

## 基因改造動植物對環境的影響

過去 35 年來，全球糧食生產增加一倍，這歸功於灌溉設施、肥料及各種農藥(除蟲、除草)的使用，以及其他應用科技推廣的綜合結果。不過，糧食生產是能源轉換，目前肥料製造佔了 5% 的原油使用量；各種藥品、器材等之生產亦是耗能甚鉅。此外，儘管化學合成的除蟲劑日新月異，但害蟲仍造成約 40% 的作物損失。聯合國估計至 2050 年時，全球人口增加至 90 億，但傳統農業技術的發展，已難生產足夠的糧食供應所需，再加上耕地面積減少、各種天災、人禍所造成的水土流失，缺糧問題難以避免。增產糧食必須尋求新方法、新技術；要能提高作物產量、提高營養品質、降低損失之外，亦要考慮安全性和環保性，而後兩項是農業永續經營的充份必要條件。

生物科技及遺傳工程改造了許多作物，這些統稱為基改(GM)作物是否符合上述條件仍有許多爭議。目前(2003/04)全球約有 700 萬農民從 18 個國家在 6800 萬公頃的農地上生產 GM 作物，耕作的作物為大豆、玉米、棉花和油菜。種植 GM 作物的土地總面積約 75% 位於已開發地區，僅有 25% 在開發中地區生產。這些 GM 作物主要的特性是耐除草劑、防蟲害，而且不需要引入特殊技術即可種植，在非洲南部和印度的小農戶也能順利耕作生產。

永續生產的定義是「滿足目前的需求，但不能犧牲後代子孫滿足他們需要的能力」。在此前題下，「減少使用殺蟲劑」便是歐洲避免「禍留子孫」的主要政策之一，而近年來的各種措施的效果也確實而明顯。殺蟲劑的使用量，可因種植 GM 作物更大幅地降低。從目前全球 GM 作物的耕作數量而論，估計至少節省了 2 仟萬公斤的農藥使用量。這對生態而言，是減輕了自然的負荷，也降低了人類和野生動物的暴露劑量。從此觀點而言，目前商業生產的 GM 大豆、玉米、棉花，可視為有益環保、有利子孫的健康作物。

傳統農作使用的除蟲劑，要求毒性高而效果廣泛而持久，施用後的主要問題是其殘餘污染了水源。種植 GM 作物並不表示完全不需農藥，而只是略施少量能被土壤分解的短效、低毒的產品即已足夠。例如 GM 大豆的施藥量，僅為傳統的 30%，這不但降低了生產成本、改善水源污染，而且環保效果迅速而確實。這種改善狀況不僅在高度開發、大規模集約經營例如北美地區是如此，在南美低度開發、環境惡劣、蟲害嚴重及施肥不足的小農耕作條件下，效果不僅不差而且更為顯著。此外，低度開發地區常因農民知識較低、施用農藥不當而造成自身中毒，這種案例更隨著種植 GM 作物而急驟減少。其他的效益還包括 GM 玉米的黴菌毒素也較輕微，使得飼料或食物更安全。於是，種植 GM 作物，是普遍性地降低農藥危害而友善環境，而且無歧視性或條件性，不因經濟發展程度的高低而有差異。種植 GM 作物減少施用農藥，另有其他的間接環保效益；節省農藥噴灑時所耗的油料，可減少二氧化碳的生成，繼而減少全球溫室效應、緩和暖化效果。加拿大推廣種植 GM 菜籽後，估計每年節省了 3,100 萬公升的汽油就是例子之一。另外，種植 GM 作物幾乎不需傳統的繁重犁田工作，減少了水土內養分、肥料、農藥流失的機會，也節省了能源的投入，亦是有利環保。栽種 GM 作物的環保效益，是作物優勢和最少耕犁的加成結果。

環境也受家畜禽排泄物污染的威脅，這主要是廢水中氮、磷過高的困擾。家畜禽如果改用 GM 穀物調配的飼料餵養，則磷的利用率可從 9% 增加到 60%，減少了磷排放當然是利於水質。另外，利用高胺基酸含量的 GM 玉米和大豆調配飼料，可減少添加合成物的需要，也更容易滿足家畜禽的營養需求而不需提高總蛋白質。這些飼料因減少家畜禽的氮排放量，而減少了污染、有利於環境。另外，利用 GM 高油脂玉米調配的飼料，能增加養分濃度，提高了家畜禽對氮磷的利用率而減少排出，進而降低環境衝擊。專家估計，如果巴西的肉雞飼養皆改用高油脂玉米，則每年可減少磷排放數量達 5,000 噸。此外，高油脂或高澱粉的 GM 穀類可促進家畜禽的生長，提高養分的利用效率，也間接地貢獻環保。

如何清除土地或水源的污染物、減少禍害，是項待努力的技術問題，這點 GM 作物或其他生物，如微生物等可直接投入而效果顯著。例如在重金屬污染的土地上，種植喜好聚集重金屬的 GM 植物，則收割這些植物，等於有效集中回收這些毒物，以方便進一步地處理。目前發展的所謂生物汽油，是藉 GM 玉米生產石油成份的油脂，以便提煉成更精緻無廢氣(如二氧化碳)的燃油。另外，GM 高纖樹木可提高造紙效率、減少砍伐，也是有利環保；其他 GM 生物，如分離塑膠、石油的微生物，都是為環保而設計。

(楊天樹摘譯/蘇忠楨審 AAAP New Dimensions and Challenges for Sustainable Livestock Farming, 2004)