

基改科技的處境

■ 林基興

2014年6月，衛福部食品藥物管理署接受國內對基改食品有疑慮者的建議，決定在包含基改成分的食品上標示。但主張者的依據是什麼？

這一主張真的對民衆健康較好嗎？更根本的問題是，國人真正了解基改科技嗎？

正確了解基改

在國內，不少對基改食品有疑慮者努力推銷反基改食品的信念，基改議題因而在國內引起了頗大的共鳴。

其實這一議題值得大家冷靜思考。首先，什麼是基改食物？傳統育種可能是成千上萬基因的大混合，甚至使用了化學誘變劑與放射線，基改科技則是精確地加入某些基因（例如抗旱基因等）。諾貝爾生醫獎得主華生（James Watson）就比喻說，傳統的育種方式就像揮舞著一把大鎚，生物技術則像小心地捏著一隻鑷子；傳統與生技在基因改造的手法上有粗細之別。

再看實測結果，2002年世界衛生組織聲明：「目前在國際市場的基改食物已通過風險評估，對人體健康不大可能呈現風險；在已經核准的國家，民眾食用多年並無健康效應。」另2010年，歐盟研究與創新總署報告也顯示，歷經超過25年，多於130個研究計畫和五百餘獨立研究團隊所得到的主要結論都指向：生物技術（尤其是基改生物）本身並不比傳統育種技術更具風險。



玉米的演化（從圖左的類蜀黍到圖右的近代玉米）經歷各式傳統育種，但其中的雜交各式品種與混合未知基因，卻沒人認為來自基因改造。（圖片來源：Wikimedia Commons）

理性評估基改生物的風險，應著重於這種生物的本質與導入的環境，而非是否來自基改。

2012年，美國醫學學會也聲明支持美國國家科學院的結論，「沒有證據顯示基改技術或不相關生物間的基因移動，就會產生獨特的風險」和「基改DNA生物、未基改生物、其他方式改造的生物3類的風險都相同」。因此理性評估基改生物的風險，應著重於這種生物的本質與導入的環境，而非是否來自基改。

其實，許多個案顯示基改食物比對應的傳統食物更安全，例如基改抗蟲玉米可大量減少黃麴毒素（因蟲咬所致）的汙染。

標示的目的

既然基改食物並不比對應的傳統食物危險，為什麼要標示基改食物，卻不要求標示其對應的傳統食物？美國食品藥物管理局採取的做法是，不要求標示是否是基改產品，就像不要求標示「在培植某種糧食作物時，採用何種培育技術」一樣。另外，美國食品藥物管理局也顧慮，若要標示，就必須確實執行，這會帶給監管機構龐大的人力負擔，既然基改產品無害，何必多此一舉？也許更重要（也是更微妙）的是，標示往往會招致民眾「隱含危險」的戒心，而引發消費者對基改食物的「側目」。

儘管上市的基改食品都已經過嚴格評估和監管，但還是有人提出基改有害實驗動物的論點，其實這些論點都出自有問題的實驗結論。針對食品，要注意的是，是否受到寄生蟲與病菌的汙染，而非是否基改。宣稱「民眾有權知道食物內含」似乎大義凜然，其實基改科技來自新興的分子生物學，需要相當的背景知識以正確了解其科技運作。



玉米螟蟲咬食可能導致各式蟲與菌入侵植物，產生諸如黃麴毒素的汙染食物。（圖片來源：美國農業學家 Scott Akin）



荷蘭植物育種學家施寇頓教授認為綠色和平組織不了解基改科技（圖片來源：施寇頓）

2012 年底，荷蘭瓦格寧根大學的分子植物育種學家施寇頓（Henk Schouten）來台分享基改經驗時提到，即使他們志在挽救蘋果黑星病、馬鈴薯晚疫病等受災作物，使用了和傳統育種幾乎一樣的做法，但還是受到強烈反對。為什麼基改這般不見容於反對者呢？施寇頓說：「反對者可以宣稱『不喜歡』基改作物，但不能說基改作物『危險』，因為前者可以是根據個人主觀的好惡，後者則必須植基於客觀的科學證據。」

基改救栗樹

最近，環保生態界有件振奮人心的大事：救活美國栗樹。20 世紀初，北美東部有四分之一的硬木是栗樹，提供許多生物食物和棲地。後來，因受到「栗疫病菌」侵襲，摧殘殆盡，50 年內減少了 30 億棵。

科學家使用傳統育種和基因工程兩種方式救治，都已出現曙光。前者始自 1970 年代，使美國栗樹與中國栗樹（能抗栗疫病菌）雜交，所得子代再和美國栗樹「回交」，讓後代盡可能保有美國栗樹的特徵，如高大等，並具有全部抗栗疫病菌的基因。

但是由於回交育種不知抗菌基因為何？因此需待多世代長成大樹後才能確認，也就是傳統育種只能靠運氣，而浪費許多摸索的時間和資源。至於用基因工程的方式，20 年來分子生物學家從小麥找到，能產生破解栗疫病菌酸的酵素的救命基因，把它連同中國栗樹的基因一起嵌入美國栗樹的基因組，子代於焉戰贏了栗疫病菌。

基因工程科學家以這成果向環保署、農業部、食物藥品署（因栗子是食物）申請在野地種植，若經許可，這些栗樹會是基因改造復育的首例，而 20 年後美國栗樹



壯觀的美國栗樹（圖片來源：Wikimedia Commons）



中國栗樹又名中國板栗，具抗栗疫病菌的能力。（圖片來源：Wikimedia Commons）

將可「春回大地、綠遍天涯」。不幸地，最近美國「氛圍不佳」，因為佛蒙特州剛成為美國標示基改食品的首例，對基改有疑慮者醞釀在他州跟進，造成風潮。



紀念 1845 年大饑荒的愛爾蘭塑造雕像（圖片來源：Wikimedia Commons）

1845 年起，愛爾蘭曾因其主食的馬鈴薯遭受晚疫病侵襲而歉收，長期的大饑荒導致約百萬人死亡。雖然在 2012 年科學家就已研發成功抗病基改品種，但因受制於歐洲反基改浪潮等因素，至今仍未上市。

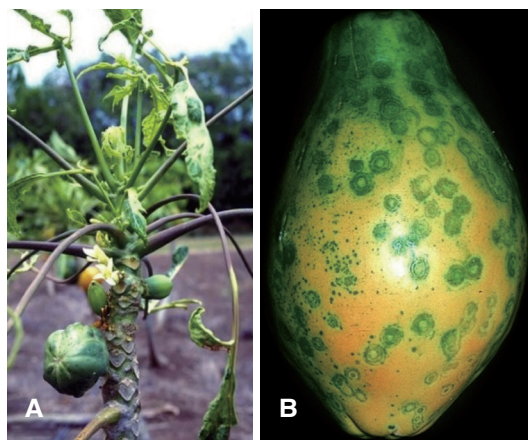
國內的努力與挫折

類似上述以基因工程救植物的例子，台灣也曾發生。果農都知道木瓜在遭受病毒害如果實疫病、白粉病、紅蜘蛛時，若及時施藥或會有效，但若感染的是病毒時，就無法以傳統化學藥劑防治，尤以木瓜輪點病毒危害更為嚴重。這病毒會經由蚜蟲傳播，感染後葉子枯黃生長停滯、開花受阻、果實品質變劣、產量遽減，無藥可治，堪稱是「木瓜的愛滋病」。

木瓜輪點病毒於 1945 年首先在夏威夷的歐胡島發現，目前幾乎已侵害世界上所有的木瓜產區。台灣於 1975 年在高雄縣的燕巢、大樹、阿蓮等高屏溪兩岸的木瓜栽培區，首先發現木瓜輪點病毒的存在。之後短短的 3 年間，就已摧毀全國各地的木瓜果園，造成非常嚴重的損失。



遭受晚疫病的馬鈴薯（圖片來源：Wikimedia Commons）



美國木瓜遭受輪點病毒攻擊後的外觀（圖片來源：Wikimedia Commons）

目前市面上販售的木瓜以台農二號兩性株為大宗，多以網室方式栽培。網室栽培技術是由農業試驗所鳳山分所發展出來的，對於阻隔蚜蟲的傳毒成效極佳，是目前可以栽培出較受消費市場喜愛的木瓜風味（台農二號），又可以不受木瓜輪點病毒為害的方式。在網室內栽培雖可阻斷蚜蟲媒介病毒，但 1 公頃成本會增加六、七十萬元，而且網

室遮蔽了一半的陽光，使得產品的甜味和風味都較露天栽培的差。另外，颱風季節時的農損也大幅墊高了果農的生產成本。

國內基改木瓜的研究始於 1988 年，由中興大學葉錫東團隊研發出可同時對抗「一般木瓜輪點病毒、超強木瓜輪點病毒、木瓜畸葉嵌紋病毒」的基改木瓜。它的原理是以遺傳工程方式，在 RNA 層次營造植物的免疫抗病毒性狀，也沒有可能導致過敏等的外源蛋白。雜交後，1996 年栽培出具雙重抗病毒的轉基因商用品種「新台農二號木瓜」，它是露天栽培，不需網室成本，因此產品木瓜陽光充足又抗病毒。

基改木瓜最早發展於美國，由康乃爾大學與夏威夷大學合作，以基因槍方式把木瓜輪點病毒輕症系統的鞘蛋白基因轉殖入木瓜。依據病原誘導抗病性理論，也就是把病毒基因體的一部分轉殖至寄主植物的染色體組內，使基改後的植株對木瓜輪點病毒產生抗性。

這基改木瓜品種避免了輪點病毒造成的慘重損失，為夏威夷番木瓜產業節省了 1 千 7 百萬美元，並於 1998 年起在美國販售，廣受歡迎。這一成就也帶來一些邊際效應，如農藥用量大幅度減少、環境因而得到改善、產量大幅度提高、生產成本同步降低等。

但夏威夷所研發的鞘蛋白基改木瓜，僅能對夏威夷的病毒株系有良好的抗性，對台灣及其他地區的病毒則不具效果。葉錫東團隊「自立更生」以救助國內木瓜為己任，不幸地，其成果卻受制於多方因素，至今仍未上市。

革命尚未成功

去年 5 月，中南美洲咖啡樹遭受葉銹病侵襲而減產，因恐減產會導致數十萬種植與工作者失業，更怕他們會改行販毒造成社會



咖啡銹病重傷咖啡的產量（圖片來自 Wikimedia Commons）

動盪，因此美國緊急召集了科學家培育抗病品種。由於科學家對抗銹病已有經驗，例如在 2009 年找出了小麥的抗銹病基因，利用基改的品種不但大量減少噴灑農藥，又提高了效益，這一經驗的傳承迅速消弭了咖啡樹葉銹病即將帶來的災害。

國人對基改食品有疑慮，主因是不了解基因，例如，反對者誤以為進口黃豆是美國基改給家畜吃的，因此宣導「校園午餐要營養、不要飼料」，其實美國黃豆不區分人或畜食用。另有人認為基改作物讓實驗倉鼠過敏、不孕，出現腫瘤及其他病變，但這些訊息全是國外的烏龍實驗結果，早已澄清。

基改志在幫助社會，但因一些誤解使得這一科技未能得酬，何其遺憾！

林基興
行政院科技會報辦公室