

台灣農業生技產業規劃分析與發展策略

孫智麗*、鄒麓生**、張燕妮***、林衛理****

摘要

本文為農業生物技術國家型科技計畫委託台灣經濟研究院執行計畫成果，本計畫嘗試結合層級分析法(AHP)與模糊理論之模糊多目標決策模型(FMCDM)，藉由專家會議凝聚產官學研意見形成共識，將規劃委員質化評鑑結果轉換成量化指標，以決定適合我國發展且具國際競爭力之農業生技潛力產品方向，作為研發資源配置與策略規劃之參考。以下是本研究計畫之主要結果：

- 一、本研究貢獻在於經由農業生技國家型科技型計畫邀集農業生技各領域之專家學者與業界代表，共同提出囊括農林漁牧等動植物領域；橫跨產品、服務與上下游體系整合之產業項目以供評選。兼顧專家們之主觀判定，並客觀衡量每一產業在綜合所有評量準則後之整體績效，可觀察比較每一產業發展程度與進行深入之產業分析。
- 二、專家委員們一致認為具國際競爭力之目標產業，其首要條件是「產業化能力」構面下的『行銷通路能力』與『研發創新能力』、其次是「政策法規」構面下之『相關法規/認證完備性』與『我國產業政策支持度』。
- 三、本研究提供各目標產業在不同評量準則下之表現分析，可協助掌握產業化發展之策略。其中專家對於眾多目標產業在法規環境方面的建構表示有待加強，此亦為我國農業生技產業化發展之重要關鍵。產業環境建構與技術創新對於產業發展同樣重要，國家型計畫在目標產業的選擇上應優先考量產業環境較成熟的項目，並應協調主管部會強化法規環境建構以加速推動研發成果產業化。

關鍵詞：農業生物技術、策略規劃、層級分析法、模糊多目標決策模型

* 台灣經濟研究院副研究員兼生物科技產業研究中心主任

** 國家實驗研究院科技政策與資訊中心資深顧問、農業生物技術國家型科技計畫第三期規劃委員會召集人

*** 國立交通大學科技管理研究所博士班學生，曾任台灣經濟研究院生物科技產業研究中心兼任助理研究員

**** 中國化學製藥股份有限公司開發處協理、輔仁大學金融研究所兼任助理教授

The Strategic Planning of National Science and Technology Program for Agricultural Biotechnology

Julie C. L. Sun*, Samson Tsou**, Yenni Chang***, Willie Lin****

Abstract

This paper is mainly the result of the research project of Taiwan Institute of Economic Research (TIER), which was entrusted by National Science and Technology Program for Agricultural Biotechnology (NSTAB) in 2004. Based on Analytic Hierarchy Process (AHP), and Fuzzy Multiple Criteria Decision Making (FMCDM) model, it is aimed to find the most competitiveness items and thus to decide the priority of development of agricultural biotechnology for Taiwan. The result is used for research resources allocation and for strategic planning under NSTAB.

Keyword: Agricultural Biotechnology, Strategic Planning, Analytic Hierarchy Process (AHP), Fuzzy Multiple Criteria Decision Making (FMCDM)

* Associate Research Fellow, Taiwan Institute of Economic Research

** Senior Advisor, Science & Technology Policy Research and Information Center, National Applied Research Laboratories

*** PhD Student, Institute of Management of Technology, National Chiao Tung University

**** Associate Vice President, Development Department, China Chemical & Pharmaceutical Company

壹、 前言

台灣過去以農業起家，歷經二、三十年已邁向工業化、資訊化時代，但在近年生物科技掀起另一波主流產業影響下，我國政府體認到台灣不應忽略已有農業利基結合新興生物科技帶來之經濟成長潛力與重要性，所以國科會、農委會、中央研究院等單位共同推動跨部會之「農業生物技術國家型科技計畫」，目的在於整合我國農業生物技術產業相關研發資源，並加強本土性、具產業成長潛力之資源與技術發展，以提昇我國農業生技產品之國際競爭力。

然而國家在推動農業生技時，可發展之目標產業相當多且龐雜，在資金、人力等資源有限情況下，如何客觀公正有效選出具國際競爭力之目標產業為重點發展項目是一重要課題。農業生技產業之產品與技術標的包括動植物，領域範疇含括農林漁牧業，產業核心競爭力來自產業價值鏈中研發、製造、量產、銷售等過程中諸多關鍵因子，實務上難以單一準則來評量所有目標產業之潛力。為求客觀考量專家意見，並保有各專家意見之主觀獨特性，我們必須使用合宜之科學方法來評選。

因此，農業生物技術國家型科技計畫委託台灣經濟研究院，進行研究方法設計與召開專家會議，凝聚產官學研意見形成共識，以決定適合我國發展且具國際競爭力之農業生技潛力產品方向，作為研發資源配置與策略規劃之參考。

貳、 計畫背景與規劃構想

國科會為加強生物技術之基礎與應用研究，期將研發成果有效移轉民間，落實於產業界，於 1997 年聯合農委會、中央研究院等單位共同規劃推動跨部會之「農業生物技術國家型科技計畫」，其主要任務在選定並推動執行具有本土利基性，創新性、國際競爭力、短期內就有發展潛力的農業生技研發主題，並整合國內上、中、下游研發資源，將研發技術或產品落實於產業上，厚植我國農業生技產業發展基礎，建立我國成為亞太地區農業生技產業之研發與營運中心。「農業生物技術國家型科技計畫」於 2004 年底已完成兩期三年計畫的執行與多段考評，並將功能性基因體研究納入，提出第三期規劃內容，於今(2005)年開始進行，以建立本文所提到的目標產業為計畫徵求之重點。

「農業生物技術國家型科技計畫」在第三期的規劃構想上，是將「生物技術」定位為分子生物科學的應用，藉生物科技之應用以生產農用資材及提升農產品價值之技術。而就研發的產業化而言，主要涉及研發成果之商品化、技術之規範化、產品之規格化。在此一概念架構下，國家型計畫之構成條件，就必須要有長期明確目標，具創新技術，並對產業發展或國家社會福祉有重大貢獻的計畫。其次，是具跨部會署及跨領域之特性，需政府引導投入並予長期支持者。再者，具國際性、前瞻性，其影響與衝擊既深且廣，並需上、中、下游及產、官、學、研資源之良好分工與整合的計畫。

「農業生物技術國家型科技計畫」的整體構思，需兼顧農業基本特性（少量多樣化），與當代生物科技創新知識的基礎研發源頭。第三期所涵蓋的領域範圍，從前兩期原來的七大領域，聚焦為目前的三大研發重點領域（組別）：「生物技術在植物產業之創新研發」、「生物技術在畜牧及水產養殖業之創新研發」、「分子生物產業應用及技術平台之建立」。

以這三大研發重點領域為基礎，在第三期規劃階段，從過去兩期農業生物科

技策略研發的大量計畫項目中，凝聚萃取出深具潛力的利基項目（目標產業）。經過多次學者專家的科學方法審慎評估，這些目標產業，預計將在農業發展和農業升級的基礎策略研發上，形成有系統且具衍生加值效應的國家農業生技研發資源。這些利基項目（目標產業）之分類計有：花卉、保鮮、有機化、中草藥、優質種苗、台灣鯛、海鱺、農業廢棄物、豬 / 雞、生物製劑、轉基因、檢測系統、生物反應器、GMO。

從這些利基項目（目標產業）的規劃，預期將研發成果帶動幾個方向的发展。首先是「知識及技術之整合型商品化產業」：附加價值高的產業，如蘭花、草蝦（蝦苗、試劑、經營境外生產）、有機農業、廢棄物處理、豬雞。其次是「瓶頸技術之突破」：針對產業基礎穩固者推動，例如採收後處理技術、海鱺、台灣鯛。再者是「知識加值包裝」：針對傳統產業進行，如烏龍茶（形成促成潛在消費概念的市場效應）。最後是「生技應用」：如 GMO 產業、基因體研發、生物反應器等。

參、 建立評選潛力目標產業之模型

台灣經濟研究院以模糊多目標決策方法(fuzzy multiple criteria decision making, FMCDM)建立評選農業生技潛力目標產業之模型，並於 2004 年九月於台灣經濟研究院召開「農業生物技術國家型科技計畫第三期規劃委員會」，邀請專家學者與業界代表共同評選目標產業。

一、模糊多目標決策模型(FMCDM)

模糊多準則決策模型，源自 Bellman 與 Zadeh 於 1970 年提出之構想，經多次修正後，結合了專家名義團體法、準則權重求取之層級分析法 (analytic hierarchy process, AHP)、模糊理論(fuzzy theory)、及方案評選排序之多準則決策法(multiple criteria decision making, MCDM)而成。農業生技潛力產業領域項目繁多，在評估其潛力差異時，牽涉到技術、產業環境、法規制度等複雜層面，各項考量準則多，專家認知差異也大，傳統的分析方法顯然無法解決此類決策議題。因此，本研究引入 FMCDM 模型調查農業生技專家對潛力目標產業之意見，為一嚴謹且客觀的系統分析方法。

模糊多準則決策模型之基本構成要素為替代方案(alternatives)，評量準則(criteria)，各方案執行結果績效值(utility)與決策者之偏好資訊。針對評選我國農業生技潛力目標產業時，必須明確定義研究目標、評量構面、評量準則與可評選之替代方案(即目標產業/利基項目)。建立架構後，兩兩相比求出各評量準則權重後，對各目標產業進行評分，將評分乘以各準則權重，綜合所有準則下之績效值，即為該目標產業之整體表現，並進行產業得分排序。

二、研究架構與流程

專家學者透過多次嚴密討論，最後決定以「產業環境」、「產業化能力」、「政策法規」與「衍生價值」作為四大評量構面(第一階層)，並衍生十六項評量準則(第二階層)。可評選之目標產業則由規劃委員共同研擬適宜台灣發展之 16 項產業領域，且細分成 20 項目標產業(第三階層)。研究架構圖詳見圖 1，各評量構面與準則說明如下：

(一) 產業環境

「產業環境」結合了波特的五力分析理論、上下游價值鏈、及市場供需等經濟學考量之因素，評量準則包括(1)全球市場規模、(2)市場成熟度/接受度、(3)市場競爭程度、(4)上游原物料供應與(5)國內專業人才供給。

(二) 產業化能力

「產業化能力」是針對該項產業的核心價值（可能是旗艦產品/關鍵性技術或平台或是整合性的體系）作分析，從研發、製造、量產到行銷，均納入考量，且加入成本的概念。評量準則包括(1)我國研發創新能力、(2)我國量產能力、(3)我國生產成本競爭力、(4)我國行銷通路能力。

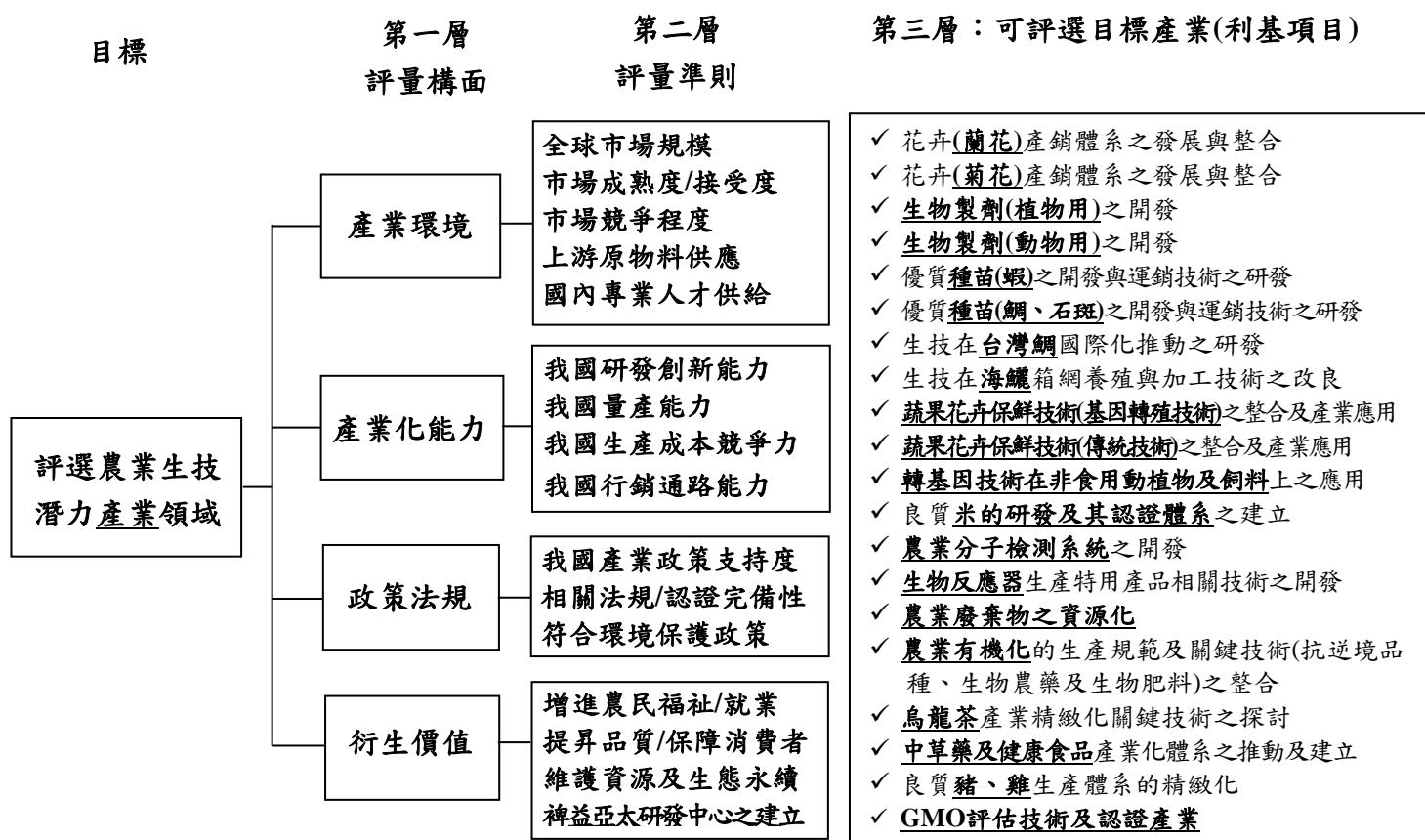
(三) 政策法規

「政策法規」探討輔助該項產業成長之影響因素，包括政策是否支持？法規是否完備？有無違背環保原則？評量準則包括(1)我國產業政策支持度、(2)相關法規/認證完備性、(3)符合環境保護政策。

(四) 衍生價值

「衍生價值」主要從產業帶來之社會效益作評估，包括有沒有照顧農民福祉增加就業？提供的產品有沒有更安全？對於台灣成為亞太農業生技之研發中心有無貢獻等等。評量準則包括(1)增進農民福祉/就業、(2)提升品質/保障消費者、(3)維護資源及生態永續、(4)裨益亞太研發中心之建立。

圖 1. 評選農業生技潛力目標產業之 AHP 架構圖



資料來源：台灣經濟研究院（2004 年），「農業生物技術國家型科技計畫第三期規劃報告」。

肆、 台灣農業生技發展重點項目之規劃分析

經由前述建構之評量目標、評量構面、評量準則與可評選之目標產業（即替代方案）後，台灣經濟研究院設計問卷請規劃委員們（共有 28 位委員回卷）作答，並以「專家熟悉度問卷」結果（平均熟悉度達 76.96%）確保委員們對目標產業之專業評鑑能力。

一、評量構面與準則權重分析

根據專家問卷調查計算結果發現(表 1)，28 位規劃委員們認為潛力產業的首要因素為「行銷通路能力」(10.82%)，其次為「研發創新能力」(10.25%)，第三為「相關法規/認證之完備性」(9.94%)，第四為「產業政策之支持度」(8.28%)。顯示委員相當看重『產業化能力』(31.65%)與『政策法規』(25.46%)兩大構面。

表 1 評選農業生技目標產業之評量準則權重結果

評量構面	評量準則	權重百分比	排名
產業環境		21.54% (3)	
	全球市場規模	3.75%	(16)
	市場成熟度/接受度	4.16%	(15)
	市場競爭程度	4.24%	(14)
	上游原物料供應	4.67%	(12)
國內專業人才供給	5.08%	(9)	
產業化能力		31.65% (1)	
	我國研發創新能力	10.25%	(2)
	我國量產能力	4.28%	(13)
	我國生產成本競爭力	6.80%	(5)
我國行銷通路能力	10.82%	(1)	
政策法規		25.46% (2)	
	我國產業政策支持度	8.28%	(4)
	相關法規/認證完備性	9.94%	(3)
符合環境保護政策	6.08%	(6)	
衍生價值		21.35% (4)	
	增進農民福祉/就業	4.84%	(10)
	提昇品質/保障消費者	6.05%	(7)
	維護資源及生態永續	5.96%	(8)
裨益亞太研發中心之建立	4.82%	(11)	

資料來源：台灣經濟研究院（2004 年），「農業生物技術國家型科技計畫第三期規劃報告」。

二、潛力目標產業得分排序分析

經由「評量準則權重」與「績效值」相成，並累計所有委員評分後，產業排名如表 2。前五名依序為蘭花產銷體系之發展與整合(73.61)、生技在臺灣鯛國際化推動之研發(69.66)、優質種苗(蝦)之開發與運銷技術之研發(68.95)、中草藥及健康食品產業化體系之推動與建立(68.67)、菊花產銷體系之發展與整合(67.26)五項。前十名內，動物領域產業(排名 2,3,6,7,8)與植物領域產業(排名 1,4,5,9,10)各占 50%，顯示專家們對產業屬性選擇相當均衡。

表 2 農業生技潛力目標產業得分排序

排名	潛力產業	分數	排名	潛力產業	分數
1	蘭花	73.61	11	烏龍茶	65.52
2	台灣鯛	69.66	12	農業有機化	64.12
3	種苗(蝦)	68.95	13	製劑(動物)	62.84
4	中草藥	68.67	14	製劑(植物)	62.18
5	菊花	67.26	15	農業分子檢測	61.71
6	海鱺	66.91	16	廢棄物資源化	60.92
7	種苗(鯛、石斑)	66.46	17	蔬花保鮮(基因轉殖)	58.54
8	良質豬、雞	65.82	18	GMO	57.66
9	蔬花保鮮(傳統)	65.64	19	生物反應器	57.55
10	良質米	65.59	20	轉基因技術	56.25

註：表格內採用產業簡稱，如「蘭花產銷體系之發展與整合」以「蘭花」簡稱。

資料來源：台灣經濟研究院（2004年），「農業生物技術國家型科技計畫第三期規劃報告」。

三、各目標產業表現佳與表現差之準則分析

根據規劃委員給予目標產業對應於每一準則下之評分，我們分成「表現佳」與「表現差」二類，並列出各產業表現佳之前三名準則與表現差之倒數三名準則（表 3 與表 4）。結果顯示，各目標產業表現佳之前三名準則以「衍生價值」類最多，第二名為「產業環境」類，「產業化能力」類與「政策法規」類排名相近位居第三。但在表現差之第一名準則，則有 19 項產業均選『法規認證』，表示委員們一致認為我國農業生技發展需特別加強法規認證之完備規劃！

表 3 各產業於評選中表現「佳」之前三名準則

表現佳項目	第一準則	分數	第二準則	分數	第三準則	分數
蘭花產銷體系	市場規模	7.407	市場成熟	7.037	研發能力	7.037
菊花產銷體系	市場成熟	4.815	亞太中心	4.815	原料供應	4.630
生物製劑(植物)	維護資源	4.615	環境保護	4.423	提升品質	4.423
生物製劑(動物)	市場規模	4.800	提升品質	4.200	產業政策	4.000
種苗(蝦)	亞太中心	6.458	市場規模	6.250	提升品質	6.042
種苗(鯛、石斑)	亞太中心	5.652	提升品質	5.435	原料供應	4.783
台灣鯛國際化	產業政策	5.625	量產能力	5.417	農民福祉	5.208
海鱺箱網養殖	市場規模	5.208	亞太中心	5.208	提升品質	5.000
蔬果花卉保鮮(基因轉殖)	量產能力	5.800	亞太中心	4.800	農民福祉	4.200
蔬果花卉保鮮(傳統)	農民福祉	5.385	提升品質	4.808	市場規模	4.231
轉基因技術於飼料	亞太中心	3.846	研發能力	3.269	市場規模	3.077
良質米	提升品質	6.000	農民福祉	5.200	研發能力	4.600
農業分子檢測系統	亞太中心	4.423	市場規模	4.231	提升品質	4.231
生物反應器	亞太中心	5.000	市場規模	4.038	提升品質	3.462
農業廢棄物資源化	環境保護	5.370	維護資源	5.370	提升品質	3.519
農業有機化	維護資源	5.769	提升品質	5.000	環境保護	4.615
烏龍茶產業精緻化	提升品質	5.870	產業政策	5.652	亞太中心	5.217
中草藥及健康食品	市場規模	6,731	亞太中心	6.154	市場成熟	5.962
良質豬、雞生產體系	提升品質	5.833	亞太中心	5.417	農民福祉	4.792
GMO 評估技術認證	亞太中心	5.370	提升品質	5.185	市場規模	3.333

資料來源：台灣經濟研究院（2004 年），「農業生物技術國家型科技計畫第三期規劃報告」。

表 4 各產業於評選中表現「差」之倒數前三名準則

表現差項目	倒數 第一準則	分數	倒數 第二準則	分數	倒數 第三準則	分數
蘭花產銷體系	法規認證	1.111	生產成本	0.370	產業政策	0.370
菊花產銷體系	法規認證	1.296	產業政策	0.556	環境保護	0.556
生物製劑(植物)	法規認證	2.692	市場競爭	1.154	行銷通路	0.962
生物製劑(動物)	法規認證	2.200	量產能力	1.000	行銷通路	1.000
種苗(蝦)	法規認證	1.458	原料供應	0.625	環境保護	0.625
種苗(鯛、石斑)	法規認證	1.522	環境保護	0.652	維護資源	0.652
台灣鯛國際化	法規認證	1.458	生產成本	0.625	環境保護	0.625
海鱺箱網養殖	法規認證	1.667	維護資源	0.833	環境保護	0.625
蔬果花卉保鮮(基因轉殖)	法規認證	3.600	行銷通路	1.600	產業政策	1.400
蔬果花卉保鮮(傳統)	法規認證	1.538	市場競爭	0.962	生產成本	0.769
轉基因技術於飼料	法規認證	4.808	行銷通路	2.500	市場成熟	1.538
良質米	法規認證	1.600	生產成本	1.200	市場規模	1.000
農業分子檢測系統	法規認證	2.692	市場成熟	1.154	生產成本	1.154
生物反應器	法規認證	3.462	市場競爭	2.115	市場成熟	1.923
農業廢棄物資源化	行銷通路	2.407	法規認證	1.852	市場規模	1.667
農業有機化	法規認證	1.731	行銷通路	0.962	市場競爭	0.577
烏龍茶產業精緻化	法規認證	2.174	環境保護	1.087	維護資源	1.087
中草藥及健康食品	法規認證	1.731	生產成本	0.769	原料供應	0.577
良質豬、雞生產體系	法規認證	1.458	生產成本	1.042	環境保護	1.042
GMO 評估技術認證	法規認證	4.630	市場競爭	1.852	市場成熟	1.852

資料來源：台灣經濟研究院（2004年），「農業生物技術國家型科技計畫第三期規劃報告」。

四、各評量準則下之目標產業排名

將規劃委員給予每一產業對應於各準則之評分，選取表現佳之得分，計算各目標產業排名如表 5。我們發現「蘭花」、「中草藥/健康食品」、「優質種苗」、「海

鱈箱網養殖」、「台灣鯛」及「蔬果花卉保鮮技術」等產業在各準則的表現排名較佳，可提供決策者從另一角度思考發展重點項目，並配合先前 FMCDM 模型綜合評選之結果作策略規劃分析。

表 5 各準則下之產業排名

排名	全球市場規模	市場成熟度/接受度	市場競爭程度	上游原物料供應
1	蘭花	蘭花	中草藥/健康食品	蘭花
2	中草藥/健康食品	種苗(蝦)	蘭花	台灣鯛
3	種苗(蝦)	中草藥/健康食品	台灣鯛	種苗(鯛/石斑)
4	海鱺	菊花	種苗(鯛/石斑)	菊花
5	生物製劑(動物)	海鱺	種苗(蝦)	中草藥/健康食品
6	種苗(鯛/石斑)	台灣鯛	海鱺	海鱺
7	蔬花保鮮(傳統)*	蔬花保鮮(傳統)	蔬花保鮮(傳統)	烏龍茶
8	農業分子檢測*	種苗(鯛/石斑)	蔬花保鮮(基轉)	生物製劑(動物)
9	生物反應器	良質豬、雞	農業有機化	種苗(蝦)
10	蔬花保鮮(基轉)	生物製劑(植物)	烏龍茶	蔬花保鮮(傳統)
11	生物製劑(植物)	良質米	良質米	良質豬、雞
12	台灣鯛**	生物製劑(動物)	良質豬、雞	生物製劑(植物)
13	良質豬、雞**	農業分子檢測	轉基因技術	良質米
14	GMO	農業有機化	農業分子檢測*	廢棄物資源化
15	農業有機化	蔬花保鮮(基轉)	生物反應器*	農業分子檢測
16	菊花	烏龍茶	生物製劑(動物)	轉基因技術*
17	轉基因技術	生物反應器	菊花	農業有機化*
18	良質米	GMO	生物製劑(植物)	蔬花保鮮(基轉)
19	烏龍茶	廢棄物資源化	GMO	生物反應器
20	廢棄物資源化	轉基因技術	廢棄物資源化	GMO

說明：*，**，及***表示相鄰產業於該評量準則下有相同得分。

資料來源：台灣經濟研究院（2004年），「農業生物技術國家型科技計畫第三期規劃報告」。

表 5 各準則下之產業排名 (續)

排名	國內專業人才供給	我國研發創新能力	我國量產能力	我國生產成本競爭力
1	蘭花	蘭花	蘭花	蘭花
2	中草藥/健康食品	種苗(蝦)	蔬花保鮮(基轉)	台灣鯛
3	種苗(蝦)	菊花	台灣鯛	海鱺
4	海鱺	中草藥/健康食品	菊花	中草藥/健康食品
5	菊花	良質米	種苗(蝦)	種苗(蝦)
6	良質豬、雞*	台灣鯛*	中草藥/健康食品	菊花
7	台灣鯛*	海鱺*	海鱺	種苗(鯛/石斑)
8	良質米	種苗(鯛/石斑)	種苗(鯛/石斑)	烏龍茶
9	種苗(鯛/石斑)	農業分子檢測	良質豬、雞	生物反應器
10	農業分子檢測	良質豬、雞	烏龍茶	生物製劑(動物)
11	烏龍茶	烏龍茶	良質米	生物製劑(植物)
12	蔬花保鮮(傳統)**	蔬花保鮮(基轉)	生物製劑(動物)	農業分子檢測
13	轉基因技術**	轉基因技術	生物反應器*	良質豬、雞
14	蔬花保鮮(基轉)	蔬花保鮮(傳統)	農業有機化*	轉基因技術*
15	廢棄物資源化	生物製劑(動物)	生物製劑(植物)**	農業有機化*
16	生物反應器	生物製劑(植物)	農業分子檢測**	蔬花保鮮(基轉)**
17	生物製劑(動物)	生物反應器	蔬花保鮮(傳統)***	良質米**
18	農業有機化	農業有機化	轉基因技術***	GMO
19	生物製劑(植物)	廢棄物資源化	廢棄物資源化	蔬花保鮮(傳統)
20	GMO	GMO	GMO	廢棄物資源化

說明：*，**，及***表示相鄰產業於該評量準則下有相同得分。

資料來源：台灣經濟研究院（2004年），「農業生物技術國家型科技計畫第三期規劃報告」。

表 5 各準則下之產業排名 (續)

排名	我國行銷通路能力	我國產業政策支持度	相關法規/認證完備性	符合環境保護政策
1	蘭花	蘭花	烏龍茶	廢棄物資源化
2	種苗(蝦)*	中草藥/健康食品	蔬花保鮮(傳統)	蘭花
3	台灣鯛*	烏龍茶	種苗(蝦)*	農業有機化
4	烏龍茶	台灣鯛	良質豬、雞*	生物製劑(植物)
5	中草藥/健康食品	菊花	中草藥/健康食品	生物製劑(動物)
6	良質豬、雞	良質米	菊花	種苗(蝦)
7	海鱺	海鱺*	蘭花	菊花
8	種苗(鯛/石斑)	種苗(蝦)*	良質米	農業分子檢測*
9	菊花	良質豬、雞	台灣鯛**	中草藥/健康食品*
10	良質米	種苗(鯛/石斑)	海鱺**	海鱺
11	蔬花保鮮(傳統)	生物製劑(動物)	生物製劑(動物)	良質米
12	轉基因技術	農業有機化	廢棄物資源化	蔬花保鮮(傳統)
13	生物製劑(動物)	廢棄物資源化**	蔬花保鮮(基轉)	台灣鯛
14	生物反應器	GMO**	生物製劑(植物)	GMO
15	蔬花保鮮(基轉)	生物製劑(植物)	種苗(鯛/石斑)	種苗(鯛/石斑)**
16	農業分子檢測**	農業分子檢測	農業有機化	烏龍茶**
17	農業有機化**	蔬花保鮮(基轉)	轉基因技術***	生物反應器
18	生物製劑(植物)	蔬花保鮮(傳統)	農業分子檢測***	蔬花保鮮(基轉)
19	廢棄物資源化***	生物反應器	GMO	良質豬、雞
20	GMO***	轉基因技術	生物反應器	轉基因技術

說明：*, **,及***表示相鄰產業於該評量準則下有相同得分。

資料來源：台灣經濟研究院（2004年），「農業生物技術國家型科技計畫第三期規劃報告」。

表 5 各準則下之產業排名 (續)

排名	增進農民福祉/就業	提升品質/保障消費者	維護資源及生態永續	裨益亞太研發中心建立
1	蔬花保鮮(傳統)	種苗(蝦)	農業有機化	蘭花
2	蘭花	良質米	廢棄物資源化	種苗(蝦)
3	台灣鯛	中草藥/健康食品	生物製劑(植物)	中草藥/健康食品
4	良質米	烏龍茶良	生物製劑(動物)	種苗(鯛/石斑)
5	種苗(蝦)	質豬、雞	蘭花	良質豬、雞
6	海鱷*	種苗(鯛/石斑)	農業分子檢測	GMO
7	良質豬、雞*	台灣鯛	GMO	烏龍茶
8	種苗(鯛/石斑)	GMO	良質米	海鱷*
9	菊花	蘭花*	菊花	台灣鯛*
10	中草藥/健康食品	海鱷*	蔬花保鮮(傳統)*	生物反應器
11	烏龍茶	農業有機化*	中草藥/健康食品*	菊花
12	蔬花保鮮(基轉)	蔬花保鮮(傳統)	種苗(鯛/石斑)	蔬花保鮮(基轉)
13	農業有機化	生物製劑(植物)	種苗(蝦)**	農業分子檢測
14	廢棄物資源化	農業分子檢測	台灣鯛**	蔬花保鮮(傳統)
15	轉基因技術	生物製劑(動物)	生物反應器	生物製劑(植物)**
16	生物製劑(動物)	蔬花保鮮(基轉)	海鱷***	轉基因技術**
17	生物製劑(植物)	菊花	良質豬、雞***	農業有機化**
18	農業分子檢測	廢棄物資源化	蔬花保鮮(基轉)	生物製劑(動物)
19	生物反應器	生物反應器	烏龍茶	廢棄物資源化
20	GMO	轉基因技術	轉基因技術	良質米

說明：*，**，及***表示相鄰產業於該評量準則下有相同得分。

資料來源：台灣經濟研究院（2004年），「農業生物技術國家型科技計畫第三期規劃報告」。

伍、研究發現

台灣經濟研究院運用結合 AHP 與模糊理論之模糊多準則決策(FMCDM)模型確實幫助專家將質化評鑑結果轉換成量化指標，並可進行準則與產業間交叉比對。歸納本次分析結論如下：

- 一、本研究貢獻在於經由農業生技國家型科技型計畫邀集農業生技各領域之專家學者與業界代表，共同提出囊括農林漁牧等動植物領域；橫跨產品、服務與上下游體系整合之產業項目以供評選。兼顧專家們之主觀判定，並客觀衡量每一產業在綜合所有評量準則後之整體績效，可觀察比較每一產業發展程度與進行深入之產業分析。
- 二、專家委員們一致認為具國際競爭力之目標產業，其首要條件是「產業化能力」構面下的『行銷通路能力』與『研發創新能力』、其次是「政策法規」構面下之『相關法規/認證完備性』與『我國產業政策支持度』。
- 三、本研究提供各目標產業在不同評量準則下之表現分析，可協助掌握產業化發展之策略。其中專家對於眾多目標產業在法規環境方面的建構表示有待加強，此亦為我國農業生技產業化發展之重要關鍵。產業環境建構與技術創新對於產業發展同樣重要，國家型計畫在目標產業的選擇上應優先考量產業環境較成熟的項目，並應協調主管部會強化法規環境建構以加速推動研發成果產業化。

陸、生物技術與台灣農業科技研發策略

1950~1960年代台灣產業發展是以農業、勞力密集、進口替代的輕工業為主。在1960~1975年期間，正值台灣農業產業科技發展的最高顛峰，當時農作物品種改良、人工魚蝦養殖、畜牧改良等技術不斷創新與突破，不僅為台灣日後經濟快速發展奠下根基，也對東南亞各國農業發展貢獻良多。此時，台灣農業急速發展之際，工業也逐漸由勞動密集產業，轉化為出口導向。在1975~1980年期間，我

國石化、鋼鐵、機械等重工業開始發展，這時台灣產業由勞力密集調整為資本密集產業，農業對台灣經濟發展的影響逐漸式微。1980年起政府致力於推動產業升級，建立高科技產業。歷經政府、民間企業20年合作努力，創造台灣奇蹟，使得電子、通訊與半導體等新興高科技產業，成為台灣經濟命脈所繫。然而多年重工業、輕農業的經濟發展策略，造成台灣農業式微，農民收入減少，成為台灣社會弱勢族群之一。

農業為我國經濟發展的根基。惟有持續穩定多樣化的農業生產，才能讓國人享有安定生活，得以致力經濟建設與國家發展。因此，行政院於1995年8月頒布「加強生物技術產業推動方案」，除希望建立我國生物技術產業發展之完整體系，加速推動關鍵性生物技術研發，發展具國際競爭力之生物技術產業為目標，另一重要課題則是應用近代生物科學技術，發展農業生技產業，提升台灣農業的精緻化、多樣化、科學化、創新化、利潤化之永續經營發展，創造台灣農業「用心」經營模式，保障農民最大福祉。

生物科技是繼電子半導體產業後，公認為21世紀最重要之明星高科技產業；就其發展歷程而言：第一波生技產業是以醫藥研發產業為主，第二波為農業生技產業，第三波則是整合生命科技與其他高科產業技術，應用於工業生技與環保生技產業。而農業生技產業起始於1984年首次成功利用基因轉殖技術，得到基因改造菸草。至於全球第一個商品化的基因改造農作物，是1995年美國農業部審查核准上市，具有延遲成熟特徵的新蕃茄品系。其後1996年起，基因改造農作物如抗除草劑黃豆、抗殺蟲劑玉米、小麥以及抗病毒木瓜等商業化新品種分別被核准上市，並逐漸被美洲和亞洲國家農民所接受，耕種面積更以每年20%成長。隨著基改作物產量逐年增加，支持者認為基改作物可以突破傳統育種方法的限制，成為因應未來人口快速增加，解決人類饑荒問題的新契機；但反對者則質疑基改作物會造成糧食生產的不穩定、破壞生態平衡及生物多樣性。兩者的歧見，有賴

各國政府運用智慧、科學、教育與宣傳來解決。

近10年來在台灣，生物技術已普遍應用於農業生技產業之創新研究，並有多項具國際競爭力如植物種苗生技、生物性農業及肥料、水產養殖生技等令人稱羨的成就。台灣農業生技國際競爭力的提升動力之一，是業者結合政府研究機構共同研發賦予產品新生命與新營運模式，例如蜆是台灣傳統水產養殖產品，台糖公司與農委會水產試驗所共同研究，利用現代科技，採用花蓮壽豐鄉乾淨泉水養殖的黃金蜆經蒸製、去腥、濃縮而成製成台糖蜆精。又在行銷上輔以水產試驗所研發成果，主打『蜆富含肝醣，可保肝、消除疲倦』，因而創造每月2-3千萬元營收，同時當地養蜆農場，也應多角化經營模式，帶動觀光事業，獲得更多收入。此外，陽明大學負責分析霍山石斛生物活性，農業試驗所負責品種收集，永豐餘負責植物組織培養技術來選取出優良的植株品系，進行大量繁殖的農業生技國家型計畫也是一例。近來研究發現，霍山石斛萃取物中的某些成分的確能調節視網膜細胞的機能，證實具有開發成獨特眼科用藥的潛力。

由上述二例說明可知，台灣農業生技產業發展實無需隨大國起舞，而應創造台灣傳統農業新的多角化營運策略，增加農村就業機會、農業產值為主要目標，同時更需藉由科學創新研發，努力行銷健康食品、魚苗、植物種苗等台灣優勢產品於全球市場。健康食品，是植根於預防重於治療的觀念，在日本年銷售額，幾乎與處方藥不相上下，顯見全球商機已大到不可忽視地步。所以發展高技術門檻，有科學驗證，有專利保護，結合創新、市場趨勢以及符合各國法規的高品質健康食品是台灣繼靈芝、冬蟲夏草與樟芝後，應更加努力之方向。又臺灣位居東亞樞紐，生活飲食習慣與日本、韓國、中國人相似，我們面對的是一個持續成長，商機無限的區域性水產市場。因此應用台灣具國際競爭力之水產生技養殖技術，致力於高價魚蝦類如石斑魚、斑節蝦的無病源種苗繁殖與輸出，以及相關水產疫苗、功能性飼料添加劑、新產品加工製程等週邊產品研發工作。簡言之，整合台

灣農業生技研發創新實力，吸引國內外資金投入，創建擁有研發多項上中下游產品、具全方位研發與行銷能力水產、健康食品、植物種苗公司，實為我國農業生技產業走出台灣，進入國際之最佳抉擇。

因此，為協助台灣農業從傳統的提供糧食溫飽，早日轉型為提升國人生活品質，具有國際競爭能力的高附加價值知識產業，由國科會、農委會和中央研究院等單位共同推動的「農業生物技術國家型科技計畫」的第三期計畫，特別把研發對象初步聚焦在十五項應用在民生育樂領域的目標產業，讓投入的有限研發資源衍生更多高附加價值的農產品，協助台灣農業升級。第三期計畫執行最大特色是商業化、產品化，將台灣過去累積之農業生技研發成果，選定台灣有力量產、具生產成本競爭力、並能建立全球行銷通路之產品。例如所選項目之一的健康食品，是植根於預防重於治療的觀念，在日本年銷售額，幾乎與處方藥不相上下，顯見全球商機已大到不可忽視地步。所以發展高技術門檻，有科學驗證，結合創新、市場趨勢，以及符合各國法規的健康食品，將是台灣繼靈芝、冬蟲夏草與樟芝後，可以努力之方向。

農業生技主要任務除了增加糧食生產，餵飽全球人類外，亦需要以提高人類身心健康，保護自然環境，珍惜地球資源，改善生活品質，增進農民福祉為目的。因此，台灣農業生技產業發展方向，要以本土具優勢的知識資本、技術、人力資源為基礎，不斷融入新技術和新發明以及全球產業發展趨勢，致力於發展技術門檻高、市場廣大、具國際競爭力、獲利率高之新產品為發展目標。

參考文獻

中文部分

1. 台灣經濟研究院，農業生物技術國家型科技計畫第三期規劃案—農業生技產業化策略規劃研究計畫，國家科學委員會委託計畫，2004 年 12 月。
2. 台灣經濟研究院，農業生物技術產業化推動策略與農業生技潛力產品方向分析計畫，農業生物技術國家型科技計畫委託計畫，2004 年 12 月。

英文部分

1. Bellman RE, and Zadeh LA. Decision-making in a fuzzy environment. *Management Science*, 1970;**17**:141-146.
2. Bohanec M, Zupan B, Rajkovic V. Applications of qualitative multi-attribute decision models in health care. *International Journal of Medical Informatics* 2000;**58-59**:191-205
3. Saaty TL. A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of Mathematical Psychology*. 1977;**15**:234-281.
4. Tang MT, and Tzeng GH. A hierarchy fuzzy MCDM method for studying electronic marketing strategies in the information service industry. *Journal of International Information Management* 1999;**8**:1-22.
5. Teng JY, and Tzeng GH. Fuzzy multicriteria ranking of urban transportation investment alternative. *Transportation Planning and Technology*. 1996;**20**:15-31.
6. Zadeh LA. Information and Control. *Fuzzy Sets* 1965;**8**:338-353.
7. Zadeh LA. The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning, Parts 1, 2, and 3. *Information Science* 1975;**8**:199-249, **8**:301-357, **9**:43-80.