

台灣消費者對基改食品之環境與健康特性願付價格分析

鄭蕙燕*、涂鈺城**

本研究以我國兩項重要食品稻米與大豆製品豆漿進行分析，其基因轉殖所改良之性狀包括：增加營養成分、減少殺蟲劑與除草劑施用量等；其中減少農藥施用量歸類於具有環境保護的特性；增加營養成分則歸類為具有健康特性。本研究利用選擇模型分析我國消費者對基改食品之偏好，結果顯示，基因轉殖之原料會降低效用，因此對其衍生製成食品會有所疑慮與排斥；但利用基因轉殖技術改善作物之健康或環境保護性狀，以及同樣對環境保護與健康有利、回歸自然之有機種植方式，均可增加潛在的消費需求市場。其中以改善基改產品之健康性狀是所有屬性最高，並足以抵銷基因轉殖原料的負面效用，可以此為未來基因轉殖技術的主攻項目，且因具有改良健康性狀之屬性可刺激消費者之購買意願，因此基改健康食品極具潛在的消費需求市場。強化環境保護的多價轉基改作物可增加消費需求，此項結果可引伸未來推動農業生物科技政策之研發方向。同樣具有改良環境與健康性狀者，以單價較低的產品對消費者之願付價格變動率影響較大，可見透過基因轉殖技術來提升低單價產品之附加價值是可行的農業轉型生產策略。

關鍵詞：基改食品、願付價格、環境、健康、多價轉基改作物

* 國立中興大學應用經濟系教授。

** 國立中興大學應用經濟系博士研究生。本文之通訊作者。

本研究承蒙國科會專題研究計畫 NSC-90-2415-H005-002-sss 之補助。感謝審查人的寶貴意見，文中如有錯誤，概由作者負責。

農業經濟叢刊 (Taiwanese Agricultural Economic Review), 12:1 (2006), 1-21。

臺灣農村經濟學會出版

I、前言

利用基因改造生物所製成的食品，稱為基因改造食品（Genetically Modified Foods，以下簡稱 GMFs），簡稱基改食品。此類食品之原料來自於以基因重組技術改善農產品性狀之作物，過去以改善抗蟲與抗除草劑特性為主，目前亦陸續發展出提升營養特性的農產品，例如：能提供維生素 A 的黃金米（golden rice）（註 1）。科學家與農業生物科技公司歷年來陸續研發其他特性，例如：增快農作物生長速度、提高營養價值、延長保存期限、耐運送、利於加工、抗病、抗低溫等（USDA，2005）。這使得基改農產品有多樣化的趨勢；到 2004 年 7 月為止，已有十餘種作物通過安全檢測，在許多國家申請註冊，並得到栽培許可，例如延長貯架壽命的康乃馨、蕃茄、西瓜、菸草，抗除草劑的小麥、菊苣、亞麻、水稻、甜菜、向日葵，抗病毒的木瓜，抗蟲的馬鈴薯等（劉麗飛、張孟基，2004）。

利用基因重組技術改造農產品性狀，其原始目的為降低生產成本；然因改良這些特性附帶的得以在農作過程中減少農藥施用量，間接的亦達成環境保護效果（註 2）。除了降低成本與環境效果外，基改特性亦能解決特定相關問題，例如：改善人類健康、解除糧食危機與貧窮國家的飢荒問題、節省能源等。由於具有特定效果，至今許多國家在相關的規範制度下種植基改作物，2003 年有 18 個國家約 700 萬農民種植基改作物，光是單具抗除草劑特性的作物，在 2003 年就已佔全球總種植面積之 49.7%，具有抗蟲特性者則佔 18%。值得注意的是，改良單一產品多重特性的多價轉基改作物（gene stacking 或 gene pyramid）亦有增加趨勢（劉麗飛、張孟基，2004），例如：兼具抗蟲與抗除草劑的基改作物種植面積在 2003 年為全球之 8%，至 2005 年已增加為 36.6%（James，2005）。由於改良作物的多重特性更具吸引力，預計未來將有更多基改產品種類，研發改良性狀亦趨複雜，範圍更擴及醫療

或工業產品。

然在大眾肯定基改技術能改善產品性狀的同時，亦有持相反看法的消費者，其主要疑慮在於基改產品的潛在風險，例如：可能產生病毒與病菌、可能引起過敏或排斥反應、以及可能損害環境等。基改食品是否安全，贊成與反對者的看法南轅北轍，表 1 彙整了國際間消費者對基改食品的正負面看法。綜合這些觀點，約略可將消費者所關切的問題分為健康與環境兩大類，此類疑慮曾引發歐洲民眾抗拒基改食品的運動，嚴重影響基改作物的需求。

面臨基改產品日趨廣泛與複雜，且目前科學無法全面驗證基改產品是否對人體健康或環境有害，國際上對基改產品只能積極的進行管理並規範產品標示，以維護消費者選擇的權利。但上述的各項疑慮與關切仍可能影響消費者之偏好與需求，進而衝擊國內及國際市場交易，故各國均有必要深入探討。

為瞭解消費者對基改食品的接受度，過去研究多是以民意調查的方法進行統計分析。然從各國調查資料顯示，消費者對基改食品的偏好有因時因地而異的現象（註 3），因此並未有一個共通性的偏好結論，也無從得知相關的政策意涵。反觀經濟分析的研究則通常是藉由消費者願付價格（willingness to pay, 以下簡稱 WTP）來顯示其偏好程度與效用值，例如：Burton 與 Pearse (2002)的研究顯示，澳洲消費者對降低酒精濃度 20%的基改啤酒每瓶（285 ml）願意多付 0.83 澳幣；Lusk (2003)的研究發現，美國消費者對具 β 胡蘿蔔素之黃金米，每磅願多付 0.93 美元；Lusk *et al.* (2001)的研究推估得知，美國大學生願對具有延長儲藏時間之基改玉米片，每包（14 盎司）願多付 0.01 美元；Boccaletti 與 Moro (2000)的研究顯示，增加營養成分與減少農藥施用量特性之願付價格分別為產品價格的 6% 與 10%。願付價格的評估結果可顯示消費者之偏好程度與消費傾向，有助於基改作物之研發與行銷決策參考。

針對我國消費者對基改食品之需求與消費行為，近年來有少數的研究進行經濟調查與分析。江福松與呂麗蓉（2002）分析我國消費者對基改食品之認知與接受程度；傅祖壇（2003）之研究顯示，有 62.5%的消費者表示願意

購買營養成份較高的基改食品；傅祖壇、莊謹琦與陳政位（2004）分析我國消費者對餵食基改大豆之鮭魚偏好與風險願付價值。然這些研究並未針對我國消費者對基改食品在環境與健康兩大議題下之願付價格進行分析，亦缺乏對多價轉基改產品的分析。因此本研究以具有此兩項特性之基改稻米與豆漿產品為例，進行相關分析。

表 1 各國民眾對基改產品之正負面觀點

影響對象	正面觀點	負面觀點（潛在風險）
生產者	<ul style="list-style-type: none"> • 節約能源、節省人力原料成本。 • 殖入的基因容易掌控與管理。 • 提供新的工業原料。 • 生產特殊產品、發展新用途。 	<ul style="list-style-type: none"> • 消費者有疑慮而拒買，將使產品市場流失。
消費者	<ul style="list-style-type: none"> • 解決糧食危機。 • 增加食品之營養成份與含量。 	<ul style="list-style-type: none"> • 對人體及牲畜可能的影響仍有待評估。 • 可能產生新病毒。 • 抵抗抗生素病菌的產生。 • 可能產生過敏反應或排斥現象。
環境	<ul style="list-style-type: none"> • 減少農藥使用。 • 減少地下水污染。 • 提供新防治方法。 • 減少整地與土壤沖蝕。 • 易於實施綜合防治。 • 抗旱作物可節省水資源。 	<ul style="list-style-type: none"> • 原有生態系失衡。 • 殘留作物影響土壤。 • 基因的移轉。 • 生物多樣性喪失。 • 對植物、昆蟲、鳥類、土壤生物造成傷害。 • 害蟲產生抗藥性。 • 抗除草劑基改作物，使農民增加除草劑用量，破壞環境。

資料來源：整理自 Uzogara (2000)、葉錫東(2000)、蕭鳳岐(2000)、黃萬傳(2000)、蘇遠志(2001)、Wansink & Kim (2001)、黃三光與曾經洲(2002)。

II、分析方法

本研究利用選擇模型（choice modeling）進行分析。在隨機效用理論（random utility theory）下，假設追求效益最大的消費者 i 對產品 j 之效用函數為：

$$U_{ij} = V(X_{jk}, Z_{im}) + e_{ij} = V_{ij} + e_{ij} \quad (1)$$

其中 U_{ij} 為消費者 i 消費產品 j 所獲得之效用， X_{jk} 為產品 j 之屬性（如價格、基改特性； $k=1, \dots, K$ ）， Z_{im} 為消費者 i 的社經變數（ $m=1, \dots, M$ ）， V_{ij} 為間接效用函數， e_{ij} 為隨機殘差項。

傳統的選擇模型僅考慮產品屬性的主要效果（main effect）（Louviere、Hensher & Swait，2000），但若有屬性間交互效果影響，則無法利用主要效果提出合理解釋，導致產生錯誤的係數估計。過去分析基改特性之文獻並未考量交互效果，例如：Burton 與 Pearse (2002) 針對基改啤酒，同時分析降低生產成本與減少酒精濃度 20% 兩種基改特性，模型特性僅考慮主要效果之影響，並未進一步分析屬性間交互效果。因此本研究進一步考量產品屬性間及社經變數與產品屬性間之交互效果（interaction effects），將效用函數設定為：

$$U_i = \sum_{k=1}^K \alpha_k X_{jk} + \sum_{k=1}^K \sum_{m=1}^M \beta_{km} X_{jk} Z_{im} + \sum_{k=1}^K \sum_{l=k+1}^K \gamma_{kl} X_{jk} X_{jl} + e_{ij} \quad (2)$$

其中 α_k 、 β_{km} 、與 γ_{kl} 為參數。由(2)式效用極大化之一階條件，可得產品任何兩個屬性 p 與 s 間之邊際替代率（marginal rate of substitution, MRS）：

$$MRS_{sp} = - \frac{\partial V_{ij} / dX_{js}}{\partial V_{ij} / dX_{jp}} = - \frac{\alpha_s + \sum_{m=1}^M \beta_{sm} Z_{im} + \sum_{l \neq s}^K \gamma_{sl} X_{jl}}{\alpha_p + \sum_{m=1}^M \beta_{pm} Z_{im} + \sum_{l \neq p}^K \gamma_{pl} X_{jl}} \quad (3)$$

若屬性 p 為產品價格，第(3)式可計算出消費者對屬性 s 的願付價格。

在屬性類似的 J 種產品下，消費者 i 選擇第 j 種產品的機率為：

$$P(e_{i1} - e_{ij} \leq V_{ij} - V_{i1}, \dots, e_{iJ} - e_{ij} \leq V_{ij} - V_{iJ}) \quad (4)$$

其中 $j=1, \dots, J$ 。在隨機殘差項具相互獨立且有相同的型 I 極端分配 (type I extreme value distribution or a Gumbel distribution) 下，形成離散的選擇模型 (discrete choice model) (Hausman & McFadden, 1984; Rolfe, Bennett & Louviere, 1999)。假設 e_i 為 logit 分配，則選擇 j 產品的機率密度函數為：

$$P(U_{ij} > U_{ih}, \forall j \neq h, h \in J) = \frac{e^{V_{ij}}}{\sum_{j=1}^J e^{V_{ij}}} \quad (5)$$

第(5)式為 conditional logit 模型 (Greene, 2000)。若有 T 個消費者，利用最大概似估計法 (maximum likelihood)，可得對數概似函數為：

$$\ln L = \sum_{i=1}^T \sum_{j=1}^J d_{ij} \ln \left(\frac{e^{V_{ij}}}{\sum_{j=1}^J e^{V_{ij}}} \right) \quad (6)$$

其中 d_{ij} 為消費者 i 選擇第 j 產品的虛擬變數。

III、產品特性組合

本研究以我國民眾兩項重要食品稻米與大豆製品豆漿進行分析，其產品屬性分類包括：價格、作物種原技術、營養成分、種植方式、殺蟲劑及除草劑施用量。其中營養成分屬性歸類於改良產品之健康性狀，殺蟲劑與除草劑屬性歸類於改良產品之環境性狀。屬性之設定原因與水準說明如下：

豆漿之原料作物大豆多半具有抗蟲或抗除草劑特性，可減少農藥施用

量，此屬性水準假設為減少一半或全部。黃金米含有轉殖西洋水仙花、豌豆、細菌及濾過性病毒的基因，可產生胡蘿蔔素，而傳統稻米則無此項特性。另外，由於有機種植常強調採用非經基改的傳統農作物，因此產品屬性納入有機與準有機傳統種植方式（註 4），以區分減少農藥施用量係因有機或轉殖特性。產品價格係依據本研究於問卷設計前預先調查台中市的超市、量販店，及傳統市場之售價，稻米與豆漿均採用三種水準的價格，此項資料是在 2002 年 6 月份取得。本研究將減少農藥施用量之轉殖特性與種植方式視為環境屬性，增加產品胡蘿蔔素之轉殖特性視為健康屬性。表 2 列示本研究所選取的產品屬性與水準。

表 2 產品屬性與水準

產品	原料作物種原	屬 性 及 水 準				價 格
		健康屬性	環 境 屬 性			
		營養成分	種植方式	殺蟲劑施用量	除草劑施用量	
稻米	基 改 非基改	有胡蘿蔔素	非有機		不變	290 元/包
		無胡蘿蔔素	準有機		減少 50%	240 元/包
			有機		不施用	190 元/包
豆漿	基 改 非基改		非有機	不變	不變	20 元/盒
			準有機	減少 50%	減少 50%	15 元/盒
			有機	不施用	不施用	10 元/盒

資料來源：本研究。

註：空格表示該產品未包含該項屬性。

由上述之各屬性與水準，可形成 108 (2×2×3×3×3) 種稻米與 162 (2×3×3×3×3) 種豆漿。在刪除不合理之產品後（註 5），挑選出 51 種稻米與 99 種豆漿。為再縮減產品之可能組合，傳統之正交設計無法分析產品屬性間的交互效果，故進一步利用極小化 D-error 準則 (Zwerina、Huber & Kuhfeld, 1996)，以 SAS 軟體設計稻米與豆漿各 50 組產品組合，每種產品

組合各有三種屬性相同但水準相異的產品，並加入「都不想購買」之選項（註 6）。接著以隨機抽取不放回方式，每次抽取稻米與豆漿各兩組產品組合，形成 25 種問卷。

為檢測產品屬性之相關性，本研究利用變異數膨脹因素法（Variance Inflation Factor，以下簡稱 VIF）進行評估（註 7），結果顯示所有產品屬性之 VIF 值皆未超過 10（以稻米為例，最大 VIF 值的產品屬性為有機種植， $VIF=1.77$ ；其次為胡蘿蔔素， $VIF=1.61$ ）。其次，所有產品屬性之相關係數皆未超過高度相關的判斷標準 0.7（註 8）。以稻米屬性為例，基改與胡蘿蔔素的相關係數為 0.58，有機種植與除草劑施用量的相關係數為 0.51，均未超過 0.7。由檢測結果得知，t 值皆具顯著水準，且正負符號符合預期，結果均顯示產品屬性沒有線性重合現象。

IV、問卷調查及統計資料

問卷內容主要分成三部分。第一部分以基改玉米為例，以圖示配合文字說明方式，使受訪者瞭解基改食品的定義，及基改對環境與健康可能產生的疑慮。接著詢問受訪者增加購買意願之基改特性，及其對不同基改特性產品之購買意願。第二部分請受訪者就稻米與豆漿之產品特性進行選擇。在選擇產品的問項中，受訪者需在瞭解產品屬性說明後，分別在稻米與豆漿各兩組產品組合中，進行四次挑選最喜歡的產品選項。第三部份詢問受訪者個人之社經資料。

本研究於 2002 年 7 月至 8 月間進行問卷調查，共發出 1,000 份問卷。樣本抽樣方法是依內政部各縣市戶口比例配置。決定各縣市分配的樣本數後，訪問人員以便利抽樣（convenience sampling）方式進行調查，調查對象以受訪家庭中食物主要採買者進行調查。共獲得有效問卷 803 份，問卷回收率為 80.3%。

由於問卷調查對象為家庭中食物主要採買者，因此受訪者以女性的比例

較高 (74.6%)。受訪者之年齡平均為 36 歲，已婚者居多 (58.1%)，教育程度在大專以上者約佔 62%，家庭平均月所得為 89,207 元 (附表 1)，換算每戶平均年所得為 1,070,479 元，微高於主計處 2002 年統計資料之全國每戶家庭平均年所得 1,064,153 元 (註 9)。另根據內政部 2003 年台閩地區 15 歲以上人口之統計，教育程度在大專以上者約佔 25.1%，已婚者約佔 55.39%，顯示樣本的教育程度偏高，但婚姻狀況比例則與全國統計資料相近。

統計調查資料顯示，可增加購買意願之基改特性，最高者為減少農藥使用量 (73.9%)，其次是預防癌症 (71.4%) (表 3)。受訪者對產品之購買意願，以富含胡蘿蔔素的稻米購買意願最高 (83.8%)，抗蟲的豆漿次之 (71.2%) (表 4)，顯示具有特殊營養成分與減少農藥施用量的基改食品，皆會增加購買意願。換言之，具有對人體健康與環境有正面影響之基改食品，具有潛在增加的市場需求。

表 3 我國消費者對基改特性之購買意願

基改特性類別	基 改 特 性	增加購買意願之比例(%)
環境	減少農藥施用量	73.9
	預防癌症	71.4
健康	營養增加	56.0
	預防老化	45.4
	熱量降低	42.2

資料來源：本研究。

表 4 我國消費者對基改食品之購買意願

基改特性類別	基 改 食 品	願意購買之比例(%)
環境	抗除草劑的 (大豆) 豆漿	67.8
	抗蟲的 (大豆) 豆漿	71.2
	抗除草劑的稻米	70.2
健康	富含胡蘿蔔素的稻米	83.8

資料來源：本研究。

V、實證結果與討論

5.1 實證結果分析

本研究利用最大概似法及 Newton-Raphson 反覆法，推估第(6)式概似函數之參數估計值，使用之計量軟體為 LIMDEP 7.0 (Greene, 1992)，變數定義如表 5。從選擇模型推估結果顯示，除產品主要屬性外，產品屬性間以及社經變數與產品屬性間之交互效果，表 6 僅列出具顯著水準之變數。模型的配適度以概似比 (likelihood ratio) 卡方值進行檢定，結果概似比大於臨界值，顯示配適度良好。

表 5 變數定義與量測方式

符號	變數定義	定 義 與 量 測 方 式
PRI	產品價格	稻米以每包 4.5 公斤計價，豆漿以每盒 500cc 計價。
GM	原料作物 種原	原料是否來自基改作物。GM=1 為「基改作物」；GM=0 為「非基改作物」。
CAR	胡蘿蔔素	是否含有胡蘿蔔素。CAR=1 為「是」；CAR=0 為「否」。
ORG1	準有機種植	是否為準有機種植。ORG1=1 為「準有機種植」；ORG1=0 為「非準有機種植」。
ORG2	有機種植	是否為有機種植。ORG2=1 為「有機種植」；ORG2=0 為「非有機種植」。
HER	除草劑減量	除草劑施用量減少的百分比。HER=0 為「施用量不變」；HER=50 為「減少 50%」；HER=100 為「不施用」。
PES	殺蟲劑減量	殺蟲劑施用量減少的百分比。PES=0 為「施用量不變」；PES=50 為「減少 50%」；PES=100 為「不施用」。
EDU	教育程度	受訪者的學歷。EDU=1 為「在專科以上」；EDU=0 為「其他學歷」。

資料來源：本研究。

表 6 產品效用函數推估值

變數名稱	稻 米	豆 漿
GM	-0.6871(-5.28)***	-0.4707(-3.80)***
CAR	1.1068(11.82)***	
ORG1	0.3415(4.70)***	0.5298(7.43)***
ORG2	0.6041(5.05)***	0.5821(3.65)***
PES		0.0055(3.53)***
HER	0.0067(4.50)***	0.0039(2.01)**
PRI	-0.0055(-6.49)***	-0.0274(-3.12)***
GM*HER		-0.0035(-2.06)**
HER*PES		0.0001(2.39)**
EDU*GM	-0.2430(-1.71)*	
EDU*HER	0.0034(1.90)*	
概似比	393.2344***	410.2070***
預測率	0.5439	0.5481
觀察值	1458	1456

資料來源：本研究。

註 1：括號內之數值表示 t 值。

註 2：*，**，***分別表示於 10%，5%，1%判定水準下顯著。

5.1.1 主要屬性對效用之影響

表 6 推估結果顯示 GM 屬性係數為負，表示基因轉殖之原料會降低效用，因此消費者可能會排斥基改食品。產品價格（PRI）屬性係數為負，表示產品價格愈低效用愈高，當價格以外的屬性水準相等時，低價產品較受青睞。胡蘿蔔素（CAR）、除草劑減量（HER），與殺蟲劑減量（PES）等基改特性的係數皆為正值，顯示受訪者對改善作物之健康或環境保護的特性，均會增加購買意願。準有機（ORG1）與有機種植方式（ORG2）係數為正，顯示受訪者偏向傳統之種植方式。

5.1.2 產品屬性之交互效果

研究結果發現，僅豆漿在殺蟲劑與除草劑交叉項具顯著水準，且係數為正，表示減少殺蟲劑（除草劑）施用量時，可增加消費者對除草劑（殺蟲劑）減量的邊際效用。此結果顯示，強化環境保護的多價轉基改作物可明顯增加產品的邊際效用。

5.1.3 社經變數與產品屬性之交互效果

大部分的社經變數與屬性間無顯著之交互效果，僅有教育程度會影響消費者對產品屬性的偏好。這項結果符合 Baker 與 Burnham (2001)研究發現，亦即社經變數與食品安全議題並無一致相關性；Fu、Liu 與 Hammitt (1999)針對台灣已婚婦女進行農藥殘留的願付價格調查，亦同樣發現社會人口變數與願付價格間無顯著關係。本研究進一步發現，唯一有影響的屬性是教育程度。在稻米產品中，教育程度與基改屬性的交叉項為負，表示教育程度愈高者，愈排斥基改產品；教育程度與減少除草劑施用量的交叉項為正，表示教育程度愈高者，對於減少除草劑施用量有較高的效用。

5.2 願付價格的估計值

將參數估計值代入第(3)式，求得產品屬性之願付價格（表 7）。為比較產品差異性，本研究以願付價格佔產品價格之百分比進行比較。產品價格以價格屬性的中間水準（如表 2，稻米 4.5 公斤每包 240 元，豆漿 500 公克每盒 15 元）為基準，較接近調查時之市價。

5.2.1 基改屬性的願付價格

消費者對基改稻米願付價差為-137.10 元；基改豆漿願付價差為-23.62 元（除草劑施用量不變時）與-30.04 元（完全不施用除草劑時），負值之願付

價格顯示台灣消費者對基改食品有所疑慮與排斥。此結果符合其他各國之研究，例如：Lusk (2003)同樣以選擇模型評估美國、法國、英國與德國以基改飼料飼養牛肉與傳統牛肉的價差，結果顯示消費者為避免食用基改飼料飼養的牛肉，願付價差為每磅 7.29~9.94 美金。Burton 與 Pearse (2002)以基改啤酒為例，評估澳洲消費者為避免飲用基改啤酒的願付價差為 0.40~0.72 澳幣。

表 7 產品屬性之願付價格估計值

產品屬性	稻 米		豆 漿	
	願付價格 (元)	願付價格佔產 品價格百分比 (%)	願付價格 (元)	願付價格佔產 品價格百分比 (%)
基改作物種原	-137.10	-57.12	-23.62~-30.04	-157.47~-200.25
有胡蘿蔔素	202.83	84.51		
準有機種植	62.58	26.08	19.36	129.09
有機種植	110.71	46.13	21.27	141.83
殺蟲劑施用量 減少 1%			0.20~0.40	1.35~2.68
除草劑施用量 減少 1%	1.39	0.58	0.01~0.14	0.09~0.95

資料來源：本研究。

5.2.2 種植方式的願付價格

準有機與有機種植之願付價格在稻米分別為 62.58 元與 110.71 元，在豆漿分別為 19.36 元與 21.27 元。其中有機種植的願付價格均高於準有機種植的願付價格，顯示愈回歸自然之種植方式，愈受消費者喜愛。

5.2.3 減少殺蟲劑與除草劑施用量的願付價格

稻米產品減少除草劑施用量 1%的願付價格為 1.39 元，豆漿產品之殺蟲

劑施用量減少 1%的願付價格，在除草劑施用量不變時為 0.2 元，在完全不施用除草劑時為 0.4 元。在殺蟲劑施用量不變下，使用基改與非基改技術，除草劑施用量減少 1%的願付價格分別為 0.01 元與 0.14 元。此項結果顯示生物技術進行改良作物屬性以達環境保護，亦可增加潛在的消費需求市場。

我們進一步計算足以抵銷基因轉殖種原作物負效用所需減少之農藥施用量，結果為基改稻米需減少 99%的除草劑施用量，以達到非基改稻米之效用水準；基改豆漿光是單獨減少除草劑施用量無法達此效果，而殺蟲劑最少需減少約 85%的施用量，才能達到非基改豆漿之效用水準（表 8）。

表 8 基改作物達到非基改作物效用所需減少之農藥施用量

單位：%

產品屬性	食 品	
	稻 米	豆 漿
殺蟲劑施用量		84.9 ¹
除草劑施用量	99.0	>100 ²

資料來源：本研究。

註 1：除草劑施用量不變情況下，基改豆漿達到非基改豆漿效用所需減少的殺蟲劑施用量，以表 6 中的 GM 與 PES 效用值帶入第(3)式。

註 2：殺蟲劑施用量不變。

5.2.4 胡蘿蔔素的願付價格

消費者對富含胡蘿蔔素的稻米，願付價格為 202.83 元，是所有屬性最高者，並足以抵銷基改屬性的負面影響。顯示生物技術進行改良或強化健康屬性的作物，極具潛在的消費需求市場。進一步將基改與胡蘿蔔素屬性的願付價格相加，可計算出消費者對具胡蘿蔔素的基改稻米的願付價格為 65.73 元，價格比例上升 27.39%。這個結果顯示消費者對基因轉殖的作物雖有所排斥，但若改變作物的健康特性，仍可提高消費者對食品的效用，及增加購

買意願。

相對於減少農藥施用量的願付價格，我國消費者偏好於增加營養價值的胡蘿蔔素基改稻米。此項結果在國外研究中也有類似的發現；Lusk (2003)研究結果發現美國消費者對每包（1 磅）黃金米，願多付 0.93 美元的價差，提升 32.86%。Burton 與 Pearse (2002)發現部分消費者對減少酒精濃度的啤酒 (285ml)願多付 0.83 澳幣，提升 27.67%。而 Lusk *et al.* (2001)評估延長儲藏時間的基改玉米片的願付價格，則無顯著的願付價格（僅提高 0.33%）。相較於延長儲藏時間的基改特性，消費者對人體健康有益的基改特性接受度較高。

5.2.5 產品之願付價格差異

比較消費者在不同產品屬性之願付價格，基改的屬性分別降低了豆漿與稻米價格 157%~200%與 57%；準有機與有機種植屬性可提高豆漿價格 129%與 142%，提高稻米價格 26%與 46%；環境保護之屬性上，除草劑施用量減少 1%，可提高稻米價格 0.6%及豆漿價格 0.1%~1%；殺蟲劑施用量減少 1%可提高豆漿價格 1.4%~2.7%。豆漿的產品屬性所改變之價格比例皆超過稻米，此項屬性包括：基改、準有機及有機種植方式。此結果之原因可能是作物類別及其單價差異所造成；相對於單價較高的產品（稻米每包 240 元），消費者較易受到低單價產品屬性影響。健康與環境屬性在單價較低的產品上，影響消費者選擇行為較大，意涵著低單價產品之生產者可獲致較大的願付價格差異。

VI、結論與建議

本文利用選擇模型分析我國消費者對稻米與豆漿兩種基改食品之偏好與願付價格。產品屬性包括健康與環境兩大類：營養成分、種植方式、殺蟲劑及除草劑施用量。從研究結果發現，基因轉殖之原料會降低效用，因此對其

衍生製成食品會有所疑慮與排斥，此結果符合其他各國之研究；但利用基因轉殖技術改善作物之健康或環境保護性狀，以及同樣對環境保護與健康有利、回歸自然之有機種植方式，均會增加購買意願，可增加潛在的消費需求市場。其中以改善基改產品之健康性狀是所有屬性最高，並足以抵銷基因轉殖原料的負面效用，故若以此為未來基因轉殖技術的主攻項目，即使消費者對基因轉殖原料本身有所疑慮，具有改良健康性狀之屬性仍可刺激消費者之購買意願，由此可推論基改健康食品極具潛在的消費需求市場。另外，同時具有可減少殺蟲劑與除草劑的雙重基改性狀將可增加產品之邊際效用，可見強化環境保護的多價轉基改作物可增加消費需求，此項結果可引伸未來推動農業生物科技政策之研發方向。最後，由本研究發現，同樣具有改良環境與健康性狀者，以單價較低的產品對消費者之願付價格變動率影響較大，此項結果意涵生產低單價產品將可獲致較大的價格差異，換言之，透過基因轉殖技術來提升低單價產品之附加價值是可行的農業轉型生產策略，可加強農產品對環境與健康之貢獻。

附 註

1. 黃金米 (golden rice) 是在稻米中加入西洋水仙花、豌豆、細菌及濾過性病毒的基因，使稻米產生 β 胡蘿蔔素，提供人體所需的維他命 A。
2. 加入 Bt 抗蟲系列的基改作物，可防治蟲害，減少殺蟲劑施用量 (葉錫東，2000)。Huang *et al.* (2005) 進行抗蟲基改稻米的田間種植試驗，結果顯示抗蟲基改稻米可減少 80% 的農藥施用量。栽種抗除草劑的基改大豆可減少除草劑施用量，除草劑費用約只佔非基改大豆的 70% (Duffy & Ernst, 1999)。
3. 例如：經濟學人 (The Economist, 2000) 與蓋洛普公司的調查結果，美國 57% 與德國 95% 的民眾較不願意購買基改食品。Greenberg 於 1998 年對英國的調查，有 51% 的民眾不能接受基改食品。2000 年與 2002 年蓋洛普公司調查我國民眾對基改食品的接受度，約有四成的民眾表示，可能會特別選購非基改食品，六成的民眾表示會擔心基改食品對人體健康的安全性。
4. 本研究進行問卷調查時，準有機驗證標章仍於市面上流通。但至 2003 年 9 月 15

日行政院農委會已發布實施「有機農產品管理作業要點」，同時公告準有機驗證標章廢止不再適用。

5. 不合理之產品包括：非基改稻米卻含有胡蘿蔔素；或以有機種植方式，農藥施用量不變或僅減少 50% 等。
6. Boyle *et al.* (2001) 指出，在聯合分析法的問卷中，若未包括「都不想購買」或「維持現狀」的選項，則所有選項都不想選擇的受訪者，其概似估計函數隱含有非零價值，導致高估 Hicksian 剩餘，造成估計上的偏誤。
7. 自變數具高度相關時，可能造成係數估計之偏誤 (Hair *et al.*, 1998)。線性重合常用的評估指標為 VIF (Variance Inflation Factor)，當 VIF 超過 10 時，表示該變數與其他變數間存有共線性。
8. 當相關係數超過 0.8，結果可能嚴重偏誤 (Hair *et al.*, 1998)。
9. Gordon、Chapman 與 Blamey (2001) 指出問卷若非採取分層隨機抽樣 (stratified sampling)，問卷有效樣本可能產生所得偏高情形。

參考文獻

- 內政部，2003。統計資訊服務網。取自 <http://www.moi.gov.tw/W3/stat/home.asp>。
- 主計處，2002。行政院主計處中部辦公室全球資訊網。取自 <http://www129.tpg.gov.tw/mbas/index.htm>。
- 行政院農業委員會，2003。「有機農產品管理作業要點」，『有機農業法規手冊』。台北：行政院農委會。
- 江福松、呂麗蓉，2002。「消費者對基因改造食品之認知與接受程度分析」，『調查研究』。11 期，139-148。
- 傅祖壇，2003。「消費者對基因改造食品的認知接受程度問卷調查」，行政院農委會委託計畫報告。九二農科-1.5.5-合-I1。中央研究院經濟所。
- 傅祖壇、莊謹琦、陳政位，2004。「消費者對餵食基改大豆之鮭魚偏好與風險願付價值」，『調查研究』。15 期，61-86。
- 黃三光、曾經洲，2002。「基因改造作物的優點與潛藏危機」，『藥毒所專題報導』。63 期，1-11。
- 黃萬傳，2000。「基因轉殖農產品議題之探源」，『雜糧與畜產』。323 期，7-23。
- 葉錫東，2000。「基因工程作物在植物保護之應用」，『科學發展月刊』。28 卷，4 期，

257-266。

劉麗飛、張孟基，2004。「GM作物的現況與前景」，『基因改造議題-從紛爭到展望』。台北：行政院農委會動植物防疫檢疫局。

蕭鳳岐，2000。「基因重組食品走進千家萬戶」，『食品資訊』。176期，29-35。

蘇遠志，2001。「基因改造食品」，『科學發展月刊』。29卷，8期，579-585。

Baker, G. A. and T. A. Burnham, 2001. "Consumer Response to Genetically Modified Foods: Market Segment Analysis and Implications for Producers and Policy Makers," *Journal of Agricultural and Resource Economics*. 26: 387-403.

Boccaletti, S. and D. Moro, 2000. "Consumer Willingness-to-Pay for GM Food Products in Italy," *AgBioForum*. 3: 259-267.

Boyle, K. J., T. P. Holmes, M. F. Teisl, and B. Roe, 2001. "A Comparison of Conjoint Analysis Response Formats," *American Journal of Agricultural Economics*. 83: 441-454.

Burton, M. and D. Pearse, 2002. "Consumer Attitudes Towards Genetic Modification, Functional Foods, and Microorganisms: A Choice Modeling Experiment for Beer," *AgBioForum*. 5: 51-58.

Duffy, M. and M. Ernst, 1999. "Does planting GMO seed boost farmers' profits?" *Leopold Letter*. 11: 1-5.

Fu, T. T., J. T. Liu, and J. K. Hammitt, 1999. "Consumer Willingness to Pay for Low-Pesticide Fresh Produce in Taiwan," *Journal of Agricultural Economics*. 50: 220-233.

Gordon, J., R. Chapman, and R. Blamey, 2001. "Assessing the Options for the Canberra Water Supply: an Application of Choice Modeling," In *The Choice Modelling Approach to Environmental Valuation*. Edited by J. Bennett and R. Blamey, Cheltenham: Edward Elgar, 73-92.

Greene, W. H., ed., 1992. *LIMDEP Version 7.0*, New York: Econometric Software Inc.

Greene, W. H., ed., 2000. *Econometric Analysis*, 4th ed. Prentice Hall: New Jersey.

Hair, J. F., R. E. Anderson, R. L. Tatham, and W. C. Black, ed., 1998. *Multivariate Data Analysis*, 5th ed. Prentice-Hall: Upper Saddle River. 0-13-930587-4.

Hausman, J. and D. Mcfadden, 1984. "Specification Tests for the Multinomial Logit Model," *Econometrica*. 52: 1219-1240.

- Huang, J., R. Hu, S. Rozelle, and C. Pray, 2005. "Insect-Resistant GM Rice in Farmers' Fields: Assessing Productivity and Health Effects in China," *Science*. 308: 668-690.
- James, C. 2005. "Executive Summary of Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2005," ISAAA Briefs No. 34. ISAAA: Ithaca, NY.
- Louviere, J. J., D. A. Hensher, and J. D. Swait, 2000. *Stated choice methods: Analysis and Applications*. Cambridge University Press.
- Lusk, J. L., 2003. "Effects of Cheap Talk on Consumer Willingness-to-pay for Golden Rice," *American Journal of Agricultural Economics*. 85: 840-856.
- Lusk, J. L., M. Moore, L. House, and B. Morrow, 2001. "Influence of Brand Name, Store Loyalty, and Type of Modification on Consumer Acceptance of Genetically Engineered Corn Chips," *International Food and Agribusiness Management Review*. 373-383.
- Rolfe, J., J. Bennett, and J. J. Louviere, 1999. "What Information do the Error Terms Hide in Choice Modeling Environmental Valuation Studies?" Paper presented at the 43rd AARES Conference. Christchurch, New Zealand, Jan, 20-22.
- The Economist, 2000. "Economist GM Poll - 57 percent of US citizens less likely to buy GM foods," 取自 http://www.biotech-info.net/GM_poll.html。
- United States Department of Agriculture, 2005. "All Petition Applications," 取自 <http://www.aphis.usda.gov/brs/status/petday.html>。
- Uzogara, S. G., 2000. "The Impact of Genetic Modification of Human Foods in the 21st century: A Review," *Biotechnology Advances*. 18: 179-206.
- Wansink, B. and J. Kim, 2001. "The Marketing Battle Over Genetically Modified Foods: Consumer Acceptance of Biotechnology," *American Behavioral Scientist*. 44: 1405-1417.
- Zwerina, K., J. Huber, and W. F. Kuhfeld, 1996. "A General Method for Constructing Efficient choice Designs," 取自 http://www.sas.com/service/techsup/tnote/tnote_stat.html。

附表 1 樣本特性

變數	頻率(人)	百分比(%)	平均數(標準差)	
年 齡	20歲以下	21	2.6	
	21~30歲	310	38.9	
	31~40歲	222	27.9	
	41~50歲	143	17.9	平均 35.96 歲 (標準差 11.25)
	51~60歲	88	11.1	
	61~70歲	8	1.0	
	71歲以上	5	0.6	
性 別	男	204	25.4	
	女	599	74.6	
教育程度	國小以下(含)	46	5.8	
	國中(初中)	75	9.4	
	高中、高職	183	22.9	
	專科	185	23.2	
	學院、大學	235	29.4	
	研究所以上(含)	75	9.4	
家庭收入			平均 89,206.61 元/月 (標準差 48,933.26)	
婚姻狀況	未婚	305	38.1	
	已婚	465	58.1	
	離婚	17	2.1	
	喪偶	9	1.1	
	同居	4	0.5	
	其他	1	0.1	

資料來源：本研究。

Taiwanese Willingness to Pay for Genetically Modified Foods with Attributes on Environment and Health

Huei-Yann Joann Jeng* and Yu-Cheng Tu**

Many foods consumed today contain ingredients derived from gene modification technology. Potential risks of harmful effects on environment and health had considerable discussion around the world, especially in Europe. We use Choice Modeling to elicit Taiwanese preference for attributes on environment and health of rice and soybean products. The attributes these foods include GM technology, prices, nutrition, cropping management, lower application of herbicide and pesticide. Among these, lowering application of herbicide and pesticide and adding nutrition are identified as characteristics on environment and health, respectively, of GM foods. Results indicate GM attributes of adding vitamin A and lowering agri-chemicals significantly affect Taiwanese preference. Estimate of WTP on health attribute dominates the overall benefits, justifying the strong market potentials of GM health products. Estimate on interaction effect between herbicide and pesticide implies the research and development prospective on gene stacking of GM food. Finally, application of GM technology on low-price products has more value - added potential than on others.

Keywords: genetically modified foods, willingness to pay, environment, health, gene stacking

* Professor, Department of Applied Economics, National Chung Hsing University.

** PhD. Student, Department of Applied Economics, National Chung Hsing University.

We are thankful to the National Science Council for granting research funds. (NSC-90-2415-H005-002-sss)