

基改作物問題與解答系列報告 (一)

基改作物對環境之影響

周佳霖¹、陳哲仁¹、李樹謙²、周明燕³、張惠如¹、鍾文全⁴

一、前言

全球種植基因改造(以下簡稱基改)作物已逾 20 年,依據國際農業生物技術應用服務組織(International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications, ISAAA)統計資料,2015 年全球共有 28 個國家、1,800 萬個農民種植基改作物,栽培面積超過 1.79 億公頃。英國皇家學會資料顯示,全球種植基改作物以美國(7,090 萬公頃)最多,其次為巴西(4,420 萬公頃)、阿根廷(2,450 萬公頃)、印度(1,160 萬公頃)及加拿大(1,100 萬公頃),在歐洲種植的主要基改作物為玉米,種植國家有西班牙、葡萄牙、捷克共和國、羅馬尼亞、斯洛伐克,其中,西班牙種植面積最大(10 萬公頃);非洲則主要作物為基改棉花,基改作物栽培面積較多為南非(230 萬公頃)、布吉納法索(40 萬公頃)以及蘇丹(10 萬公頃)。植物種苗科技專訊曾簡要

介紹基改是什麼、基改育種與傳統育種的差異,並針對常見的基改「迷思」釐清觀念(詳本刊於第 90 期『有關基因改造作物的二三事』),在第 93 期『我國基因改造作物安全管理現況與執行成果』一文也簡要報告我國基改作物的管理現況與執行成果,然而,基改作物及其衍生產品對人體、作物與環境的影響至今尚無法定論;基改產品亦各有其支持者與反對者,各擁立場,爭論不休,也令一般民衆無所適從;因秉持真理越辯越明的信念,確信惟有提供給充分的資訊,民衆才能有更理性的判斷與選擇,故著手整理英國皇家學會 2016 年發表之「GM plant: Questions and answers」文件,以系列報告方式與讀者分享。本文先針對該份文件中有關基改作物面臨困境與對環境影響關係面向等資料整理歸納成文,另有關食用基改作物對生物體的影響則預計於下一篇分享。

¹ 種苗改良繁殖場生物技術課 助理研究員

² 國立嘉義大學農藝學系 學生

³ 種苗改良繁殖場生物技術課 副研究員

⁴ 種苗改良繁殖場生物技術課 研究員兼課長

二、基改作物育種目標與其種植所面臨的問題

目前全球種植的基改作物主流品項包含能使作物對除草劑、昆蟲或者病毒具抗性等特性，其它如提高營養價值、增加耐旱性、改善養分的吸收等也有藉由基改技術而達到育種目的之例。例如黃金米計畫，讓稻米成為攝取維他命 A 的來源；利用基改作物減少肥料對環境的影響，也正被發展來幫助減少河川及海洋的汙染；以基改產生低植酸含量穀物作為動物飼料，動物食用後可減少糞便造成土壤以及河川的汙染，並減少水中生物的傷害，進而減少環境汙染風險；以基改方式產生可固氮、提高光合作用效率和產生不需要每年種植的多年生作物，提昇生產效率。這些基改作物正進行實驗室及田間測試評估，在受限制的區域中成長，可以避免擴散到外部環境中。

除草劑的忍受性

第一個被廣泛運用的基改特性是抗年年春(除草劑)大豆(註：並非所有抗除草劑作物品種皆以基改方式產生，有些抗除草劑作物品種可藉由非基改的方式育成)。廣泛型的除草劑效果雖佳，但通常連帶作物也會被殺死，對這類除草劑具有抗性的作物，可有效管理及控制田間雜草。此外，若直接種植在充滿雜草的農地，藉由除草劑控制雜草，不需進行中耕故可減少土壤流失。

昆蟲的忍受性

蘇力菌 (*Bacillus thuringiensis*, Bt) 是一種昆蟲病原細菌，會產生殺蟲結晶毒蛋

白，具有專一性的殺鱗翅目昆蟲效果，但不會傷害有益的昆蟲或其他動物，在有機農業上常被用來當作噴霧型殺蟲劑。目前數個 Bt 毒蛋白基因已藉由基改的方式導入很多作物，例如在美國、印度、中國、澳洲、南非超過 90% 的棉花是包含 Bt 毒蛋白基因的基改品種。據估計在過去 20 年，由於在作物中應用了 Bt 毒蛋白基因，已經減少使用 45 萬噸的殺蟲劑。

病毒的忍受性

在自然的狀況下，雜交育種受限於相同或相近物種才有可能雜交成功，由於無法取得可用的耐病毒親本材料，耐病毒性育種一直是許多作物育種的瓶頸，而基改則不受物種間親緣關係遠近的限制，可突破雜交限制的障礙。以木瓜為例，過去基因改造被用來重振夏威夷的木瓜產業，因為木瓜產業在 1990 年代幾乎都被番木瓜輪點病給摧毀，已知的木瓜品種對這個病毒沒有自然抗性，但是藉由導入病毒本身的基因片段，誘發木瓜自身免疫反應，有抗性的木瓜品系就此產生了，現今有 77% 的夏威夷木瓜農民種植基改木瓜。

然而，以基改作物搭配除草劑強化田間管理效率時，農民需要購買專用的除草劑來對應耐除草劑的作物，使得這種雜草管理方式與減少對化學藥劑的依賴性觀點相互抵觸；在一些情況下，基改作物的表現可能不如預期，例如某些抗除草劑基改大豆品種比非基改品種的產量低，當然，相同的問題也發生在傳統育種出的作物上。此外，基因改造常見的批評是它未能實現更多除草劑抗性、昆蟲抗性以及一

些對疾病容忍性的例子，這是因為隨著基因功能知識的增長，新的基改作物和其他的特性正在被研發，20年前「合適」的基改特性，不見得還適合給現在的農民使用。

三、基改作物會對環境造成危害嗎？

非基改作物和基改作物皆會與其關係相近的植物雜交，而可能導致基因流佈 (gene flow) 的現象發生，例如：基改或非基改的耐除草劑的作物與相近關係的雜草雜交，使雜草產生抗除草劑後代。為了確保基改作物的安全性，評估及判斷其對環境沒有明顯威脅後，監管機構才會批准販售及種植。

1999 年到 2006 年間，美國大規模地進行耐除草劑基改作物相關田間評估及研究，結果發現無論是否種植基改作物，若少量的農地有保留生物多樣性，對野生動物的傷害也會相對減少；研究也顯示不論在栽培基改或非基改耐除草劑作物的田間，皆會因為重複種植相同的耐除草劑作物，重複使用相同除草劑，導致雜草產生除草劑抗性；同樣地，雖然種植抗蟲基改作物可減少使用有害健康的殺蟲劑，但長期使用殺蟲劑或連作種植抗蟲基改作物，害蟲也會產生抗藥性或抵抗性。

四、除了基因改良，有甚麼其他方法能改善作物的表現？

藉由基因改造或者傳統方式改良作物的基因，只是被用來改善作物性狀特色的眾多方式中的一種，其他改善的方法如改變灌水、排水、除草劑、農藥以及肥料施用等栽培管理，並改善食品保存以及運輸

的方法也可減少浪費，並扮演好穩定供應食品的角色。

其他的發展包括以 GPS(全球定位系統) 施用肥料和農藥之精準農業；結合電腦科技實行遠端監控，有效預測及預防流行病；以機器自動化判別，選擇性殺死在作物間生長的雜草。此外，利用作物和其他植物或者在土壤中的微生物的相互作用，也提供農民作物管理的新選擇。

這些創新的技術並非互相排斥，如何搭配應用這些技術，滿足全球的需要，成為重要的課題。

五、結語

基因改造技術是「作物育種」的方法之一，目前對於基改的好、壞眾說紛云，支持者與反對者從各種角度的觀點切入支持或反對的議題。然而，在判斷支持或反對者理由時，需要釐清其觀點是否針對基改作物本身，例如種植基改作物時，不當使用大量殺蟲劑、殺草劑，這些殺蟲、殺草劑造成更大的環境汙染問題，此問題並非源自基改作物本身，而是施用殺蟲殺草劑的人，如果混為一談，只會增加議題的複雜度及失焦，就更不容易釐清議題本身了。