

基因轉殖植物對目標與非目標生物之影響與風險評估

王清玲^{1*} 石信德² 林鳳琪¹ 林俊義³
 行政院農業委員會農業試驗所

摘要

風險評估的結果，是決定某一基因轉殖植物得否自試驗室釋出之重要依據，藉由評估的過程，可瞭解所有可能發生之損害與發生機率以及後果，並且做好釋出後之損害預防措施，降低實際的環境風險。對目標與非目標生物的風險分析包括有利與有害雙方面之考慮，含有毒或抗生物質的基轉植物與不含此類毒物的基轉植物對環境中生物的影響不同，需依受評估個案的特性加以檢討。本文綜合探討於分析環境安全風險時，對於目標與非目標生物可能產生影響之一些評估內容。抗病基轉植物之大面積栽植，可能反而產生新病原或病害；或導致次要病害發生；或是損害有益微生物。抗蟲植物之栽植也可能使目標害蟲產生抗性；使原先次要害蟲大發生；或是不利於天敵、土壤昆蟲、授粉昆蟲、甚或保育類昆蟲等有益昆蟲之生存。病原與昆蟲是生物多樣性之重要組成份，基轉植物對於生物多樣性之影響，亦普遍受到國際間重視。

關鍵詞：基因轉殖植物、目標生物、非目標生物、風險評估

前言

栽種作物常受到病蟲害問題的困擾甚或造成巨大損失，利用基因轉殖技術可以改善此一狀況，目前栽種的基因轉殖植物中總數約有 30% 係以抗蟲或抗病為目的，其中又以抗蟲為主，主要有蘇力菌內毒素、凝集素、酵素抑制物與酵素等四類（王等, 2004）。以 2004 年幾個基轉植物栽種國家為例，如西班牙抗蟲玉米的種植面積比 2003 年增加 80% 以上；印度抗蟲棉花面積比 2003 年增長 400%，達到 500000 公頃；中國大陸抗蟲棉花比 2003 年增加三分之一，占全國棉花總面積 66%（國際農業探索, 2004），由此可見抗蟲植物，尤其是

* 通訊作者（電子信箱: clwang@wufeng.tari.gov.tw; 聯絡電話: 886-4-23302301-601; 傳真: 886-4-23338162）

1. 行政院農業委員會農業試驗所應用動物組。
2. 行政院農業委員會農業試驗所植物病理組。
3. 行政院農業委員會農業試驗所所長。

抗蟲玉米與抗蟲棉花面積增加之趨勢。隨種植面積的擴大，這類抗病蟲植物對環境生態之影響普遍受到重視，風險評估的結果遂成為決定該植物得否釋出之一重要資料。

環境風險評估

經過轉殖特定基因之植物能產生抗病蟲之機制，雖可減少栽種時所遭遇的病蟲害問題，卻也可能因為植物具有此一新殖入之性狀，造成對於周圍環境生態的某種衝擊。基轉植物於釋出田間種植之前，需經過周詳的安全性評估，世界各國因國情不同，對於某種基轉植物是否需進行環境風險評估，以及風險評估的標準或有寬緊不一的情形，但是評估的步驟大約是一致的，根據歐盟公布之風險評估原則(Directive 2001/18/EC)，環境風險評估之進行步驟包括：1. 辨識可能對環境產生不利影響之特性 (Identification of characteristics which may cause adverse effects)，2. 評估可能產生之後果 (Evaluation of the potential consequences)，3. 評估每一負面影響實際發生之可能性(Evaluation of ikelihood of the occurrence of each adverse effect)，4. 估計風險性 (Estimation of risk)，5. 風險管理措施 (Risk management strategies)，6. 判定總風險 (Determination of the overall risk) 等步驟。環境安全評估通常要考慮：該植物轉變為雜草的可能性(weediness potential)、基因外流(gene flow)的可能性、對目標與非目標生物(target and non target organisms)的影響、對生物多樣性(biodiversity)的影響等。尤其是以抗病蟲為主的基轉植物，當進行環境安全評估時，該植物對於目標與非目標生物之影響，是整體風險評估中極為重要的一個項目。

目標生物是指當初進行基因轉殖時，所欲影響之生物，因為基因轉殖技術之進步，範圍可能會包括各種細菌、真菌、病毒、線蟲、昆蟲等等。在改善作物病蟲害方面，如抗病毒木瓜能夠減少 PRSV 病毒對寄主植物之作用，則此 PRSV 即是次項轉殖之目標生物；抗 PVY 病毒之煙草，則 PVY 即屬目標生物；對於抗 CaMV 病毒煙草，CaMV 是目標生物；對於 Bt 抗蟲玉米、棉花則玉米穗蟲、棉鈴蟲等就是目標生物。非目標生物是指一些與轉殖目的無關，但是可能因為取食基轉植物之活體或殘渣，或是與目標生物有棲所競爭、食物鏈等關係，因而受連帶影響之生物，環境中所有可能受影響的動物、植物、微生物等，均在評估範圍之內。

評估基轉植物對於目標或非目標生物的影響，應以全面性、整體性之環境影響為基礎，評估時應包括各項有利的或不利的；直接的或間接的；立即的或慢性的因子，以達到公正客觀的評估結果。

風險評估的目的

對於基因轉殖作物進行環境安全評估，可藉以瞭解可能產生損害之種類與性質，該損害發生機率之高低，發生後可能造成之後果等，藉由此種風險評估可以因而研擬並採取適當方法與手段，以降低該基因轉殖作物之環境風險，其中包括：

1. 決定是否釋出

經評估後認為該植物釋出於一般田間種植會對環境造成不利結果，且無法以釋出後之管理方式避免該危害產生，則可採取暫不釋出之決定，以避免該植物於環境中產生風險之可能性。

2. 釋出後之風險管理方法與執行

根據風險評估時瞭解到該植物於釋出後可能產生之風險，包括危害之形式、造成損失之大小、可能發生之機率等，並據以擬定減少或避免該危害產生之策略與管理方法，使得在適當之管制之下，基因轉殖植物仍然可以釋出種植，達到減少病蟲之目的，並且無損於對自然環境生態之維護。

病蟲抗性管理 栽種抗蟲的 Bt 作物時，為避免昆蟲對蘇力菌產生抗性，抗性管理(insect resistance management)成為重要的配套措施，是對農民推廣教育工作的主要項目。美國是全球種植 Bt 作物最多的國家，為杜絕或延緩抗藥性的發生，EPA 與 USDA 曾經提出的主要對策為 1. 保護植物(refuge)：栽種抗蟲轉殖作物田區附近一定距離內，必須種植一定比率的非轉殖的同種作物，使來自抗蟲與非抗蟲植物上所生長發育的成蟲，得以相互交配，而產生非抗性的子代。2. 高毒性(high toxicity)：抗蟲基因轉殖作物所表現的毒性成份需足夠，殺蟲效果必須達到使絕大多數目標害蟲致死的程度，降低抗性蟲的族群密度，以減少互相交配而產生抗性後代的情形(EPA, 1999)。

預防次要病原菌或害蟲之大發生 抗病蟲基因轉殖作物將目標病蟲族群密度壓制之後，受到同一寄主植物上昆蟲族群改變之影響，次要病害蟲族群密度的變化值得重視。次要病害蟲密度也許維持原先之水平，但也有上升的可能，完全視作物與病、蟲各別的適應情況而異。當次要害蟲成為主要害蟲時，其所造成作物的損害、對於週邊作物及對天敵族群的影響等，需加以長期觀察偵測，如發生次要害蟲崛起危害的情形，則需針對該次要害蟲發展適當防治方法，以免作物受害。這類屬於環境中不同病蟲族群生態消長之變化，通常需較長期觀察研究，並於實際栽種作物田間進行調查，以獲得較為確切之結論。

據以進行釋出後之長期監控 以人類目前有限的知識，對於生態系影響之長期預測仍有相當困難，因而基因轉殖植物即使通過評估而釋出種植，其對於環

境生態系之長期影響，仍需要做持續的追蹤監控，一旦發現有不利於環境生態的情形，立即採取管制或禁止之措施，才可能使基因轉殖植物對環境產生破壞之風險降至最低。希望能在獲取現代科技所衍生利益的同時，盡量避免對環境生態造成任何負面影響。

對目標與非目標生物的風險評估

I. 基轉作物對環境生態有利的影響

抗蟲基因轉殖植物的發展，有利於環境主要是減少化學殺蟲劑的使用，原本用於防治病蟲害所施用的殺蟲與殺菌藥劑，會對環境中其它生物造成損害，現在因為疫病與害蟲已經得以控制，故而不須施用或是減少施用。

例如棉花鱗翅目害蟲，如 *Helicoverpa* spp.、*Pectinophora gossypiella* (Saunders)等為害嚴重時，由於其中有些幼蟲有鑽食新芽或穗中習性，所以藥劑難以到達其藏身隱匿處，此外因害蟲已經對許多殺蟲劑產生抗性而防治困難，造成農民很大損失，為防治此類害蟲必須於作物生長全期持續施用大量強效殺蟲劑，因而對環境造成污染。在改種抗蟲基因轉殖棉花後，因蟲害減少，也減少廣效性殺蟲劑的用量。以美國為例，根據 USDA ERS 之統計，於 1995-1998 年全美棉花生產地區減少用殺蟲劑二百萬磅以上(Gianessi and Carpenter, 1999)，轉殖 Bt 的棉花田的殺蟲劑使用比一般棉花田減少一半以上。在中國大陸北方傳統棉花田為防治鱗翅目害蟲，每季需噴施殺蟲劑 15-20 次，Bt 棉花田則幾乎不必為防治鱗翅目害蟲噴藥，廣效性殺蟲劑的消耗量減少 60-80%(Xia et al, 1999)。

由於廣效性殺蟲劑噴施量減少，使得田間自然存在的天敵昆蟲族群密度上升，所增加的天敵可以抑制次要害蟲的發生，並且使其他主要害蟲密度下降，減少週邊其它作物的蟲害損失。此外減少殺蟲劑用量，也減少附近水源或食物中以及土壤中殺蟲劑殘存的毒性，有助於自然環境生態之維護與發展。

II. 含有毒或抗生物質的基轉植物對環境生態不利的影響

1. 病原方面

可能產生新病原或病害 實驗室研究發現 β -lactamase 轉殖馬鈴薯基因可以經由基因水平移轉至軟腐病菌(*Erwinia chrysanthemi*)(Schlüter et al. , 1995)。外鞘蛋白(coat protein, cp)抗病毒轉殖植物所被關切議題是其對於非防治目標病毒是否會引起病毒的異源包被或轉移包被的可能性。這意味著當有其他病毒侵染抗病毒轉殖植物時，入侵病毒的核酸可能會被抗病毒轉殖植物所具有的外鞘蛋白所包被，因而改變植物病毒的寄主範圍。對於作物產生新的危害，例如花椰菜花葉病毒(CaMV)基因從轉殖植物中獲得一段核苷酸序列，與外源花椰菜花

葉病毒重組後可擴大感染其他寄主範圍的能力(Schoelz and Wintermantel, 1993)。AMV-cp 轉殖苜蓿則可發生嚴重的胡瓜嵌紋病毒病害。

次要病害發生 AMV-cp 轉殖苜蓿則可發生嚴重的胡瓜嵌紋病毒病害。蚜蟲是傳播 Plum pox 病毒 (PPV)的媒介昆蟲，而南瓜黃化嵌紋病毒(Zucchini yellow mosaic virus, ZYMV)無法經由蚜蟲傳播，研究發現 ZYMV 若先以人工接種感染 PPV 外鞘蛋白基因轉殖植物，ZYMV 也可以轉變為蚜蟲傳播(Jacquet et al., 1998)。在臺灣，於農業試驗所基因轉殖專用隔離田進行基因轉殖木瓜試驗發現轉殖木瓜發生次要的木瓜畸葉嵌紋病毒(papaya leaf distortion mosaic virus, PLDMV)(林等, 2004)。此外，我們也發現基因轉殖普魯南醣酶 (amylopullulanase; APU) 水稻容易罹患水稻胡麻葉枯病菌 (*Bipolaris oryzae*)(石等, 2004)，這些評估所發現的結果有助於未來商業化栽種轉基因作物的管理工作。

損害有益微生物 幾丁質分解酵素可以有效抑制病原真菌的生長，然而它也有可能影響土壤中的有益真菌，破壞土壤中的微生物相及生態營養循環系統，因此藉著瞭解這些微生物的消長情形加以評估基因轉殖植物的風險。研究發現轉殖抗蟲毒蛋白(Bt toxin)棉花所產生的 Bt 毒蛋白可以經由根部釋放至土壤，此蛋白至少可在土壤中殘存 234 天(Gebhard and Smalla, 1998)，或許會造成土壤產生微生物相之不確定性變化。然而 Manachini(1999)等人於實驗室與田間試驗探討抗鱗翅目昆蟲的轉基因玉米 CRY1Ab 蛋白，發現對於土壤微生物影響並無顯著差異。

2. 昆蟲方面

害蟲產生抗性 許多昆蟲具有產生抗藥性之能力，基因轉殖作物於種植期間長期產生毒素，昆蟲長期連續的受到此毒素之淘汰，長期的選汰壓，比噴施殺蟲劑更加提高其抗性產生之機率。室內汰選試驗所得數據顯示不少昆蟲對蘇力菌的毒性會產生抗性(Bolin et al., 1999; Tabashnik, 1994)，雖然這並不代表田間結果，但是多少給我們一些可以預測田間發展之基礎。大面積且長期種植轉殖 Bt 作物，可能會重現室內試驗之結果，亦即引起昆蟲對該殖入毒蛋白產生抗性，使轉殖作物失去逃避害蟲侵害之能力，導致作物再度蒙受蟲害損失。當抗性害蟲出現時，不但原先作物之害蟲管理更困難，在轉殖作物周圍種植之一般作物，如有與該轉殖作物相同之害蟲，則其上害蟲可能由原本的一般害蟲轉為抗藥性害蟲，影響範圍可以很大。

目前對昆蟲抗性機制之研究雖多，但是關於抗性的產生原因仍非十分了解，要靠目前有限的知識徹底解決抗性問題，十分困難。隨著生物技術的進步，研究人員需要積極研究如何能夠延遲昆蟲抗性之產生，累積之相關數據與資

料，可能可以使日後轉殖基因作物之抗蟲性管理更趨有效。

次要害蟲發生 抗蟲基因轉殖作物將目標害蟲的密度壓制之後，受到同一寄主植物上昆蟲族群改變之影響，次要害蟲族群密度的變化值得重視。次要害蟲密度也許維持原先之水平，但也有上升之可能，完全視作物與害蟲各別情況而異。當次要害蟲成為主要害蟲時，其所造成作物之損害、對於週邊作物及對天敵族群之影響等，需要加以長期觀察偵測，如發生次要害蟲崛起危害之情形，則需要針對該次要害蟲發展適當之防治方法，以免作物受害。

這類屬於環境中不同昆蟲族群生態消長之變化，通常需要較長期之觀查研究，並且需於實際栽種作物之田間進行，以獲得較為確切之結論。

不利於有益昆蟲之生存 有益昆蟲經常評估的項目包括天敵昆蟲、土壤腐食性昆蟲、授粉昆蟲、保育類昆蟲等。抗蟲基因轉殖作物所含抗蟲毒蛋白或酵素等可能直接對非目標的天敵生物產生毒殺作用，間接影響天敵昆蟲搜尋寄主的能力，並對昆蟲天敵個體的生存、發育繁殖等生理及其行為產生影響。蟲基因轉殖作物對目標昆蟲的專一性天敵的影響較大，轉殖作物直接殺死目標害蟲使其獵物或是寄主昆蟲減少或消失，將間接影響天敵的生存。這種對族群動態造成衝擊的因素，包括抗蟲基因轉殖植物、目標害蟲及自然天敵等三方面的相互作用機制。根據以往相關轉殖植物對其害蟲的天敵族群動態影響的調查研究顯示，對天敵所產生的影響可能與抗蟲基因轉殖植物的表現作用互為拮抗或是加成(Budenberg, 1990; Vet and Dicke, 1992; Schuler et al, 1999 Budenberg, 1990; Thibout, et al, 1993)。

某些轉基因植物根部釋出分泌物，進入土壤中後，可能對土壤中棲息昆蟲之生存產生影響(Crecchio and Stotzky, 1998; Donegan et al, 1997)。目前有許多評估的例子是以土壤中腐食性昆蟲如跳蟲，作為評估對土壤生物影響之指標昆蟲。

一般都以蜜蜂做為測試昆蟲，基因轉殖植物除了因含昆蟲有毒物質而對授粉昆蟲產生毒性外，尚可能因花朵形態、花朵數目、花蜜含量、花蜜品質等之改變，而對授粉昆蟲有間接的不利影響。

3. 其它動物方面

包括魚類、鳥類、鼠、兔等其它小型動物，也在非目標生物田間評估之列，需視植物種類與生育特性，釋出後將會栽種之地域與當地環境生態，而決定是否需要逐一加以個別詳細評估。

III. 不含有毒或抗生物質的基轉植物對環境生態不利的影響

有許多基因轉殖植物並非以抗病蟲為目的，殖入新的基因並不會產生新的

抗生物質，這類植物大多是屬於本身所含有營養成分或是其代謝反應速率等等之生理性改變。一般而言，此類植物對環境中非目標生物產生影響之可能性較低，通常在評估環境風險時，與具有抗生物質植物分別歸屬不同之類別中，所需進行之對非目標生物風險評估項目也大為減少。

蜜蜂、花虻等授粉昆蟲多依靠視覺與嗅覺刺激而尋找蜜源植物，若是經過基因轉殖後導致花朵顏色或散發出來的氣味改變，就有可能改變授粉昆蟲之訪花行為；而植物花粉與花蜜數量與性質之改變，也可能關係著授粉昆蟲之生長與發育，因而影響授粉昆蟲族群密度發展，進而影響該植物或其它植物成功授粉與結籽之機率，這些均是需加以評估之項目。

非抗生性植物所含營養成分改變，亦可能連帶影響其上所依附生存之病原菌或植食性昆蟲之生育，此時對於其可能產生之影響，亦有加以評估之必要。

IV 基轉植物與生物多樣性之關係

基轉植物對目標與非目標生物的影響，所衍生之後果則可能會影響生物多樣性的維護，因此進行評估時亦將對生物多樣性的影響列入考慮。人類經濟發展以及科技進步，對於自然資源過度開發利用，使居於生存弱勢的物種正以比以往更快的速度滅絕，物種的減少將使整個自然生態系統受到影響，此一趨勢若不設法遏止，更將危及人類本身之生存，因此生物多樣性的研究很受重視。聯合國於 2000 年通過「卡塔赫納生物安全議定書」，更加強國際間於生技產品風險評估時對生物多樣性影響之重視。

環境中某一元素改變，即可能在生態上將衍生一連串的作用，且其間相互因子甚為複雜，對於可能造成的後果須加以審慎評估。一種抗病蟲基因轉殖植物釋出後，本地微生物與昆蟲多樣性將會受到何種程度的影響，是屬於暫時性或是永久性影響，均需投注人力與物力加以研究判斷。與傳統生態學相較，生物多樣性為新興學門，在某一區域內的物種數目、互相間作用關係等，均為研究題材，對於物種數目的估算有多種理論與估計方法，這方面的研究仍有待充分發展。室內試驗通常難以充分反映自然界中可能發生的情況，時間、季節、地理分佈等不同，均可能造成不同的結果，因此對多樣性評估尚不易達到科學性的精確估算，通常僅能做理論上的分析。

自然界中一些因素對於生物族群變動的反映，通常需要相當長久的時間才會穩定呈現，目前只能靠少許的研究，盡最大努力做理論上的分析推測，此方面亟需建立一套公認可行的制度，以評估基因轉殖植物對於生物多樣性的影響。

參考文獻

- 王清玲、林鳳琪、林俊義。2004。抗蟲基因轉殖植物之類別與其對環境中昆蟲類之影響。植物保護學會會刊 46:181-209。
- 石信德、丁孟宜、陳殿義、謝麗娟、林俊義。2004。基因轉殖普魯南醣酶水稻對病害及病原相之影響評估。植物病理學會刊 13:350-351。
- 林俊義、劉邦基、王清玲、簡宣裕、石信德、陳邦華。2004。抗輪點病毒(PRSV)基因轉殖木瓜對生態影響及環境安全之評估。中華農學會報 5:374-392。
- 國際農業生物技術探索服務公司。生物技術轉基因作物商業化的全球狀況：2004。 www.isaaa.org
- Bolin, P. C., Hutchison, W. D., and Andow, D. A. 1999. Long-term selection for resistance for *Bacillus thuringiensis* Cry1Ac endotoxin in a Minnesota population of European corn borer. J. Econ. Entomol. 92:1021-1030.
- Budenberg, W. J. 1990. Honeydew as a contact kairomone for aphid parasitoids. Entomol. Exp. Appl. 55: 139-148.
- Crecchio, C., and Stotzky, G. 1998. Insecticidal activity and biodegradation of the toxin from *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* bound to humic acids from soil. Soil Biol. Biochem. 30: 463-470.
- Donegan, K. K., Seidler, R. J., Fieland, V. J., Schaller, D. L., Palm, C. J., Ganio, L. M., Cardwell, D. M., and Steinberger, Y. 1997. Decomposition of genetically engineered tobacco under field conditions: persistence of the proteinase inhibitor I product and effects on soil microbial respiration and protozoa, nematode and microarthropod populations. J. Appl. Ecol. 34: 767-777.
- EPA. 1999. EPA and USDA position paper on insect resistance management on *Bt* crops. www.epa.gov/pesticides/biopesticides/otherdocs/bt_position_paper_618.htm.
- Gebhard P, Smalla K. 1999. Monitoring field releases of genetically modified sugar beets for persistence of transgenic plant DNA and horizontal gene transfer. FEMS Microbiology and Ecology Research. 28: 261-272.
- Gianessi, L. P., and Carpenter, J. E. 1999. Agricultural Biotechnology: Insect Benefits. National Center for Food and Agricultural Policy, Washington, DC. www.bio.org/food&ag/
- Manachini B., Agosti M. and Rigamonti I., 1999. Environmental impact of Bt-Corn on non target entomofauna: synthesis of field and laboratory studies. In: Proceedings of the XIth Symposium on Pesticide Chemistry. Cremona, Italy,

- pp. 11–15.
- Jacquet C., Delecolle B., Raccach B., Lecoq H., Dunez J. and Ravelonandro M. 1998. Use of modified plum pox virus coat protein genes developed to limit heteroencapsidation-associated risks in transgenic plants. *Journal of General Virology*. 79:1509-1517
- Schluter, K., Futterer, J. & Potrykus, I. 1995. Horizontal gene-transfer from a transgenic potato line to a bacterial pathogen (*Erwinia chrysanthemi*) occurs, if at all, at an extremely low-frequency. *Bio/Techology*. 13: 1094-1098.
- Schoelz, J. E., and Wintermantel W. M. 1993. Expansion of viral host range through complementation and recombination in transgenic plants. *Plant Cell* 5:1669-1679.
- Schuler, T. H., Poppy, G. M., Kerry, B.R., and Denholm, I. 1999. Potential side effects of insect-resistant transgenic plants on arthropod natural enemies. *Trends in Biotechnology* 17:202-216.
- Schuler, T. H., Poppy, G. M., Kerry, B.R., and Denholm, I. 1999. Potential side effects of insect-resistant transgenic plants on arthropod natural enemies. *Trends in Biotechnology* 17:202-216.
- Tabashnik, B. E. 1994. Evolution of resistance to *Bacillus thuringiensis*. *Annu. Rev. Entomol.* 39: 47-79.
- Thibout, E., Guillot, J. F., and Auger, J. 1993. Microorganisms are involved in the production of volatile kairomones affecting the host seeking behaviour of *Diadromus pulchellus*, a parasitoid of *Acrolepiopsis assectella*. *Physiol. Entomol.* 18: 176-182.
- Vet, L. E. M., and Dicke, M. 1992. Ecology of infochemical use by natural enemies in a tritrophic context. *Annu. Rev. Entomol.* 37: 141-147.
- Xia, J. Y., Cui, J. J., Ma, L. H., Dong, S. X., and Cui, X. F. 1999. The role of transgenic Bt cotton in integrated insect pest management. *Acta Gossypii Sinica* 11: 57-64.

Environmental Impact Assessment of Transgenic Plants to Target and Non-target Organisms

C. L. Wang^{1*}, H. D. Shih², F. C. Lin¹, and C. Y. Lin³

Agricultural Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan, Taiwan, ROC

Abstract

The decision of whether to release a transgenic plant from laboratory to open field is closely associated with the results of environmental impact assessment. By realizing the risks and the consequences through the process of the assessment, harm to environment can be avoided by developing approaches to prevent or manage these risks. The possible impacts from transgenic plants with or without toxic or antibiotic substances are different. The assessment should be conducted case by case. Cultivation of transgenic plants may cause the occurrence of new diseases and insect pests, the outbreak of minor diseases or insects, or may harm the beneficial organisms. This paper describes some important assessment items.

Key words: transgenic plant, target organism, non-target organism, environmental impact assessment

*Corresponding author (E-mail: clwang@wufeng.tari.gov.tw; Tel: 886-4-23302301-601; Fax: 886-4-23338162)

1.Division of Applied Zoology, Agricultural Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan, Taiwan, ROC.

2.Division of Phytopathology, Agricultural Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan, Taiwan, ROC.

3.Director-general, Agricultural Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan, Taiwan, ROC.