣由於工業污染及農業生產上大量使用化學物品；不僅對自然生態環境造成嚴重之衝擊，且公害污染也愈來愈嚴重。如何保育農業資源使農業環境免遭污染，並使農業生產力永續保持，成爲當前最迫切課題。

1992年國家建設研討會農業發展研究分組結論中，特別指出農業爲大衆賴以生存的產業，即使經濟高度發展之國家，也必須重視農業的永續發展。對於永續性農業(sustainable agriculture)之研究與發展，需加強種原收集、保存、評估及利用；充分發揮生產資材，以降低生產成本；推展病蟲害之綜合防治；合理有效使用水土資源並兼顧生態環境之保育。農委會研訂的『農業綜合調整方案』中，亦將自然生態及資源保育、防治公害污染、改善農業生產環境列爲施政項目。

生物技術(biotechnology)是利用生物程序(bioprocessing)、生物細胞或其代謝物質來製造產品及改進人類生活素質之科學技術。自1982年起，政府即將「生物技術」列爲八大重點科技之一。1992年行政院第十三次科技顧問會議亦指出目前生物技術在農業上重點領域爲病蟲害之生物防治；人工種苗技術及其應用；基因轉殖作物技術之研發；農用病蟲害防治之抗生素製造研發；利用生物感應器、單株抗體及酵素技術等開發作物病害及農藥之偵測技術等。上述各項可歸類爲病蟲害防治生物製劑之開發、人工種子技術開發及環境保護等三大項。

因此，永續農業及生物技術皆爲當前施政之重點，而要達成永續農業之政策目標，更需將生物技術落實於農業上。本文就生物技術於永續農業上之研究現況、實際應用情形及將來發展重點，扼述如下，以就教各位先進。

二、生物技術與農作物生產

1. 作物品種改良

生物技術已成功地應用於稻作育種(花葯培養)、蘭花培育、園藝作物及葯用植物等大量繁殖等。目前正加強辦理下列各項之研究。

(1)基因轉殖技術之開發：以建立有效之基因轉殖及植物再生(regeneration)技術模式爲目的，作爲將來育成有用之轉殖植物(transgenic plant)。所使用之基因爲報告者基因(reporter gene)；包括Gus(β-Glucuronidase)、NPTII(Neomycin Phosphotransferase)等。基因轉移之途徑目前國內仍以農桿菌(包括Agrobacterium tumefaciens及A.rhizogenes)法、花粉管途徑法、電泳法(electrophoresis)

、和電孔法等爲主。農桿菌法之試驗作物包括大豆、馬鈴薯、百香果、蕃茄及甘藍等；花粉管途徑法則有水稻和木瓜；電孔法則有甘藍；電泳法有白菜。

(2)有用基因之分離與取得：目的是分離可供改良作物特性之有用基因以爲轉移之需，下列爲正在進行中之項目：

A.從野生綠豆之cDNA library中篩選出arcelin蛋白基因，以便將之轉入紅豆中，使其對綠豆象(callosobruchus chinensis)等豆象科之害蟲具有抗性，減少紅豆貯存期間之損失。

B.抗鱗翅目(例如小菜蛾)之BT gene(由Bacillus thuringiensis而來)，目前本基因概由國外取得，將轉入十字花科蔬菜(例如蔓苔屬蔬菜)。

C.以基因工程方法，將蝴蝶蘭中乙烯之製造基因的反訊息核酸(antisense DNA)，以人工合成轉移到蝴蝶蘭基因組(genome)中，使乙烯基因所轉錄而成之mRNA失效，阻礙乙烯之生成，如此可達到長期保鮮之目的。

(3)轉殖植物之建立：已培育出來之轉殖植物有蕃茄和馬鈴薯(GUS基因)、菸草、馬鈴薯和白菜(GUS, AFP和MT 2 gene)。

(4)基因轉殖：主要以核酸探針進行RFLP(Restriction Fragment Length Polymorphism)分析、探討作物之有用基因與RFLP標誌間的連鎖(linkage)關係，以協助篩選工作之進行，提高育種之效率。所進行之作物包括胡瓜、甜瓜、玉米、高粱、大豆等。

(5)作物品種品系鑑定：以PCR(Polymerase Chain Reaction，核酸聚合酶聯鎖反應)技術進行基因或核酸片段之大量複製，實施RAPD(Random Amplified Polymorphic DNA)分析，供品種品系鑑定。目前有許多機構已在積極開始進行研究中。

(6)組織培養技術之應用：蘆荀應用花葯培養，已獲得8,000株以上之綠蘆荀苗，約有100株之超雄株(由單倍體倍加而來之YY個體)正在田間進行組合力及後裔鑑定中。木瓜、甘藷、玉米和竹子等作物亦已能成功的誘導單倍體。此外蔓苔屬作物(包括甘藍、青花菜和花椰菜等)之花葯培養亦積極進行中。

(7)體細胞誘變：針對十字花科蔓苔屬作物中的甘藍、青花菜和花椰菜進行誘變育種。利用青花菜，花椰菜和甘藍幼苗下之胚軸，以組織培養誘導成小植株，同時在培養基中加入誘變劑增加突變機率，選拔優良之變異株以增加育種之種原。目前進行耐熱變異株之選拔，以解決台灣夏季蔬菜缺乏問題。此外，觀賞作物(包括花卉及觀葉植物)，亦以此方法進行中。

2. 植物保護

自1984年開始每年使用赤眼卵寄生蜂防治玉米螟面積達15,000公頃。應用昆蟲性費洛蒙進行田間大面積誘殺甜菜夜蛾、斜紋夜盜、茶姬捲葉蛾及甘藷蟻象等重要作物害蟲。另外亦開發農葯殘毒生物檢定法，目前在全省各主要蔬果集貨場及產地成立52處快速檢驗站。對害蟲天敵之開發、利用和技術改進及性費洛蒙之研究等均持續進行中，並將有關之資訊輸入電腦，以建立植物保護資訊庫，供諮詢服務。

(1)亞洲玉米螟之生物防治：

①改進外米綴蛾(Coreyra cephalonica)飼育方法：舊方法之成本中，採集成蛾之人工占極大之比例。利用成蛾飛翔習性，將成蛾集中於集蛾瓶中而後攜往產卵，可降低外米綴蛾卵之生產成本75%。

②赤眼卵蜂(Trichogramma ostriniae)包裝及釋放技術改良：舊方法以蜂片釘在玉米葉上較費工，羽化成寄生蜂之田間壽命約2－3天，現以膠囊裝填含寄生蜂之外米綴蛾卵，可提供較佳之保護，以延長寄生蜂在田間之壽命。

③優良赤眼卵蜂品種繼續篩選：已選獲低溫時之寄生力強及壽命長適於春季使用之卵寄生蜂T. embryophagum及T. evanscens等兩種。

(2)昆蟲性費洛蒙之研究：目前本省可自行配製之昆蟲性費洛蒙有15種，用於害蟲發生與密度偵測及大面積誘殺蔬菜(豌豆、青蔥及一般蔬菜)、花卉與雜糧(大豆、落花

生及甘藷等)之夜蛾類及甘薯蟻象等。目前正進行茶姬捲葉蛾田間配方及施用方法研究。

(3)蔬果農藥殘毒快速檢驗：1980年起，發展以傳統之Acetylcholinesterase測試法，檢測具有神經毒之殺蟲劑。1986年起又開發殺菌劑殘毒檢測技術，選用對人畜毒性極低之蘇力菌(Bacillus thuringiensis)爲檢定菌，專門檢測可產生致癌性物質ETU之有機硫黃劑(EBDC's，ethylene bisdithiocarbamates)。目前正篩檢一些特別菌種，以擴充蘇力菌所無法檢測之農藥及研發提高檢測敏感度之方法。

(4)病毒及病原菌檢測試劑之開發

①多元抗體：針對百香果、瓜類、豆類、馬鈴薯、蘭花、百合、大蒜、玉米等重要經濟作物之病毒進行多元抗體之製作與病毒檢定技術之開發，目前已保存抗血清共100種，可供77種不同病毒之檢定，將來擬設立『國家級抗血清庫』，收納國內各研究機構製作之病原抗血清、單元抗體或核酸探針加以妥善保存，供國內病害快速檢測之用。

②單元抗體：單元抗體可經由細胞之保存永久留存後世，可避免重複進行繁複之病毒純化工作。已開發完成百香果木質化病毒(Passionfruit Woodiness Virus)、百香果斑紋病毒(Passionfruit Mottle Virus)、竹嵌紋病毒(Bamboo Mosaic Virus)、木瓜輪斑病毒(Papaya Ringspot Virus)、甘藷簇葉病菌質體(Sweetpotato Witches-broom MLD)等單元抗體。目前正積極進行本省各種重要花卉病毒如BYMV、ORSV及CYMV之單元抗體製備。

(5)植物抗病遺傳工程研究開發：正分別進行百香果木質化病毒鞘蛋白基因轉殖植株及胡瓜嵌紋病毒鞘蛋白基因轉型番茄之育成。

3. 生物肥料：

(1)根瘤菌之利用：由全省各地豆科根瘤樣品中，已分離純化出737株菌，並針對其固氮酵素活性等生理、生化特性建立資料庫。此外，研發大型發酵槽，以產製根瘤固氮菌接種劑推廣應用於大豆及落花生等之栽培。大豆平均增產17－40%，全省示範面積5,000公頃。

(2)內生菌根菌之應用：內生菌根菌已推廣在洋香瓜(1,200公頃)及柑橘健康苗等。目前研究方向包括菌根菌與根瘤菌，菌根菌與溶磷菌間的互動關係，作物包括大豆、花生、玉米、柑橘、洋香瓜、蘆荀及花卉等。最近應用生物技術以Agrobacterium rhizogenese誘導胡蘿蔔片塊產生RiT-DNA轉型根毛成功，期能量產純種之接種源，以解決接種源之供應問題。

(3)溶磷菌是繼菌根菌之後另一研究目標。目前已自農田中分離出上百株溶磷菌，包括細菌、酵母菌及眞菌。此外，亦發現溶磷菌有抑制作物病原菌的作用。

4. 種原收集、保存與自然生態保育

(1)種原保存目前以種子形態保存之種原約60,000個，以現況保存之熱帶、亞熱帶及溫帶果樹有5,000種以上。以組織培養方式保存者有：甘藷莖頂培養試管苗277品(系)種、馬鈴薯50品(系)種、山葯17品(系)種、樹薯10品(系)種等。傘菌目前已調查有285種，72屬，其中不乏具食用與葯用價值者。

(2)建立國家作物種原庫：自1989年起著手規畫興建國家作物種原庫，以保存種子作物種原，目前工程已大部份完成，將自1993年5月起全面營運。種原庫內長期庫可貯藏24萬份種原，中、短期庫共可貯藏45萬份種原。另亦於不同海拔高度建立無性繁殖作物種原保存園，已於羅娜(海拔標高900公尺)、望鄉(海拔標高2,350公尺)、古坑(海拔高度300－500公尺)及嘉義、鳳山、關西等地成立六個種原保存園。已保存熱帶、亞熱帶及溫帶果樹1,500種以上。

(3)自然生態保育：台灣地處亞熱帶及熱帶，地形又相當複雜，因此，得天獨厚孕育著豐富的生物資源。目前正進行植物資源調查研究，所得資料鍵入電腦內，以供國內利用及國際交流。經廣泛調查本省平地與山區之野生菇類，人工培養純化供永久保存其遺傳基因資源，並研究其食用及葯用價值。

三、生物技術與畜牧、漁業生產

1. 畜牧生產

(1)本地種畜禽之保存與利用：自1987年開始以①小族羣繁殖；②冷凍保存生殖細胞及胚；③與外來品種進行雜交選育及④收集家禽生長環境及生活資料，期能保護與繁殖本省特有之本地種家禽族羣。本計畫之種原禽畜包括桃園豬、小耳迷你豬、台灣黃牛、台灣水牛、台灣山羊、土雞、菜鴨及中國鵝等。

(2)家畜之胚移置技術：胚移置技術已開發成功並實際應用於牛及豬等家畜。牛以非外科方法取得胚移置成功，受孕率高達40%以上。類似的技術亦開發於豬與羊等家畜。

(3)診斷用單元抗體之開發：製備單元抗體早期懷孕診斷技術已研發成功，並自1990年實際應用於配對後牛隻檢測助孕素含量，以診斷是否懷孕。該技術將擴及豬、羊、狗及兎等。

(4)家畜衛生：

①以融合瘤技術生產單元抗體：目前已完成收集抗豬瘟(cholera)等五種融合瘤，裨利生產單元抗體診斷豬瘟等重要家畜疾病。

②發展新染色技術診斷動物疾病：發展間接免疫酵素標幟抗體病灶染色法（Indirect Immunoperoxidase Staining （IIPS） Technique）取代間接螢光染色法診斷技術(Indirect Fluorescent Staining (IFS) Technique)，在光學顯微鏡下即可觀察，使動物疾病診斷更爲正確而便捷。

③核酸聚合酶聯鎖反應(Polymerase Chain Reaction)技術之應用：已開發2種核酸酶供10種食物及口腔疾病病毒(Food and Mouth Disease Virus, FMDV)之偵測，另外亦發展兩種核酸酶HCV1與HCV2供偵測豬瘟(HC)病毒之ALD及LPC兩高致病性系統。

④生產組織培養疫苗：研發成功並商業化生產僞性狂犬病組織培養疫苗。另外，牛傳染性鼻氣管炎(Bovine Ephemeral Fever)組織培養疫苗生產程序已建立並由政府授予生產許可，完成技術轉移民間生產。

2. 漁業生產

(1)基因庫之建立：已完成魚類表面黏液或粒腺體核酸(Mitochondrial DNA) 同功異構酶電泳資料檔。超低溫冷藏配子體(Gemetes)技術已應用於保存雄性基因血庫。研究以超低溫冷藏蝦蟹貝類之卵子及胚正進行中。

(2)研發生物製劑防治漁類病害：發展單元抗體取代傳統的水生動物疾病診斷技術，提高診斷精確度。建立核酸探針偵測制度，以偵測帶有病毒之魚貝類。發展噬菌體防治虱目魚弧菌病。目前正研究病毒DNA核酸探針及重組疫苗，這些產品將於不久將來實際應用於水生動物疫病防治。

(3)利用遺傳工程改良生理特性：以遺傳工程技術改進本地種水生品種之生理特性及轉殖生長荷爾蒙基因，以改良體型及生長速率等，亦正積極進行中。

四、農業資訊與研究發展

農業科技資訊之獲得乃有效率科技研究的先決條件。完整的科技資料的蒐集、處理與管理往往需要挹注龐大的經費與佔用研究者的漫長時間。因此，各研究機構(如台灣省農業試驗所即經常性訂閱科學期刊552種；包括中文96種、日文82種、英文374種)若能提共科學家隨身必備文獻參考資料，再配合全國性科學資料服務中心，提供完整的專業資訊，不但能滿足科學家研究工作上的迫切需要，並能配合國家的政策，使科學家迅速達成研究目標。基於上述「農業界之共同體認」及「國家需要」兩大動機，乃由前「農復會」積極推動於1978年10月11日成立〝農業科學資料服務中心〞，對外開放服務。

農資中心成立之宗旨爲(1)配合農業發展支援農業研究；(2)有效利用農業科學資料；(3)促進國內外農業科學資料交流及(4)建立有效的農業科學資料網等。農資中心開發完成之四個全國性資訊庫，包括農業科技索引典、農業科技人才資訊庫、農業科技研究及發展計畫資訊庫以及農業科技文獻資訊庫等。資訊服務方面包括(1)典藏資料之參考與閱覽；(2)諮詢服務；(3)影印服務(文獻原件影印)；(4)農業科技摘要複印

服務；(5)國內外資訊庫之檢索服務及(6)光碟資訊庫之推廣利用等。另外，該中心亦正在編輯專題選粹，包括「生物技術」、「生態保育」、「農漁牧產業自動化」、「農業政策」、及「農業污染」等五項主題。上述全球性科技資訊服務，使在台灣的農業科學家獲取科技資訊的機會如同在任何先進國家一樣的便捷。

農業科學資料服務中心將朝下列方向發展：(1)具備農業資訊分析中心之功能；(2)建立專業化、國際化之農業科技資訊庫；(3)建立供專業農民使用之農業實務資訊庫；(4)對各農業單位提供全面性之資訊連線服務；(5)統一國內各農業資料單位之符號系統以及引進國際通用之資訊標準。我們期待該中心能早日完成這些發展目標，提昇我國農業科技服務水平，裨利當前農業科技，尤其是生物技術之研究發展。

五、建議

1. 加強國際合作以取得有用基因

(1)轉殖基因：將來國內農作物的基因轉殖將以抗蟲(例如BT基因)及抗病毒之PC基因爲優先進行項目，這些工作已開始進行，至於其他基因如各種抗病、抗蟲基因、抗／耐旱基因、固氮基因，以及各種可以改進作物品質(如糖含量、蛋白質含量、總產量，和良好的貯運性等)則尚在分離中，宜透過國際合作方式取得基因，再進行轉殖試驗。目前雖已與南非合作，及由比利時引進作物雜交系統之基因，但所獲得之轉殖基因仍少，應加速與美、日、法等先進國家合作，以取得新的轉殖基因。

(2)種原：國家作物種原庫將於1993年正式營運，除了原生種原之搜集外更需加強國際間種原之交換，以充實種原。

2. 加強生物技術人才培育

國內農業生物技術研究起步較晚，造成研究人才不足現象。尤其高等植物之基因轉移、基因工程等方面之高級研究人才最爲短缺。雖然各研究機關均已積極培養研究人力轉投入農業生物技術行列，但仍嫌不足。

3. 推動民間企業配合推動生物科技

國內相關學術單位及政府機關，雖從事生物技術研究及推廣，但多屬基礎研究，要使生物技術落實於產業上，唯有賴財團法人及民間企業共同參與。四年前，財團法人生物技術開發中心，已著手進行生物技術在農業上之應用，並負責中游技術與開發，一面結合上游基礎研究的力量，一面與下游產業界合作，以加速技術移轉的步伐。據報導基因工程種子即將於1996年於歐美上市銷售，整個種苗產業即將面臨變革，更需積極鼓勵企業界參與生物科技之研發與生產，方能使21世紀之台灣農業展現新貌。

六、結論

1951－1971年代，政府爲求糧食自給自足，爭取外匯並扶植工業，鼓勵土地開發增加農業產量。1980年代以後，爲擠身於已開發國家之列，大力發展工業，使這小島擠滿工廠。如今台灣總算是一個富裕的地方，但回頭一看，卻發現由於土地大量開發，農地過分耕作及大量施用化學肥料及葯劑，加上工業所排放之污染，大地受傷了，環境變劣了，因此，台灣發展永續農業比世界任何地區更爲迫切。一個不爭的事實是農民爭取利潤提高所得的心態是不變的，欲回歸過去古老的耕作方式，低投入低產出的農耕型態絕不可行，然而以目前傳統的耕作方式，高投入密集耕作的方式更有違永續性農業之精神。因此，如何在考量永續農業之精神下，一方面能維持地力及自然資源，更能使農民獲得合理所得，爲廿一世紀台灣農業上最重要的課題。

當前生物技術的發展與應用，可謂一日千里。據1992年3月出版之 Journal of Biotechnology所載，1992年美國農部編列約1.8億元之預算，從事農業生物技術之研發，世界各主要工業國亦大力發展。我國亦將生物技術列爲國家八項重點科技之一。但我國起步較晚，亟需迎頭趕上。

在傳統農業技術較難再有重大突破且較難達成永續農業下，生物技術將是今後農業發展的主要工作。過去台灣應用生物技術於永續農業上之研究，雖有一些成果，但仍在起步階段，需要我們長期而持續的努力，希望有更多有用基因，新作物品種及新耕作管理方法的出現，再創農業的新生命，爲邁入廿一世紀的台灣農業創造更光輝的前景。