

基改環保豬與有機豬的迷思

農場的豬是骯髒、有臭味的動物，幾千年來被猶太人、回教徒視為禁忌。豬的糞便充滿磷，一頭成年母豬每年可排放 18 到 20kg 磷，隨著雨水流入溪流、湖泊內，使含氧量降低、水質優氧化、魚群死亡，並增加溫室氣體。在大量養豬的北歐、中國、韓國、日本及台灣等均因此面臨生態的威脅。

穀物中富含磷，多數以大分子植酸磷型態存在，而單胃動物(豬)消化道的消化酵素無法加以分解。但反芻動物(如牛、羊)四個胃的長時間消化過程，加上共生細菌的協同作用，可以分解成為小分子的磷。

野生的豬是雜食性，無論蚯蚓，昆蟲，蜥蜴，樹根及蛋都吃。但圈養的豬，則以簡單的全穀物輔以含有必需胺基酸的蛋白質飼料，這種飼料配方對豬生長有效，但腸道無法完全消化穀物中植酸磷而排出體外。

目前全世界所消費的肉 40% 為豬肉。無論在富有或貧窮國家，豬肉能供應人類更多、更便宜的蛋白質。北歐則是全世界豬／人比例 (2:1) 最高的區域，快速發展中的亞洲國家正緊追其後。在 1990 年代的十年期間，越南的養豬成倍增加，而中國大陸則成長 70%。這兩個國家，豬在沿海地區的密度每平方公里超過 100 頭，導致污染危害脆弱海岸線珊瑚礁、海草、紅樹林生態。由於這些開發中國家的持續發展，豬的數量無疑的會持續增加。

基改環保豬，為加拿大直接經由生物科技所產生，將大腸桿菌植酸酶(phytase)基因導入豬的唾液腺，並使其發揮分解植酸磷的功能。第一代基改環保豬成效驚人，不需要添加昂貴的磷鹽，就可使糞便的含磷量降低高達 75%。細微的基因調整，便能產生低污染的豬。類似基因工程的策略，未來將致力於減少家畜的污染，如牛、羊噉氣所釋出的甲烷，其佔紐西蘭全國溫室效應氣體排放量的 40%。

由於基改環保豬在唾液所產生的額外酵素，也存在於人類消化道的正常菌叢中，細菌不斷的增殖以及死亡，酵素及其基因也隨之在消化道內四散，沒發現任何問題。由此可見環保豬應該與一般非基改豬一樣，可供人類食用，即使這些酵素意外的進入豬肉，日常的烹煮也會使其不活化。

當然，證明基因改良不會使得肉對人的健康有危害，使用現代的科技如分析基因體、轉錄子、蛋白體、代謝產物，任何新進建構的基因改良動物都可詳盡的分析。但，從另一個角度來看，基因改良的品系，需進行無止境的檢測，而自然突變卻連安全測試都免了。這不是很奇怪嗎？

■環保的基因改良

由於分子生物越來越複雜，潛在有關環保的基改應用將會持續擴展。科學家已開始研究如何使豬經基改後能消化高纖維的草料，如同牛或羊，以減輕土地種植玉米及大豆時大量能源的損耗。

全世界 38% 的土地用於農業生產。基因應用最顯著的事實為：阻絕野生生態體系的進駐，使穀物生產更有效率。即使人類族群持續成長的趨勢不變，基改的成果將減少農地的使用，使之回歸森林，或其它野生形態。但是，為何許多具環保意識的人，反對基因改良的技術？答案來自有機食品的論述，其基調為「自然的產品就是好的，合成的東西是不健康的。」

■ 有機法規的義涵

在 1990 年，有機農場及環保團體說服美國國會，通過有機食品生產法案，指定美國農部(USDA)制定有機農場的認證標準，防止有意詐欺者濫用「有機」兩個字於產品上。相同的準則也施行於歐盟，以及聯合國的相關章程內。

這些規範均定義有機食品不是以食品本身的組成來區分，而是以所謂自然的方法所生產來區分。USDA 對所謂「有機」的定義為「有機產品必須不能使用合成物質來生產以及處理，並且不能含有使用合成物質的製程」。其實這對「有機」而言，是相當負面的用語。

聯合國法規委員會對「有機」則持比較正面的看法，認為「有機農業是一種整體性的生產管理技術」。歸類有機產品的物理性狀及其可能對環境、健康的影響，這些都未曾在定義中闡述。此外，定義也只含蓄地假設有機農業的環境比傳統農業對更貼近自然。

歐盟法規委員會則認為有機是「有機農業使用一系列技術，有助於永續生態體系的維持並減少污染」。若依此「有機」準則，任何有目的，且確定與基改企圖有關的產品，都不會也不可能為「有機」，因為它認定基改為一種合成的過程。若傳統農場開始飼養前述基改環保豬，可預見其結果為污染的減少。反之，有機豬農卻相對的產生更多的污染源。

許多有機的擁護者，對基因工程的抨擊是認為有機農業對生態的維持，對整體自然界都有益處。除此之外，有機論者能接受來自外太空宇宙線所導致的自發性突變，因為這是自然發生的。實務上，實驗室操作對生物去氧核糖核酸(DNA)所造成的改變細微且準確，而高能宇宙線卻可能將染色體破壞成碎片，再重新結合，所產生的基因有時是根本不會在地球上存在過的基因。

■ 低致敏的基改食物

所有目前使用的殺草劑，無論是天然或合成均可快速分解，對消費者的風險極低。然而天然產品卻可能對兒童有致命的危害，大約 5% 的兒童對有些自然食物會出現急性過敏反應，因而導致每年數千例

過敏性休克病例，數百人因而死亡。

啟動過敏的因子，實際上是少數已知可耐消化作用的小分子蛋白質，可存在於花生、大豆、堅果、雞蛋、牛奶，以及海鮮貝類等。它們在小腸的駐留，足以引發敏感的人產生過敏的免疫反應。科學家可以將轉譯成過敏蛋白質的特殊基因關閉。這種細部基因改良的作物，可與未經基因改良的作物，就農業生產、營養成份以及過敏性進行比較。美國農部(USDA)已支持科學家研發低過敏大豆，利用核糖核酸(RNA)干擾技術，可關閉造成 65%過敏反應的大豆基因。

RNA 干擾技術具有高度特異性，可直接調節單一基因作物。基因改良不只可以將大豆變為低過敏性大豆，除了過敏原消失之外，仍保有原來的生化性狀，而且植物依然正常生長。最先進的所謂基因手術法則可直接除去大豆的致過敏蛋白質，已有科學家研發出可關閉花生及蝦子導致過敏基因的品系。

或許有一天，種植傳統大豆及花生的農場會全數改種低過敏性基因改良作物品種。若這一天真的來臨，有機農業所生產無基因改良的有機大豆或花生，反而可能對人類更不健康。

■素食肉

30 年前，基因工程首次運用於簡單的細菌改造，現在此類技術不斷改進，至今不見終點，無法推測農業在遙遠的未來將轉型為何？

佐餐用的雞肉，肌肉組織有特殊的蛋白質組成及特殊的結構。未來，當生技不斷擴展，將可能產生結合動物及植物基因、如同一般作物生長的植物，生產獨特的、無法以分子組成及結構區分其與真正雞肉有何不同的；素雞肉。最後，可能會有「種植」雞肉、豬肉或牛肉的農場。低脂無骨素肉的採收，就如同從樹上摘取水果一般的容易。

基改素肉的益處既多且廣，例如不再需要牧場、沒有不人道的畜牧生產方式、沒有糞便污染。只要有陽光便可以藉由植物吸收轉化成為肉，不需要藉動物作中間產物，而降低能源、土地的使用，讓這些資源可回歸人類利用。

目前全球有 20%土地是用於畜牧，基改素肉可使得這些土地回歸自然，再長出茂密的森林。因此，生物多樣化可以再擴張，物種滅絕可以停止，而且也可以減少溫室效應氣體的產生。當然，這樣的場景純粹是生技想像，但科學也已合理的提供其可能性。可是，現今的有機擁護者仍拒絕任何基因改良的產品，即使這些產品有利於人、動物以及生物圈。

(陳啟銘譯/鄭益謙審 Proceeding New York Academics of Science, Update Magazine May/Jun. 2006)