

## 生技動物何時上餐桌

家雞的始祖 *Gallus gallus* 的全部基因核酸序列，終於在 2004 年解出，這是第一個食用動物的基因體解碼，目前牛的基因體解碼計劃也正在進行中。截至 2004 年，美國已有超過 90% 大豆以及 50% 以上的玉米產量來自基因改造作物（基改作物）。基改作物已經是日常必需食品來源的一部分，餐桌上是否預期也擺著基改動物的肉呢？

基改動物由於法規的不確定性而且缺乏經費，以致相關研究進展遲緩，但仍有少數公司以其專長進入此一領域。農業生技要進入商業運轉，需採用與生技藥物不同的策略。因為基改畜禽須依附動物生物科技，可惜在農業領域發展生技動物，不可能如生技藥物上市後能在 15-20 年間大量獲利。

基改產品可歸納為兩大類；一為傳統育種所設計的基因測試，另外為複製動物或基改動物。二者的研發策略不同，但在市場上銷售產品時，都遇到類似的問題；即使是同一品系的動物，個體間也會產生極大的差異。

對養殖戶而言，肉用動物必須能穩定預測其產品的優良品質。原則上，基因檢測可以引導育種計畫，使生產者能調控其產品。最簡單的方法，是分析個別動物父母親血緣，這對養殖產業有決定性的影響。例如超級市場的消費者知道，安格斯品系的牛肉質最好。若要判定是否為真的安格斯牛產品，可利用血液或組織檢體，檢測牛肉中佔有安格斯牛的基因比重多寡，餐桌上因此會出現經基因檢測核可的安格斯牛排。此外，也有公司致力於運用單一鹼基多形性來判定高品質肉牛的方法，甚至市面上已經出售預測豬隻及乳牛品質及族譜的基因檢測試劑。

基因檢測技術能在動物屠宰之前預測其屠體品質，對改良種畜群則有更大的衝擊。Minnesota 大學的研究人員，針對火雞篩選具有良好市場需求特性，如大胸肌及抗沙門氏桿菌的基因。利用近親交配可選育出大胸肌火雞，可是卻有行走及配種困難的缺點。高質量肌肉基因的鑑定，可以發展更健康且更具經濟價值的品系。不幸的是，改良動物品系的可食性狀，往往會陷入顧此失彼的困局，提昇了肉質，卻降低了配種能力。體細胞核移置的先進技術，或可適時提供解決的方案。

複製豬可能是第一個上市的動物產品。先經由傳統方法選出肉質最頂級的動物，並大量複製。雖然核移置比傳統育種昂貴且效率低，但可以減少純系種源的飼養數量。養豬戶一般需保留 20% 公豬供配種，以保存該品系的血源，但若是用核移置的技術，則可降至 2%。

由於複製技術之生產效率平均低於 2%，且有胚胎過大以及解剖缺陷等的併發症，所以複製動物在產業仍缺乏賣點。或許動物生產者可以忍受上述缺點，但消費大眾的觀點依然要列入考量，除了擔心動物福利外，此技術會使全世界失去主要肉用種源的基因多樣性。

測試或繁殖傳統培育的動物有其價值，不過，生物技術的優勢，在於其能進行特定生物的基因修飾，尤其是轉殖有用或去除不要的基因。例如：野生鮭

魚的生長激素一年只表現一季，而基改鮭魚則全年分泌生長激素，可明顯地促進生長。但快速生長的魚對生產者有益，卻無益於消費者，會成為批評基改的導火線，即使已清除了法規的障礙，仍須面臨大眾對基改動物的疑慮。

另一種基改動物可能比較好出售，即環保豬。由加拿大 Guelph 大學所研發，帶有由唾腺啟動子所控制的植酸酵素，可分解豬飼料中的植酸。因此，可減少磷排放達 30%，而磷的污染減少，對於高密度養豬的國家有相當的吸引力。環保豬肉經過仔細的分析，發現與一般豬肉沒有兩樣。目前等待法規許可上市，餐桌上多一道環保燻豬肉將指日可待。

(陳啟銘譯 / 楊程堯審 Nature, Biotechnology, 23(3): 283-285, 2005)