

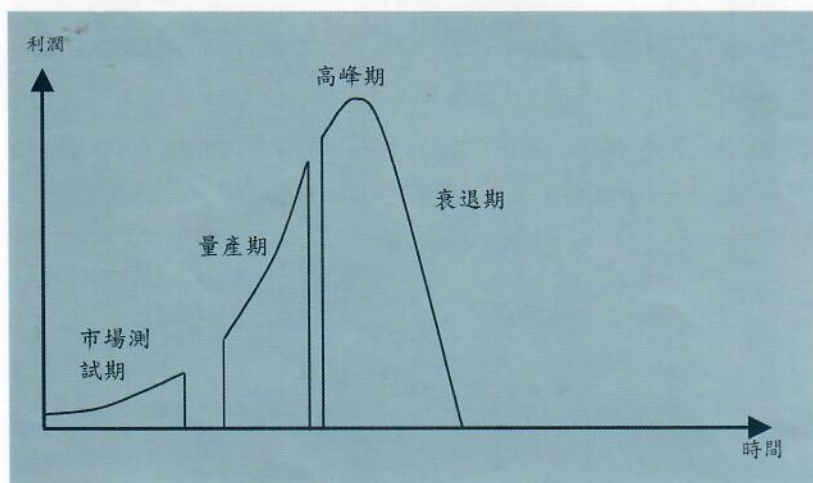


淺談農業生物科技之經濟評估

文／陳郁蕙（農業經濟學系教授）

農業生物科技之發展

原始型態之農業生物科技已存在將近七千年，依據石器時代之證據顯示，當時農民已能夠由最好的作物品種中選擇最大顆之種子，做為下次播種之用，可見當時即已知曉採用自然篩選方法來改良作物。在西元前五千年，農民就懂得利用雜交方式增加動植物的多樣性，例如將雌馬和雄驢配種所產生之新動物「騾」，兼具馬和驢的長處。這些雜交動植物的後代，經選擇性的培養，使其儘可能產生人們所期望的特性。除基本之農業改良工作，人類長久以來也不斷嘗試以生物科技改進食物的生產。例如酒類、麵包、起司、優格，以及醃製食品，基本上都是經過生產者數千年的研製改進（Oliver, 2000；曹，2000）。



圖一 農業生物科技產業之產品生命週期

資料來源：陳、李（2001），〈農業生物科技之探討與經濟評估〉，生物科技在農業上之應用，國立台灣大學農業陳列館、國立台灣大學農業化學系。

十八世紀人類首度嘗試以系統化方法創造能抵抗病蟲害的作物，這是農業生物技術之正式開端，當時葡萄園將歐洲種葡萄根莖接枝到具有抗蟲能力的美國種葡萄根上，以抵抗葡萄根蚜蟲。一直到兩百五十年後，科學家才認真對基因改良作物進行研究（Oliver, 2000；曹，2000）。

高科技農業時代從 1950 年代開啓，引進更好的水土保持與灌漑方法，使用新的肥料及控制病蟲害與雜草的化學藥劑，提高糧食產量，稱為「綠色革命」時期。1990 年代首波農業生物科技產品問世，此階段生物農業之發展稱為「第二次綠色革命」，它帶給農民降低生產成本之好處，其原先是用於使基因具抗蟲或除草劑之作物上，近來也成功運用於家畜活體上。未來預計農業生物科技將生產具特定

特徵之產品，提高作物之價值，並以食物、飼料、纖維供給等為發展重點，朝產品一般化、減少與傳統的距離、更抗疾病、更有營養等方面來努力（Babinard, 2001）。

農業生物科技特性

農業生物科技可應用於農業生產，以確保糧食來源，屬重要先進科技之一，生物科技並非單一技術，而是一系列關鍵技術之整合，其對許多產業具有連帶效果。農業生物技術是一種把生命現象應用於多項領域之技術，而構成生命現象主幹則為存在於生物體內之基因，惟基因之數量有限，若能比其他競爭者先取得專利，則在研究與商品化兩方面，都會具

表一 台灣農業生物科技產業的 SWOT 分析表

優勢 (Strength)	劣勢 (Weakness)
* 具備豐富的農業生產技術及經驗 * 優良的農業科技研究團隊 * 民間的游資充沛且投資意願高 * 與國外生技團體維持良好互動關係	* 基礎架構及相關配套措施尚未周全 * 欠缺有遠見的生技領導人才 * 投入農業科技之研發經費偏低 * 國內消費市場有限
機會 (Opportunity)	威脅 (Threat)
* 傳統產業面臨結構性調整的壓力 * 對生態環境維護日趨重視 * 生技產品具龐大之商機	* 許多農業科技成果已被其他國家搶先申請專權 (包括中草藥、黃豆等) * 國際間對農業生技產品的製造流程與安全性規範趨向嚴謹

資料來源：陳、李 (2001)，「農業生物科技之探討與經濟評估」，生物科技在農業上之應用，國立台灣大學農業陳列館、國立台灣大學農業化學系。

有絕對競爭優勢，尤其基因與遺傳資訊在專利化後，可受到智慧財產權的保護，能獲致可觀之利益。

農業生物科技不同於過去其他科技產業，其投資具高度機動性，若在某地區其發展受到限制，就會移往另一個限制較少與適合其發展之地方，因此任何一國家無法有效阻止生物科技之研發或生產。未來政府若想留住該產業，就須營造適合之投資環境（新加坡在此方面的做法值得台灣參考），而業者須充分瞭解並掌握該項產業之特質，才能確保產業之持續發展。

農業生物科技產業與傳統產業在經濟分析上的差異

與傳統產業相較，農業生物科技產業在經濟分析上，具有以下差異：

- 一、需要昂貴的研究設備及很長之研發階段，因此農業生物科技之研發需要更龐大的資金來支應。
- 二、傳統產業由於生產設備固定，因此使用一般勞工即可。在競爭激烈的農業生技產業取得優勢，唯有透過創造力才能搶得市場先機，因此具備創造力已成為從事生技研發經營人員所必

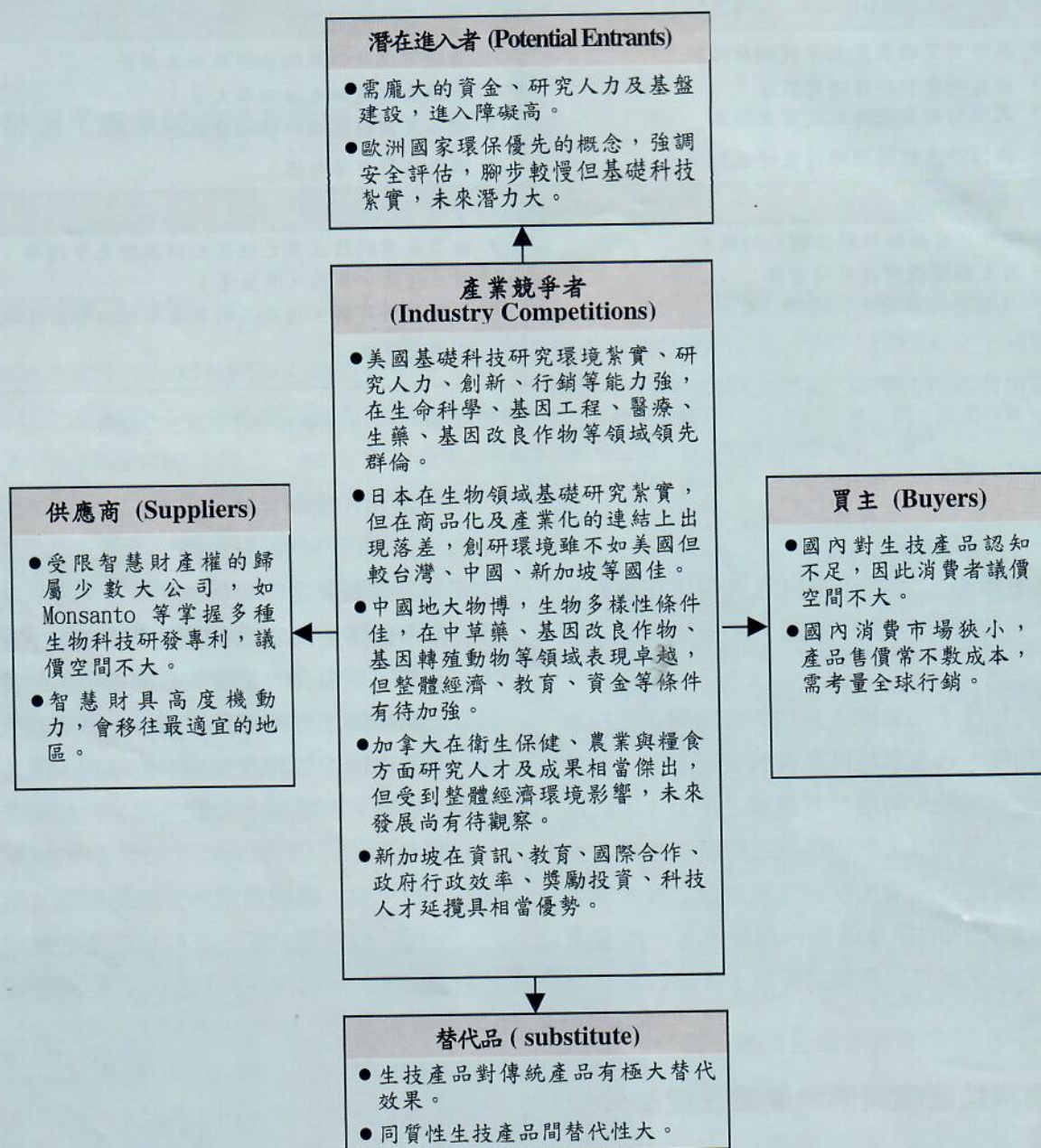
須具備要素之一。

三、發展農業生技產業之關鍵不僅在於生產過程之改善，更重要的是新知識與新技術的突破，由於新技術之專利權具有獨特之不可取代性，若不能取得智慧財產權，不但阻礙國內基礎研究之研發，更將嚴重影響農業生物技術產業的發展。

四、一般來說，傳統產業所生產的產品其生命週期呈現近似常態分配，高科技產業則呈現斷層常態分配，而農業生物科技產業則大體延續前述之斷層現象，但變化更快速。探究其原因在於開發期較其他產業長，但是獲利期卻相對縮短，當新產品出現後則會迅速地取代現有產品，使得生物科技產品生命週期曲線迥異於其他產業（圖一）。

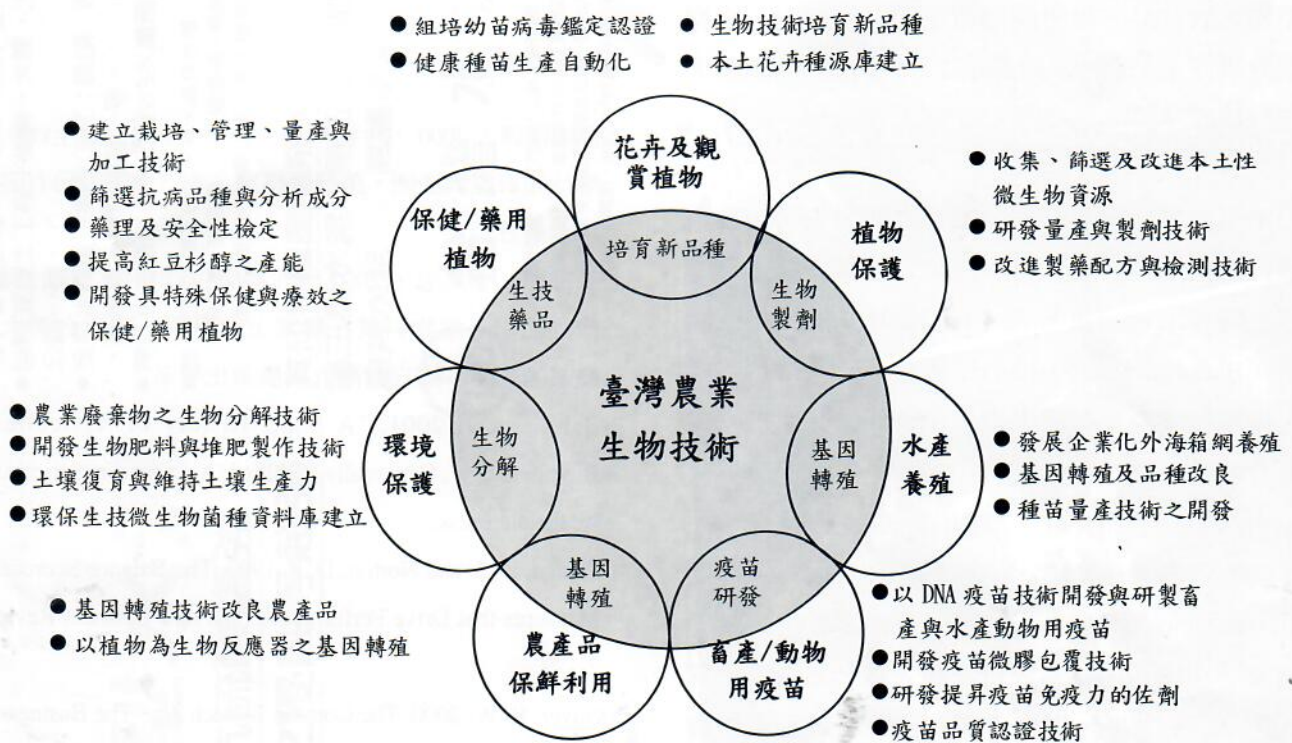
農業生物科技之經濟評估方法

農業生物科技涵蓋的範圍很廣，其包括培育新品種、基因轉殖、疫苗研發、生物製劑、生技藥品等。而由前述農業生物科技之特徵可知，生物科技產業需耗費龐大資金、高度專業人才及長時間研究，因此不可能廣泛從事所有農業生物科技項目之研發，此時事前評估就顯得格外重要，也唯有經過



圖二 台灣農業生物科技的五力分析

資料來源：陳、李（2001），「農業生物科技之探討與經濟評估」，
 生物科技在農業上之應用，國立台灣大學農業陳列館、
 國立台灣大學農業化學系。



圖三 台灣農業生技產業國家型科技計畫組成架構

資料來源：陳、李（2001），「農業生物科技之探討與經濟評估」，生物科技在農業上之應用，國立台灣大學農業陳列館、國立台灣大學農業化學系。

事前評估，才可瞭解本國農業發展所面對之優勢劣勢，以選擇適當的研發項目，創造產業利基。

事前評估之方法很多，其中淨現值分析、敏感度分析（Sensitivity Analysis）、SWOT 分析及五力分析（Five Force Analysis）是常用之分析方法，茲簡述如下：

一、淨現值分析

係採用適當之折現率將每年預估的收益折現，反映該項收益以當前為基準之真實價值。

二、敏感度分析

指在投資一事業前，應先行瞭解該事業之產業結構與市場現況，並評估可能吸引之營收及其成本，再利用投資分析方法確定投資之可行性。

三、SWOT 分析

即優勢（Strength）、劣勢（Weakness）、機會（Opportunity）與威脅（Threat）分析，此方法常用於評估一產業之競爭力，除考慮產業本身的優勢與劣勢外，尚須考慮外在環境的機會與威脅，就此四個面向去分析產業的競爭力。表一即利用 SWOT 分析台灣農業生物科技產業之競爭力。



四、五力分析

由 Porter (1980) 提出，利用潛在進入者、產業競爭者、替代品、供應商與買主等五個面向，來探討與分析產業的競爭力，圖二即針對目前台灣農業生物科技產業所進行之五力分析。

經過事前評估後選擇適合發展之農業生物科技重點項目（圖三）之後，事後之績效追蹤評估尤其重要，此時可用 Kaplan 等人（1992）所提出之平衡計分卡（Balance Scorecard）之觀念，分就財務、顧客、內部程序及創新與學習等四各層面，對產業之經營發展績效進行評估。

另外，農業生物科技之採用，亦將影響農業生產、國際貿易及生產者、消費者福利，以基因改造產品（Genetically Modified Organisms, GMO）為例，經濟學者往往利用益本分析及私人獲利之觀點，探討採用 GMO 之後，對生產者、消費者福利之影響（Rosegrant, 2001）。而 GMO 之採用預期將對世界市場造成衝擊，學者亦利用國際貿易理論，建構特定產品之世界市場模型，分析採用 GMO 技術與否對各國及世界市場之產品價格、供給及需求量之影響，目前雖然陸續有學者從事生物科技產業之經濟評估，唯最適於生物科技評估之模型尚在建構中。

結語

生物科技不僅牽動特定產業的成長，也會對其他廣泛的產業領域有所貢獻。目前生物科技的進展以醫療、環境與農業方面最為卓著。台灣農業生物科技的研發經費與先進國家相較仍有差距，因此必須謹慎選擇最有利的生物科技發展項目，避免因過度分散而失去焦點。台灣過去在農業科技研發上聲譽卓著，已奠定發展農業生物科技的良好基礎，若能透過客觀與審慎的評估，選擇農業生物科技的重點發展項目，有計畫地推動農業生物科技產業，將可大幅提昇相關產業的競爭力，相信台灣必能在 21 世

紀農業生物科技領域中占有舉足輕重的地位，讓農業生物科技產業帶動台灣經濟的另一波成長。■

參考文獻

1. 曹國維譯，2000，*生物科技大未來 - 全面揭露生物物質時代的新經濟法則*，美商麥格羅·希爾國際股份有限公司台灣分公司。
2. 陳郁蕙、李武忠，2001，「農業生物科技之探討與經濟評估」，*生物科技在農業上之應用*，國立台灣大學農業陳列館、國立台灣大學農業化學系。
3. Babinard, J. 2001. "A Short History of Agricultural Biotechnology", *Genetically Modified Organisms in Agriculture*, Academic Press.
4. Kaplan, R. S. and Norton, D. P. 1992. The Balance Scorecard-Measures that Drive Performance. *Harvard Business Review*, 71-79.
5. Oliver, R. W. 2000. *The Coming Biotech Age-The Business of Bio-Materials*, McGraw-Hill.
6. Porter, M. E. 1980. *Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors*. New York.
7. Rosegrant, M. W. 2001. "Simulation of World Market Effects: The 2010 World Market with and without Bt Corn and GR Soybeans", *Genetically Modified Organisms in Agriculture*, Academic Press.