

台灣酪農記帳戶之成本效率分析

呂秀英*、陳柏琪**、張靜貞***

近年來全世界原物料與進口飼料的上漲對於我國畜牧產業之發展造成很大的衝擊，本文藉由分析台灣酪農戶近十年間成本、技術與分配效率之變化，探討個別農家如何藉由生產效率之提升來因應外界的壓力。由於酪農戶所面對之要素價格可能因為酪農本身議價能力或品質不同而有差異，因此，本文分別採用 Färe *et al.* (1985) 與 Tone (2002) 的方法來衡量跨期效率值之變化，並加以比較。實證結果顯示酪農戶於 2003 至 2007 年的成本效率值較 1996 至 2000 年明顯降低，可能因為飼料價格上漲，但酪農戶未能及時因應調整其要素配置，導致分配效率的明顯降低而引起。地理位置在近期已非影響因素，但在規模方面，飼養頭數大於 200 頭以上酪農戶的績效明顯較中小型者為佳，而使用較為省工的全日混合日糧之飼養方式在近期已開始對效率提升有正面之影響，顯示新飼料配方之引進必須經過一段期間的教育訓練，方能發揮提升技術效率之成效。除此之外，政府應當進一步建立讓酪農戶享受規模經濟效果的環境，並尋找出吸引這些酪農戶改善技術與分配效率之誘因機制，方能有效提昇酪農戶之經營效率與降低成本。

關鍵詞：資料包絡分析法、成本效率、酪農

* 行政院農委會畜產試驗所研究員。

** 中華大學國際企業學系副教授。本文之通訊作者。

*** 中央研究院經濟研究所研究員暨台灣大學農業經濟研究所合聘教授。

I、前言

隨著國人飲食習慣之改變，對乳品之需求持續成長，為因應進口乳品之擴增以及提升我國酪農之競爭力，政府曾於 1991 年成立酪農技術服務團南北二團，選擇示範戶輔導其改進有關營養、生殖生理、牧草栽種與青貯料製造等方面的生產技術，並培養示範戶記帳習慣與經營成本分析能力，以協助酪農降低生產成本。經輔導後，酪農生產技術有顯著進步，但是近年來隨著產業結構之改變、自動化設備的普及、飼養規模的擴充、管理方法之更新等，再加上運銷與通路系統的改變與進口芻料價格之上漲，目前個別酪農戶所面對的進口乳製品之替代性消費與競爭壓力倍增。尤其是牛隻飼養之生產成本中，飼料成本約占 40 至 75%，為總生產成本中最大支出項目，而飼料成本中芻料成本又占了約 35 至 50%（黃文意，2006），因此近年來之芻料價格上漲讓酪農之生產成本，一直居高不下，酪農必須在經營管理型態上不斷地繼續提昇，持續提高生產力並降低生產成本，方能因應這些產業結構與外在環境之改變。

衡量酪農戶之生產效率與生產力的高低，是檢討如何改進經營管理方式的第一步。本文採用以邊界分析為基礎的資料包絡分析法（Data Envelopment Analysis，以下簡稱 DEA），根據為期十年之不連續期間酪農戶記帳資料，將成本效率（Cost Efficiency，以下簡稱 CE）分解成技術效率（Technical Efficiency，TE）與分配效率（Allocative Efficiency，以下簡稱 AE），以了解酪農戶無效率來源，以及生產規模、酪農戶地理位置與飼料使用方式等因素是否影響生產效率的高低，希望提供酪農降低生產成本、提昇競爭能力的建議。

有關 DEA 中成本效率的衡量，目前一般採用 Färe *et al.* (1985) 所建立模式求解，該模型係根據廠商既定之要素價格來決定最小成本，以做為效率衡

量之基礎。惟 Tone (2002) 發現當兩個決策單位 (Decision Making unit, 以下簡稱 DMU) 使用相同數量之投入生產出相同數量之產出, 如其中一個 DMU 之各項要素投入價格皆剛好是另一個 DMU 的兩倍時, 依照常理, 要素投入價格較高之 DMU 因為其成本較高, 理應具有較低之成本效率, 但若採用 Färe *et al.* (1985) 之方法, 卻會得到兩者具有相同成本效率值的不合理結果。因此, Tone (2002) 提出以成本為基礎的新方法來衡量效率。Camanho 與 Dyson (2008) 也認為 Färe *et al.* (1985) 的方法只適用於廠商間所使用的要素為同質 (Homogeneous) 且為完全競爭之情況, 並建議當要素為異質且廠商所支付之要素價格並非均等時, 為了得到對廠商公平之效率衡量結果, 應改採 Tone (2002) 的方法來衡量成本效率與技術效率。Fukuyama 與 Weber (2004)、Färe 與 Grosskopf (2006), 以及 Ray *et al.* (2008) 也曾針對相同問題提出不同處理模型 (註 1)。

由於乳牛飼料之運輸及儲存成本不低, 加上酪農戶全年需求數量高, 買方與賣方在某種程度上具有寡佔市場之特性 (註 2), 可能因為供需數量與營養成分差異而享有不同程度的議價空間, 顯示不同酪農戶所支付要素價格可能因此而有所不同, 而且酪農戶在採購時會有不同的選擇方案, 也說明酪農戶所使用的要素不可能完全同質 (註 3)。換言之, 酪農之要素投入基本上並不符合要素同質的條件, 若採用 Färe *et al.* (1985) 方法, 將可能扭曲所衡量結果, 而無法以公平的角度來得出酪農戶之相對效率。因此, 本文將以 Tone (2002) 的方法來衡量酪農戶的效率, 但亦同時採用 Färe *et al.* (1985) 方法以比較兩者結果, 並藉以分析酪農戶因不同要素價格差異對其 CE 與 TE 的影響。

本文將包括五節, 除前言外, 第二節介紹以 DEA 方法為基礎之成本效率評估模型及其分解; 第三節為投入產出變數的設定以及資料的處理; 第四節進行效率評估結果分析; 最後為結論與建議。

II、DEA 效率衡量方法

本節將首先介紹各項效率求解方法，包括 Färe *et al.* (1985) 之傳統衡量模式與 Tone (2002) 的方法。此外，本文也考量酪農戶的資本設備投資如畜舍等，並非可以在短時間內立即調整的投入要素，因此，實證時係採用部分生產要素為固定或無法自由調整之設定來進行生產與成本效率之衡量。

2.1 傳統衡量模式

假設有 n 個酪農戶 ($j=1, 2, \dots, n$)，每一個酪農戶皆以 m 種投入 x_{ij} ($i=1, 2, \dots, m$) 來生產 s 種產出 y_{rj} ($r=1, 2, \dots, s$)，則在變動規模報酬 (variable return to scale, 以下簡稱 VRS) 假設下，可定義其生產可能集合 T 為：

$$T = \{(x, y) \mid x_{ij} \geq \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j, \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j \geq y_{rj}, \lambda_j \geq 0, \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1\} \quad (1)$$

根據 T 之生產可能集合，我們可利用以下的線性規劃模型來計算第 k ($k=1, 2, \dots, n$) 個酪農戶，在其所支付之要素價格 p_{ik} 下的成本效率：

$$\begin{aligned} \text{cost}_k &= \min_{x, \lambda} \sum_{i=1}^m p_{ik} x_{ik}^* \\ \text{s.t. } x_{ik}^* - \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j &\geq 0, & i &= 1, \dots, m \\ \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j &\geq y_{rk}, & r &= 1, \dots, s \\ \lambda_j &\geq 0, & j &= 1, \dots, n \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j &= 1 \end{aligned} \quad (2)$$

式中， λ_j 為第 k 個酪農戶所對應之生產邊界上所有酪農戶的權重， $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ 為用來形成變動規模報酬生產邊界所需之限制式。

經由(2)式求得成本最小之要素投入 x_{ik}^* 後，則酪農戶 k 的成本效率為：

$$CE = \frac{\sum_{i=1}^m p_{ik} x_{ik}^*}{\sum_{i=1}^m p_{ik} x_{ik}} \quad (3)$$

(3)式的分母 $\sum_{i=1}^m p_{ik} x_{ik}$ 為該酪農戶之實際成本，分子 $\sum_{i=1}^m p_{ik} x_{ik}^*$ 為在 p_{ik} 之投入價格下所求得最低投入量的理想成本。當 $CE=1$ ，表示 DMU k 已處於成本最小之生產狀態，亦可稱該 DMU 具有經濟效率或全面性的投入效率 (Overall Input Efficiency)，因其代表 DMU k 不僅使用了最少之投入數量來生產其目前的產出，且所使用的各項投入組合 (Input Mix) 亦達 p_{ik} 價格下之最佳配置狀態，同時達到技術效率與分配效率。另一方面，當 $CE < 1$ ，代表該酪農戶用太多成本來生產其目前的產出，不具成本效率，而其成本無效率的原因可能來自使用過多投入 (屬技術無效率)，或使用不當的投入組合 (屬分配無效率)。因此，酪農戶可藉由要素投入的減少，或者由要素配置比例的調整，也或許需兩者同時進行，來改善其生產以節省成本。

(2)式係在假設所有的生產要素數量皆可自由調整情況下所建立的模式，但酪農戶所使用的部分生產要素如畜舍等，不見得可以在短時間內調整，因此考量有固定要素存在時，(2)式需加以修改 (註 4)。若將 m 種投入區分為 mv 種變動投入 x_{iv} ($iv=1,2,\dots, mv$) 與 mf 種固定投入 x_{if} ($if=1,2,\dots, mf$)，(2)式將轉變為：

$$\begin{aligned}
\text{cost}_k^v &= \min_{x, \lambda} \sum_{i=1}^{mv} p_{iv,k} x_{iv,k}^* \\
\text{s.t. } x_{iv,k}^* - \sum_{j=1}^n x_{iv,j} \lambda_j &\geq 0, & iv = 1, \dots, mv \\
x_{if,k} - \sum_{j=1}^n x_{if,j} \lambda_j &\geq 0, & if = 1, \dots, mf \\
\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j &\geq y_{rk}, & r = 1, \dots, s \\
\lambda_j &\geq 0, & j = 1, \dots, n \\
\sum_{j=1}^n \lambda_j &= 1
\end{aligned} \tag{4}$$

根據 Tauer (1993) 及 Hansson (2007) 之計算方式，此時成本效率為：

$$CE^v = \frac{\sum_{i=1}^{mv} p_{iv,k} x_{iv,k}^*}{\sum_{i=1}^m p_{iv,k} x_{iv,k}} \tag{5}$$

若要進一步將此項成本效率分解為 TE 與 AE，則可利用(6)式先求算 TE，再將 CE 除以 TE 得到 AE。

$$\begin{aligned}
TE_k^v &= \min_{\lambda, \phi} \phi_k \\
\text{s.t. } \phi_k x_{iv,k} - \sum_{j=1}^n x_{iv,j} \lambda_j &\geq 0, & iv = 1, \dots, mv \\
x_{if,k} - \sum_{j=1}^n x_{if,j} \lambda_j &\geq 0, & if = 1, \dots, mf \\
\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j &\geq y_{rk}, & r = 1, \dots, s \\
\lambda_j &\geq 0, & j = 1, \dots, n \\
\sum_{j=1}^n \lambda_j &= 1
\end{aligned} \tag{6}$$

透過 CE 的分解，當酪農戶出現成本無效率時，可以幫助我們辨識應針對 TE 還是 AE 來加以改善才比較有效。

2.2 Tone 之衡量模式

上一節所介紹的是 Färe *et al.* (1985) 所建立的 Farrell (1957) 概念成本效率衡量模式，惟如前所言，若兩個 DMU 有相同之 x_i 與 y_r ，且兩者之投入價格分別為 p_i 與 $2p_i$ ，由於成本函數對於要素價格具有一階齊次性 (Homogeneous of Degree One)，因此會得到兩者具有相同成本效率值 ($CE = \sum_{i=1}^m p_i x_i^* / \sum_{i=1}^m p_i x_i = \sum_{i=1}^m 2p_i x_i^* / \sum_{i=1}^m 2p_i x_i$) 的不合理結果。為了克服此問題，Tone (2002) 將生產可能集中的要素數量以要素成本來取代，用以建立以成本為基礎的效率計算方法。以下說明此方法。

同樣假設有 n 個酪農戶，生產 s 種產出 y_{rj} ($r=1,2,\dots,s$)，但每個酪農戶所使用之 m 種投入改以 $\tilde{x}_{ij} = p_{ij} x_{ij}$ ($i=1,2,\dots,m$) 來表示，即以要素成本來衡量要素投入。如同 Camanho 與 Dyson (2008, pp. 155) 所言，這樣的設定方式相當於認為廠商並非處於完全競爭市場，個別廠商所支付的要素價格係根據其所面對的供需條件與要素品質各自決定，而對於品質較高要素，廠商會願意以較高價格來取得，因此，比較廠商效率時，要素數量與價格不能分開處理，而應以兩者相乘而得的成本當作比較的依據。此時之以成本為基礎的生產可能集合轉變為：

$$T_c = \{(\tilde{x}, y) \mid \tilde{x}_{ij} \geq \sum_{j=1}^n \tilde{x}_{ij} \lambda_j, \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j \geq y_{rj}, \lambda_j \geq 0, \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1\} \quad (7)$$

根據 T_c ，在考慮固定投入情形下，可將 (4) 式模型修改如下：

$$\begin{aligned}
\text{cost}_k^v &= \min_{\tilde{x}, \lambda} \sum_{i=1}^{mv} \tilde{x}_{iv,k}^* \\
\text{s.t. } \tilde{x}_{iv,k}^* - \sum_{j=1}^n \tilde{x}_{iv,j} \lambda_j &\geq 0, & iv = 1, \dots, mv \\
\tilde{x}_{if,k} - \sum_{j=1}^n \tilde{x}_{if,j} \lambda_j &\geq 0, & if = 1, \dots, mf \\
\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j &\geq y_{rk}, & r = 1, \dots, s \\
\lambda_j &\geq 0, & j = 1, \dots, n \\
\sum_{j=1}^n \lambda_j &= 1
\end{aligned} \tag{8}$$

由(8)式可知，Tone 的做法相當於將所有酪農戶之要素價格予以一致化，均轉換為單位價格，藉以處理廠商面對不同要素價格而可能引起的效率衡量偏差問題。根據(8)式之求解，成本效率為

$$CE^v = \frac{\sum_{i=1}^{mv} \tilde{x}_{iv,k}^*}{\sum_{i=1}^m p_{iv,k} x_{iv,k}} \tag{9}$$

同理，技術效率的模型則可仿照(8)式，將(6)式中所有之 x_{ij} 皆修改為 \tilde{x}_{ij} 來建立，並進行求算。

III、資料處理與變數設定

本文的資料來源為酪農記帳戶之記帳資料，其中的酪農戶，除了早期酪農技術服務團示範戶外，尚包括本研究蒐集之其他記帳戶，分佈範圍包括南部之屏東、高雄、台南，中部之嘉義、雲林、彰化、南投，以及北部之苗栗、新竹與桃園等地區。資料蒐集時間為 1996 至 2007 年（註 5），但 2001 與 2002 年因酪農記帳戶數只有一戶而被迫捨棄，因此，本文之樣本被切割為 1996 至 2000 年以及 2003 至 2007 年兩個不連續期間。

表 1 統計各年北中南三個地區參與記帳的酪農戶家數，這些戶數因每年參與狀況不一，所以戶數每年都不同，大約介於 13-20 戶之間，且多以位於南部縣市者居多。

表 1 各年酪農樣本戶數分佈表

單位：戶

年 度	北	中	南	總戶數
1996	1	2	10	13
1997	3	4	8	15
1998	5	5	10	20
1999	4	4	10	18
2000	4	2	8	14
2003	6	3	10	19
2004	5	4	11	20
2005	1	4	11	16
2006	2	3	9	14
2007	0	1	8	9
總戶數	31	32	95	158

資料來源：本研究。

圖 1 將各年樣本戶的平均乳牛總頭數（註 6），按北、中、南地區加以比較。根據圖 1 可發現，平均而言，各年酪農戶之飼養規模主要落在 150 至 200 頭之間，且略呈逐年增加的趨勢。若比較不同地區之規模大小，則可發現樣本中除了 1997 年以外，其餘各年皆以位於中部之酪農戶之飼養規模最大，其次為南部，北部之規模則最小。

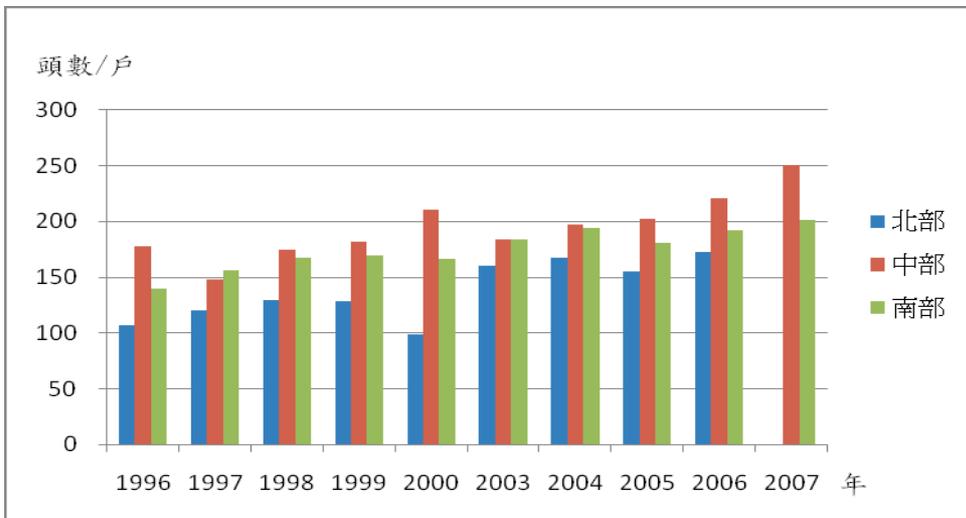


圖 1 各地區樣本戶平均每戶乳牛總頭數分佈圖

資料來源：本研究。

表 2 說明本文投入與產出變數之設定項目及資料計算方式。產出變數有兩個，一為主產物牛乳，另一則是副產物。為反映生乳之收購價格會因生乳品質的不同而有所差異（註 7），故主產物生乳係以其淨產值來衡量，而非生乳之產量，另一產出為所有副產物收益之簡單加總。

投入變數共計有五個，主要是以機會成本角度來設定，除了粗料、精料與完全混合日糧（Total Mixed Ration，以下簡稱 TMR）（註 8）、人工與其它費用等四個變動投入外，還包括了一個固定投入項，此固定投入是以設備、母牛折舊費以及地租、資本之利息的合計來代表。

表 2 樣本酪農戶之投入、產出計算方式

投入	計 算 方 式
粗料	=自給牧草+購入之國產牧草、進口乾草與副產物 其中， 自給牧草=狼尾草+盤固草+肥料 購入國產牧草=盤固草+狼尾草+青割玉米 購入進口乾草=百慕達草+燕麥草+苜蓿草+小康草+梯牧草 +黑麥草+其它
精料與 TMR	=泌乳牛精料+小牛奶粉+單味飼料+TMR
人工	=家工+雇工
其它費用	=醫藥費+保險費+配種費+手續費+水電費+燃料費+材料費 +其它雜費
固定投入	=間接生產費+地租+資本利息 =(種牛購入分攤費+母牛折舊費+畜舍折舊、修理與購入分 攤費+農機具折舊、修理與購入分攤費)+地租+資本利息
產 出	計 算 方 式
牛乳	牛乳產值(包括契約出售、自售、自用與贈送)-牛乳銷售運 費-牛乳超量扣款-自售費用
副產物	牛隻出售值+牛糞出售值 +其它收入+自產牧草估計值+自產 女牛估計值+自產留種公牛估計值+女牛增值
平減價格	定 義
投入變數部分	飼料與其他費用：生產費用類農民所付物價總指數 人 工：雇用工資類農民所付物價總指數 固 定 投 入：財務類農民所付物價總指數
產出變數部分	畜產品類農民所得物價指數

資料來源：本研究。

註：1. 物價指數之資料來源為行政院農業委員會統計室出版之「農業統計年報」。

2. 母牛是指生產過的乳牛，女牛是指未生產過的乳牛。日齡六個月以下稱小女牛，六個月以上者稱大女牛，通常日齡十四個月以上如發情即可配種，母牛如同資產，如果履配不上或跛腳沒有經濟價值，本文以三年淘汰，故要計算母牛折舊費。自產女牛估計值是指計算期間內生產的小牛估計值，女牛增值是大女牛期末盤存價值減期初盤存價值。(呂秀英，2005)

在要素價格方面，粗料、精料與 TMR 的價格分別以其成本除以數量加以計算，而勞動的價格則是以家工與雇工之總薪資除以總工時而得，其它費用與固定投入變數皆是以金額來計算，故其價格沿用 Tauer (1993) 的做法，直接設為 1。此外，為使各年以貨幣單位衡量之投入產出項具有相同的物價衡量標準，本文在進行 DEA 效率計算前，分別採取表 2 所列之農民所得所付物價指數加以平減，基期為 2001 年。

表 3 與表 4 則分別列出了各年乳牛飼養之產出與投入變數的統計量。觀察表 3 與表 4 之平均數，可發現除了投入成本可能受價格變動的影響變化較不一致外，各項投入數量與產出變數間幾乎呈現亦步亦趨同向變化關係，且大致與圖 1 之飼養規模相同呈現增加的趨勢。顯示各酪農戶的產出雖有提高，但卻是以增加投入數量與飼養規模所換來的，因此，本文進一步將各項投入與產出除以每戶飼養總頭數得到表 5 的結果。

表 3 1996~2000 年投入、產出變數之平均值與標準差 (未經物價平減)

	1996		1997		1998		1999		2000	
	平均數	標準差	平均數	標準差	平均數	標準差	平均數	標準差	平均數	標準差
投入成本 (萬元)										
粗料	246.4	149.1	292.0	142.0	292.1	159.2	302.4	152.6	275.9	130.3
精料與 TMR	255.1	107.8	273.8	103.1	297.6	97.9	273.9	89.3	268.3	107.1
人工	127.1	55.3	132.6	65.4	133.6	58.1	120.4	73.1	124.4	74.7
其他費用	176.2	70.8	196.3	80.8	154.5	53.5	225.7	85.5	205.1	84.8
固定投入	202.8	77.2	222.8	86.5	179.2	61.1	252.4	94.1	229.8	95.5
投入數量 (公噸、千小時)										
粗料	884.0	454.2	864.2	441.7	931.7	612.0	812.4	519.4	689.4	410.4
精料與 TMR	363.8	204.0	357.0	183.4	389.5	175.2	351.2	166.0	340.4	163.5
人工	6.9	2.5	7.6	2.9	7.7	2.9	7.1	3.1	7.2	3.9
產出 (萬元)										
牛乳	772.7	255.1	885.2	244.8	1058.7	287.5	1045.7	334.2	964.4	430.5
副產物	250.8	90.3	211.2	91.4	239.1	107.5	274.9	128.7	240.4	107.4

資料來源：本研究。

表 4 2003~2007 年投入、產出變數之平均值與標準差（未經物價平減）

	2003		2004		2005		2006		2007	
	平均數	標準差								
投入成本（萬元）										
粗料	311.8	195.3	393.9	202.1	392.4	241.3	463.4	286.5	568.0	428.2
精料與 TMR	395.6	195.8	455.8	273.2	430.4	193.2	467.7	184.9	570.7	212.2
人工	167.7	103.7	179.6	112.2	186.8	115.5	196.1	104.9	201.0	115.7
其他費用	219.3	97.6	241.6	103.6	241.6	82.0	253.5	77.6	277.2	97.4
固定投入	258.6	119.2	281.4	124.3	275.6	94.8	293.1	91.0	320.9	115.6
投入數量（公噸、千小時）										
粗料	759.0	575.7	933.4	663.3	1092.1	941.8	1137.0	681.2	1321.2	1194.3
精料與 TMR	427.7	221.6	556.5	521.7	532.9	333.2	588.9	369.6	696.9	447.5
人工	9.2	4.5	9.6	4.1	9.9	4.8	10.3	4.2	10.4	4.9
產出（萬元）										
牛乳	1257.8	403.2	1392.2	551.3	1286.4	514.4	1481.1	588.8	1613.7	710.7
副產物	280.6	138.0	368.4	299.4	356.8	119.1	378.6	132.3	344.4	70.7

資料來源：本研究。

根據表 5 我們可以觀察到比較清晰的趨勢，亦即在 1996 至 2000 年間，飼料中之粗料以及精料與 TMR 的數量分別由 1996 年之每頭 5.90 與 2.85 公噸減少為 2000 年之 4.45 與 2.45 公噸，但粗料以及精料與 TMR 的成本則分別由每頭 1.63 與 1.94 萬元增加為 1.85 與 1.97 萬元；同時，牛乳的產值則由每頭 5.49 萬元提高為 6.53 萬元。顯示在此段期間中，在不考慮物價變動與其他要素投入情況下，樣本中酪農戶可能傾向於使用單價格較高的飼料來飼養乳牛，得到牛乳產值增加的結果。另一方面，在 2003 至 2007 年間，不管是飼料投入數量或成本皆大致呈現增加趨勢，每頭乳牛之牛乳產值也同樣在增加中，故這段期間的產出成長主要應該是來自於飼料投入數量的提高，而此趨勢隱含上述兩種方法所計算之效率值在此期間之差異可能不大。

若進一步綜合 1996 至 2007 年間的情形來觀察，可發現兩個期間的要素使用情形有一些不同的變化。首先觀察飼料數量的部分，每頭乳牛所使用精料與 TMR 數量在 1996 至 2000 年間呈現下滑趨勢，但在 2003 至 2007 年間

卻是逐年成長，合計 2007 年較 1996 年增加了 22.2%；而粗料部分各年雖有增減變化，但頭尾兩年來看卻幾乎沒有變動。

另一方面，粗料以及精料與 TMR 之成本部分則大致皆呈上揚趨勢，2007 年較 1996 年分別增加了 57.1%與 50.9%。顯示如果我們不去看個別酪農戶的差異的話，以整體而言，酪農戶在 2000 年代的飼料使用方式是與 1990 年代有所不同，出現精料與 TMR 用得比較多，但粗料減少的替代情形，而這樣的轉變使得每頭乳牛牛乳的產值大幅成長 41.6%，此成長主要出現於 2003 年之後。然而由於成本與產值同時成長，而且成本增加的幅度較產值來得大，對於獲利與生產力的幫助可能不大。因此，在提高單位產值之外，如何降低生產成本將是酪農戶未來必須努力的方向。

表 5 1996~2007 年每頭乳牛之投入、產出變數平均值

	1996	1997	1998	1999	2000	2003	2004	2005	2006	2007	1996- 2007(%)
投入成本 (萬元 / 頭)											
粗料	1.63	1.93	1.78	1.80	1.85	1.80	2.23	2.08	2.26	2.56	57.1
精料與 TMR	1.94	1.93	1.94	1.76	1.97	2.25	2.43	2.31	2.42	2.92	50.9
人工	0.88	0.87	0.83	0.72	0.78	0.90	0.91	0.95	0.97	0.93	5.3
其他費用	1.21	1.33	0.97	1.40	1.45	1.24	1.29	1.32	1.32	1.38	13.5
固定投入	1.40	1.52	1.12	1.56	1.61	1.46	1.50	1.50	1.52	1.59	13.6
投入數量 (公噸 / 頭、小時 / 頭)											
粗料	5.90	5.69	6.05	4.81	4.45	4.36	4.99	5.53	5.82	5.88	-0.2
精料與 TMR	2.85	2.53	2.52	2.26	2.45	2.47	2.79	2.89	3.11	3.49	22.2
人工	48.60	51.59	47.66	44.05	47.01	51.21	50.69	52.00	51.86	49.60	2.1
產出 (萬元 / 頭)											
牛乳	5.49	6.07	6.75	6.48	6.53	7.38	7.51	6.89	7.46	7.77	41.6
副產物	1.82	1.42	1.50	1.69	1.67	1.55	1.89	1.97	1.97	1.78	-1.9

資料來源：本研究。

IV、實證分析

如前所言，本文將在考量固定投入因素下，同時採用 Färe *et al.* (1985) 與 Tone (2002) 的方法計算酪農戶之 CE、TE 與 AE，所使用之 DEA 模型分別為 (4) 與 (6) 式，以及 (9) 與 (11) 式。惟本文中各年酪農戶樣本數最多只有 20 個觀察值，但投入、產出變數共有 7 個，基於 Friedman 與 Sinuany-Stern (1998) 所主張之 DMU 個數基本上應高於投入加上產出的變數個數的三倍以上的規則，這樣的樣本數稍嫌不足。因此本文進行效率求解時，進一步應用 Tulkens and Eeckaut (1995) 所提出之跨期生產參考集合概念，以及 Charnes *et al.* (1985) 所提出的「視窗分析」(Window Analysis) 的概念，來解決樣本數不足的問題。以下先說明參考集合的種類與本文之選擇與處理方式，而後再介紹效率分析結果。

4.1 邊界建構方法

由於 DEA 效率值的計算係以受評估 DMU 與邊界的差距為比較基礎，因此邊界的建構是 DEA 方法中的基本要件。根據 Tulkens 與 Vanden Eeckaut (1995)，邊界的建構有以下四種方式：

第一種係利用同一期或同一年發生的樣本所構成之生產可能集合來建立的邊界，稱為同期邊界 (Contemporaneous Frontier)，這是目前最普遍使用的建構方式。

第二種為序列 (Sequential) 邊界，這種邊界假設過去所發生的，現在也應該還是可以做到，隱含無技術退步現象。因此樣本期間中，某一期的邊界係由該期連同過去之所有樣本來建構的，例如，為數五年的樣本中，第一年的邊界由第一年的樣本來建立，第二年的邊界則由第一年與第二年的樣本一起建立，依此類推，最後一年的邊界由五年的資料共同建立，因此越往後所使用的資料個數越多。

第三種即為跨期邊界 (Intertemporal Frontier)，此種邊界之參考集中包含了所有的樣本資料，亦即將不同年中相同的 DMU (即本文中的酪農戶) 視為不同的樣本來處理，因此所得邊界有可能為同一家酪農但跨不同年所建構，而受評估之酪農戶也有可能會是跟自己不同年的資料點比較來衡量出效率數值。

第四種為視窗分析法，其邊界的建構是序列邊界與跨期邊界的綜合。舉例而言，為數五年的樣本中，第一期邊界係由第一到三年的資料所形成參考集合建構，第二期邊界則往後挪一年，由第二到四年的資料來建構，最後，第三期邊界之參考集合則包括了第三到五年的資料，因此，Tulkens 與 Vanden Eeckaut (1995) 稱此方法之邊界為「局部跨期」(Locally Intertemporal)。根據此邊界建構方式可知，除了頭尾兩年的 DMU 外，位於中間年之 DMU 都會至少計算得兩個效率數值。如上例中，位於第二年之 DMU 會分別由第一期與第二期中各得一個效率數值。因此，根據 Charnes *et al.* (1985)，除了具有可以增加資料的自由度的幫助外，還可以讓我們對 DMU 效率值在不同視窗間的變化趨勢以及穩定性作進一步的了解與驗證。

比較上述四種方式可發現，同期邊界因參考集中只包含當期之資料點，所以無法解決本文樣本數不足問題；序列邊界因起始年參考集中仍只能用該年的資料，問題仍無法解決；跨期邊界則因參考集中包含樣本期間所有樣本點，資料個數變多，因此可解決本文之低自由度問題，但也由於資料點橫跨不同年，會有忽略不同年間生產技術與物價發生變動等之問題。第四種方法也可解決自由度問題，但要進行後續之參考集合分析或不同年效率值的比較時，因為一個 DMU 在同一時期可能會有好幾個效率值，會增加分析比較的複雜度與困難度。

有鑑於此，本文乃選擇跨期邊界與視窗分析同時採用的方式，以擷取兩個方法的優點。亦即跨期邊界分析中一個 DMU 在同一時期中仍只得一個效率值，比較容易作後續分析，但其忽略技術變動之缺點方面，則透過視窗分

析結果的穩定性高低來加以檢驗。基本上，技術的變動會顯示在邊界的移動，所以如果技術變動顯著的話，那麼同一年的 DMU 在不同視窗期間中所得到的效率值應該會有明顯差異，穩定性會較差。例如，若有技術進步的話，邊界應會在新的資料點加入後往外移，導致同一年的效率值在後期的視窗中所得到的結果會比在前期視窗中得到的來得小。所以如果同一年的 DMU 在不同視窗期間中所得到的效率值穩定性高，那麼在某種程度上應該可以推論樣本期間中技術變動程度並非明顯。關於物價變動因素，則利用物價平減方式來加以消除。

在分析程序上，由於本文之樣本期間區分為 1996 至 2000 與 2003 至 2007 年兩個區間，因此將兩個區間分開處理。首先計算兩個區間之 Färe *et al.* (1985) 與 Tone (2002) 兩種方法之跨期邊界效率值，並加以比較分析兩者間的差異。

其次，進行視窗分析，藉以判斷本文跨期變界效率值做不同年間比較的適當性。至於視窗期間的選擇上，文獻上並無一定的規則依循，例如，Charnes *et al.* (1985) 與 Sun (2002) 皆採用三年為一期的視窗，Sueyoshi 與 Aoki (2001) 採用二年期的視窗，Asmild *et al.* (2004) 採用五年期的視窗，本文則選擇與 Charnes *et al.* (1985) 與 Sun (2002) 相同之三年為一期方式進行。

4.2 Färe *et al.*與 Tone 方法效率值之比較（跨期邊界）

首先，根據表 6 可發現，若以 Färe *et al.*方法計算，在 1996 至 2000 年間酪農戶之 TE 平均為 0.920，而改以 Tone 方法計算為 0.922，差異並不大，雖然 1999 與 2000 年之 Färe *et al.*效率值確實因為表 5 所觀察到之飼料使用數量減少，但成本卻增加，因此產生高於 Tone 方法之結果，但顯然其效果被 1997 年的結果所抵銷。如以 Wilcoxon 符號等級檢定（Wilcoxon Sign-rank Test）與符號檢定（Sign Test）比較兩者差異的結果（註 9），亦發現兩者並無明顯不同，代表酪農戶要素價格差異並不夠大到足以導致 TE 值產生明顯改變。

表 6 1996~2000 年 Färe *et al.* 與 Tone 方法之效率值比較

	Tone(2002)方法						Färe <i>et al.</i> (1985) 方法						差異檢定之 P 值	
	96	97	98	99	00	96-00	96	97	98	99	00	96-00	wilcoxon	sign
CE														
平均	0.698	0.889	0.897	0.773	0.878	0.832	0.639	0.761	0.836	0.732	0.850	0.769	0.000***	0.000***
標準差	0.150	0.103	0.113	0.129	0.111	0.141	0.184	0.118	0.167	0.183	0.175	0.179		
最小值	0.528	0.612	0.655	0.548	0.658	0.528	0.454	0.570	0.583	0.441	0.500	0.441		
效率值=1 戶數	2	2	9	0	4	17	2	1	7	1	6	17		
TE														
平均	0.802	0.956	0.981	0.883	0.965	0.922	0.817	0.918	0.980	0.887	0.975	0.920	0.819	1.000
標準差	0.131	0.075	0.039	0.123	0.062	0.110	0.138	0.115	0.045	0.123	0.050	0.113		
最小值	0.617	0.741	0.861	0.673	0.816	0.617	0.611	0.645	0.848	0.666	0.832	0.611		
效率值=1 戶數	3	9	14	8	9	43	4	7	15	7	10	43		
AE														
平均	0.873	0.928	0.912	0.875	0.909	0.900	0.775	0.832	0.850	0.821	0.867	0.831	0.000***	0.000***
標準差	0.119	0.056	0.094	0.062	0.090	0.086	0.127	0.088	0.150	0.138	0.153	0.134		
最小值	0.637	0.826	0.713	0.757	0.694	0.637	0.619	0.679	0.595	0.499	0.601	0.499		
效率值=1 戶數	2	2	9	0	4	17	2	1	7	1	6	17		

資料來源：本研究。

註：1. 因使用簡單平均之故，TE 與 AE 的乘積不完全等於 CE。

2. *代表在 10%顯著水準下顯著，**代表在 5%顯著水準下顯著，***代表在 1%顯著水準下顯著。

然而若觀察加入 AE 之要素配置改變效果的 CE 數值，則可發現兩個方法之結果有顯著差異，Färe *et al.* 方法之平均值 0.769 明顯低於 Tone 方法之 0.832，顯示在 1996 至 2000 年間，調整後之 CE 因而提高的效果很明顯，此種情況同樣出現於 AE 中。

其次，由表 7 可看到在 2003 至 2007 年間，兩個方法之 TE 值同樣未出現明顯差異，但 CE 檢定結果則不盡相同，顯示酪農戶要素價格差異在此期間對 CE 的影響相對較小，但對 AE 則仍然有顯著之影響。代表不同酪農戶所支付的不同價格對於酪農戶效率衡量結果存在顯著影響力，因此，本文後面分析將以 Tone 方法為主。

表 7 2003~2007 年 Färe *et al.* 與 Tone 方法之效率值比較

	Tone (2002)方法						Färe <i>et al.</i> (1985) 方法						差異檢定之 P 值	
	03	04	05	06	07	03-07	03	04	05	06	07	03-07	wilcoxon	sign
CE														
平均	0.698	0.603	0.640	0.721	0.608	0.655	0.702	0.575	0.548	0.655	0.533	0.610	0.005***	0.336
標準差	0.174	0.226	0.153	0.236	0.210	0.201	0.235	0.214	0.144	0.219	0.132	0.206		
最小值	0.401	0.240	0.313	0.402	0.363	0.240	0.217	0.214	0.269	0.376	0.382	0.214		
效率值=1 戶數	2	2	0	4	0	8	3	2	0	3	0	8		
TE														
平均	0.938	0.835	0.841	0.908	0.875	0.879	0.960	0.860	0.837	0.916	0.884	0.892	0.177	0.118
標準差	0.069	0.138	0.150	0.120	0.119	0.126	0.060	0.134	0.138	0.084	0.093	0.115		
最小值	0.796	0.554	0.592	0.646	0.692	0.554	0.816	0.525	0.564	0.749	0.697	0.525		
效率值=1 戶數	7	5	4	7	3	26	11	6	4	4	1	26		
AE														
平均	0.744	0.708	0.762	0.783	0.688	0.739	0.726	0.655	0.654	0.705	0.601	0.675	0.000***	0.004***
標準差	0.175	0.184	0.137	0.194	0.198	0.175	0.220	0.174	0.137	0.187	0.123	0.178		
最小值	0.401	0.433	0.484	0.525	0.459	0.401	0.217	0.408	0.477	0.454	0.453	0.217		
效率值=1 戶數	2	2	0	4	0	8	3	2	0	3	0	8		

資料來源：本研究。

註：同表 6 註 2。

我們進一步將 CE 值根據兩個方法所得大小關係分類，並與酪農戶之飼料價格（包含精料與粗料兩種）作比較，發現一個有趣的結果。亦即由表 8 可看到在兩個期間中，由於 Tone 方法相當於假設所有要素價格為 1，在改以成本為基礎計算方法後，CE 值提高者之酪農戶的飼料價格較低，反之 CE 值變低者之飼料價格相對較高，而價格居中者變化則較小。換言之，雖然 CE 包含了 AE 的效果在內，但似乎與 TE 一樣，單位價格較低酪農戶因改以成本為基礎來計算而得到較高 CE 值的結果，而單位價格較高之酪農戶則得到較低 CE 值。

表 8 Färe *et al.* 與 Tone 方法之 CE 效率值與飼料價格之比較

	CE		TE		AE		粗料價格 (元/公斤)	精料價格 (元/公斤)	戶數
	Tone	Färe	Tone	Färe	Tone	Färe			
1996~2000 年									
Tone>Färe	0.792	0.672	0.895	0.881	0.883	0.763	3.39	7.77	53
Tone=Färe	1	1	1	1	1	1	4.39	8.77	13
Tone<Färe	0.826	0.906	0.948	0.985	0.872	0.919	5.32	9.74	16
2003~2007 年									
Tone>Färe	0.656	0.510	0.873	0.863	0.750	0.590	4.12	9.10	40
Tone=Färe	0.887	0.887	0.964	0.970	0.906	0.902	5.50	8.97	10
Tone<Färe	0.586	0.657	0.861	0.907	0.675	0.718	6.14	11.56	31

資料來源：本研究。

另一方面如比較表 6 與表 7 也可觀察到，在 1996 至 2000 年間，三個組別之 TE 值，不管以何項方法衡量，都得到 CE 值變高組別之飼料價格最低，並對應最小 TE 值，而 CE 值變低組別之飼料價格最高，並對應次高 TE 值，CE 值不變組別之飼料價格居中，並對應最高 TE 值。但 2003 至 2007 年間，則只有飼料價格居中組別之 CE 值不變，並對應最高 TE 值。因此，我們雖未直接以飼料價格為依據來分析其影響，這樣的結果在某種程度上仍顯示 1996 至 2000 年間，酪農戶可能會因使用品質較好但較貴的投入而產出提高，從而得到較佳的 TE 結果，然而，在 2003 至 2007 年間這樣的現象則較不明顯。加上飼料價格居中者之 TE 值表現最佳，反映出使用高價飼料並非良好生產績效的保證。

4.3 視窗分析

如前所言，我們可利用視窗分析幫助我們確認酪農戶效率值的變化趨勢是否穩定，因此，本文在 1996 至 2000 與 2003 至 2007 年間分別進行三年為一期的視窗分析，並依循 Charnes *et al.* (1985) 的做法，計算有重複出現於不同視窗期間中年之效率值的變異數，從而依照變異數大小進行穩定度的分類，結果分別呈列於表 9 與表 10。

表 9 1996~2000 年三年為一期之視窗分析效率值

酪農戶 編號	CE					TE						
	96-98	97-99	98-00	平均	變異數 *100	分散度 組別	96-98	97-99	98-00	平均	變異數 *100	分散度 組別
85N1	1			1			1			1		
85M1	0.722			0.722			0.906			0.906		
85M3	0.532			0.532			0.617			0.617		
85S1	0.637			0.637			1			1		
85S2	0.681			0.681			0.833			0.833		
85S3	0.699			0.699			0.762			0.762		
85S4	0.618			0.618			0.679			0.679		
85S6	0.791			0.791			0.962			0.962		
85S9	0.590			0.590			0.697			0.697		
85S10	0.594			0.594			0.792			0.792		
85S11	0.671			0.671			0.856			0.856		
85S14	1			1			1			1		
85S20	0.605			0.605			0.988			0.988		
86N1	0.897	0.897		0.897	0	A	1	1		1	0	A
86N4	0.635	0.635		0.635	0	A	0.812	0.812		0.812	0	A
86N7	0.991	1		0.996	0.004	A	1	1		1	0	A
86M1	0.856	0.859		0.858	0.000	A	0.872	0.873		0.873	0.000	A
86M2	0.937	0.937		0.937	0	A	0.998	0.998		0.998	0	A
86M5	0.856	0.877		0.867	0.022	A	1	1		1	0	A
86M6	0.807	0.807		0.807	0	A	0.969	0.941		0.955	0.039	A
86S1	0.893	0.893		0.893	0	A	1	1		1	0	A
86S2	1	1		1	0	A	1	1		1	0	A
86S3	0.795	0.848		0.822	0.140	A	0.905	1		0.953	0.451	A
86S6	0.894	0.894		0.894	0	A	0.938	0.92		0.929	0.016	A
86S9	0.914	0.914		0.914	0	A	1	1		1	0	A
86S10	1	1		1	0	A	1	1		1	0	A
86S11	1	1		1	0	A	1	1		1	0	A
86S14	0.960	0.960		0.960	0	A	1	1		1	0	A
87N1	0.724	1	1	0.908	2.539	C	1	1	1	1	0	A
87N4	1	1	1	1	0	A	1	1	1	1	0	A
87N5	1	1	1	1	0	A	1	1	1	1	0	A
87N6	1	1	1	1	0	A	1	1	1	1	0	A
87N7	1	1	1	1	0	A	1	1	1	1	0	A
87M1	1	1	1	1	0	A	1	1	1	1	0	A
87M2	0.896	0.896	0.867	0.886	0.028	A	1	1	1	1	0	A
87M3	1	1	1	1	0	A	1	1	1	1	0	A
87M5	0.953	1	1	0.984	0.074	A	1	1	1	1	0	A
87M6	1	1	1	1	0	A	1	1	1	1	0	A
87S1	0.859	0.859	0.859	0.859	0	A	1	1	1	1	0	A
87S2	0.791	0.791	0.779	0.787	0.005	A	0.926	0.926	0.908	0.920	0.011	A
87S3	0.843	0.843	0.843	0.843	0	A	1	1	1	1	0	A
87S4	1	1	1	1	0	A	1	1	1	1	0	A

表 9 1996~2000 年三年為一期之視窗分析效率值 (續)

酪農戶 編號	CE						TE					
	96-98	97-99	98-00	平均	變異數 *100	分散度 組別	96-98	97-99	98-00	平均	變異數 *100	分散度 組別
87S6	0.849	0.849	0.870	0.856	0.015	A	1	1	1	1	0	A
87S9	0.740	0.740	0.740	0.740	0	A	0.861	0.861	0.870	0.864	0.003	A
87S10	1	1	1	1	0	A	1	1	1	1	0	A
87S11	0.869	0.878	0.898	0.882	0.022	A	0.982	0.982	0.998	0.987	0.009	A
87S13	0.688	0.688	0.655	0.677	0.036	A	0.919	0.919	0.923	0.92	0.001	A
87S14	0.828	0.828	0.828	0.828	0	A	0.977	0.977	0.978	0.977	0.000	A
88N2		0.910	0.910	0.910	0	A		1	1	1	0	A
88N4		0.952	0.952	0.952	0	A		1	1	1	0	A
88N5		1	0.983	0.992	0.014	A		1	1	1	0	A
88N6		0.794	0.794	0.794	0	A		0.861	0.886	0.874	0.031	A
88M1		0.871	0.871	0.871	0	A		1	1	1	0	A
88M3		0.732	0.699	0.716	0.054	A		0.857	0.843	0.850	0.010	A
88M5		0.777	0.779	0.778	0.000	A		1	1	1	0	A
88M6		1	1	1	0	A		1	1	1	0	A
88S1		0.943	0.943	0.943	0	A		1	1	1	0	A
88S2		0.606	0.598	0.602	0.003	A		0.676	0.697	0.687	0.022	A
88S3		0.704	0.694	0.699	0.005	A		0.958	0.787	0.873	1.462	B
88S4		0.611	0.611	0.611	0	A		0.754	0.761	0.758	0.002	A
88S6		0.691	0.691	0.691	0	A		0.775	0.774	0.775	0.000	A
88S9		0.548	0.548	0.548	0	A		0.695	0.703	0.699	0.003	A
88S10		0.712	0.689	0.701	0.026	A		0.827	0.918	0.873	0.414	A
88S11		0.801	0.799	0.800	0.000	A		1	1	1	0	A
88S13		0.934	0.931	0.933	0.000	A		0.956	0.954	0.955	0.000	A
88S14		0.694	0.689	0.692	0.001	A		0.739	0.76	0.750	0.022	A
89N2			0.824	0.824					1	1		
89N4			1	1					1	1		
89N5			1	1					1	1		
89N6			0.94	0.940					1	1		
89M3			1	1					1	1		
89M6			0.871	0.871					0.997	0.997		
89S1			1	1					1	1		
89S2			0.938	0.938					1	1		
89S3			0.881	0.881					1	1		
89S4			0.715	0.715					0.900	0.900		
89S9			0.658	0.658					0.951	0.951		
89S10			1	1					1	1		
89S11			0.758	0.758					0.821	0.821		
89S14			0.866	0.866					0.894	0.894		

資料來源：本研究。

註：1. 酪農戶編號中前兩碼數字代表年。

2. 變異數*100 是指該欄內數值為變異數乘於 100 後數值。分散度組別之類別意義分別為，A---變異數非常低($100S^2 \leq 1.0$)；B---變異數低($1.0 < 100S^2 \leq 2.0$)；C---變異數中等大小($2.0 < 100S^2 \leq 6.0$)；D---變異數高($6.0 < 100S^2$)。

表 10 2003~2007 年三年為一期之視窗分析效率值

酪農戶 編號	CE						TE					
	03-05	04-06	05-07	平均	變異數 *100	分散度 組別	03-05	04-06	05-07	平均	變異數 *100	分散度 組別
92N6	0.539			0.539			0.934			0.934		
92N8	0.707			0.707			0.989			0.989		
92N9	0.769			0.769			0.935			0.935		
92N11	0.966			0.966			1			1		
92N12	0.633			0.633			0.907			0.907		
92N14	0.641			0.641			1			1		
92M9	0.792			0.792			0.930			0.930		
92M10	0.525			0.525			1			1		
92M11	0.989			0.989			1			1		
92S3	1			1			1			1		
92S6	1			1			1			1		
92S9	0.443			0.443			0.814			0.814		
92S14	1			1			1			1		
92S15	0.401			0.401			1			1		
92S17	0.792			0.792			0.963			0.963		
92S19	1			1			1			1		
92S20	0.635			0.635			1			1		
92S23	0.607			0.607			1			1		
92S24	0.772			0.772			0.899			0.899		
93N6	0.460	0.765		0.613	4.651	C	0.775	0.884		0.830	0.594	A
93N9	0.568	0.740		0.654	1.479	B	0.981	1		0.991	0.018	A
93N11	0.657	0.689		0.673	0.051	A	0.945	0.826		0.886	0.708	A
93N12	0.360	0.634		0.497	3.754	C	0.696	0.799		0.748	0.530	A
93N14	0.507	0.721		0.614	2.290	C	0.837	0.731		0.784	0.562	A
93M7	0.520	0.789		0.655	3.618	C	0.768	0.880		0.824	0.627	A
93M9	1	1		1	0	A	1	1		1	0	A
93M10	0.240	0.549		0.395	4.774	C	0.570	0.631		0.601	0.186	A
93M11	0.853	0.849		0.851	0.001	A	1	0.882		0.941	0.696	A
93S3	1	1		1	0	A	1	1		1	0	A
93S4	0.430	0.792		0.611	6.552	D	0.669	0.815		0.742	1.066	B
93S6	0.518	0.792		0.655	3.754	C	0.832	1		0.916	1.411	B
93S9	0.625	0.938		0.782	4.898	C	0.891	1		0.946	0.594	A
93S14	0.671	0.787		0.729	0.673	A	0.716	0.818		0.767	0.520	A
93S17	0.360	0.787		0.574	9.116	D	0.809	0.851		0.830	0.088	A
93S19	0.932	0.853		0.893	0.312	A	1	1		1	0	A
93S20	0.495	0.754		0.625	3.354	C	0.910	0.962		0.936	0.135	A
93S23	0.512	0.763		0.638	3.150	C	0.996	1		0.998	0.001	A
93S24	1	0.964		0.982	0.065	A	1	1		1	0	A
93S30	0.891	1		0.946	0.594	A	1	1		1	0	A

表 10 2003~2007年三年為一期之視窗分析效率值(續)

酪農戶 編號	CE						TE					
	03-05	04-06	05-07	平均	變異數 *100	分散度 組別	03-05	04-06	05-07	平均	變異數 *100	分散度 組別
94N12	0.441	0.706	0.757	0.635	2.878	C	0.652	0.746	0.774	0.724	0.408	A
94M7	0.499	0.778	0.842	0.706	3.326	C	0.734	0.87	0.913	0.839	0.873	A
94M9	0.807	0.829	0.863	0.833	0.080	A	0.926	0.887	0.982	0.932	0.228	A
94M10	0.313	0.707	0.761	0.594	5.981	C	0.665	0.921	0.952	0.846	2.481	C
94M11	0.965	0.878	0.892	0.912	0.218	A	1	0.966	1	0.989	0.039	A
94S3	0.905	1	1	0.968	0.301	A	1	1	1	1	0	A
94S4	0.533	0.761	0.811	0.702	2.196	C	0.728	0.813	0.848	0.796	0.381	A
94S6	0.697	0.993	1	0.897	2.991	C	0.965	1	1	0.988	0.041	A
94S9	0.533	0.798	0.835	0.722	2.713	C	0.593	0.855	0.999	0.816	4.237	C
94S14	0.802	0.872	0.894	0.856	0.231	A	0.865	0.887	0.917	0.890	0.068	A
94S17	0.57	0.882	0.898	0.783	3.420	C	0.992	1	1	0.997	0.002	A
94S19	1	0.752	0.752	0.835	2.050	C	1	0.788	0.814	0.867	1.337	B
94S20	0.733	0.891	1	0.875	1.802	B	1	1	1	1	0	A
94S23	0.633	0.868	0.908	0.803	2.208	C	1	1	1	1	0	A
94S44	0.798	0.893	0.906	0.866	0.348	A	1	1	1	1	0	A
94S53	1	0.916	0.949	0.955	0.179	A	1	0.992	1	0.997	0.002	A
95N9		0.987	1	0.994	0.008	A		1	1	1	0	A
95N12		0.814	0.888	0.851	0.274	A		0.963	1	0.982	0.068	A
95M7		0.983	1	0.992	0.014	A		1	1	1	0	A
95M9		1	1	1	0	A		1	1	1	0	A
95M11		0.967	0.979	0.973	0.007	A		1	1	1	0	A
95S4		0.819	0.886	0.853	0.224	A		0.947	0.952	0.950	0.001	A
95S6		0.88	0.94	0.910	0.180	A		1	1	1	0	A
95S14		1	1	1	0	A		1	1	1	0	A
95S17		0.784	0.846	0.815	0.192	A		0.904	0.921	0.913	0.014	A
95S19		1	1	1	0	A		1	1	1	0	A
95S20		0.768	0.831	0.800	0.198	A		0.991	0.985	0.988	0.002	A
95S23		0.726	0.815	0.771	0.396	A		1	1	1	0	A
95S52		0.932	1	0.966	0.231	A		1	1	1	0	A
95S53		1	1	1	0	A		1	1	1	0	A
96M9			0.866	0.866					1	1		
96S4			0.773	0.773					0.912	0.912		
96S9			0.753	0.753					0.772	0.772		
96S14			0.854	0.854					0.916	0.916		
96S17			0.776	0.776					0.856	0.856		
96S19			0.924	0.924					0.966	0.966		
96S20			0.801	0.801					1	1		
96S23			0.800	0.800					1	1		
96S52			0.878	0.878					0.885	0.885		

資料來源：本研究。

註：同表9。

根據表 9 可發現，在 1996 至 2000 年間，前後年資料點之增減對 CE 與 TE 值的影響都非常小，兩項效率值各自 53 個變異數中，皆有 52 個是屬於非常低度的變異，占了 98.1%。隱含在此期間中，酪農戶之生產技術並未出現太大變化，因此無效率酪農戶的效率參考點並未因為資料點的變動而有明顯改變。

根據表 10 可發現，在 2003 至 2007 年間，CE 值的變化相對較大，但 TE 值仍相當穩定。50 個有計算變異數之 TE 值中有 90% 是屬於非常低度的變異，而且各年中皆有出現效率值等於 1 的效率廠商，顯示酪農戶生產邊界的移動也未出現太大變化。至於 CE，只有 56% 屬於非常低度的變異，但若計算屬於中度以下的變異比例仍達 96%。顯示此段期間中，邊界的移動對分配效率產生了比較大的影響，但 CE 值的變化仍屬穩定。變化比較大的發生在 2004 與 2005 兩個年，酪農戶的效率值幾乎都隨新一年資料的加入而提高。

綜合言之，根據視窗分析結果，1996 至 2000 年間效率值的變化是相當地穩定，然而 2003 至 2007 年間穩定度較低，因此，以下除就前述之 Tone 方法所計算的跨期邊界效率值作較為詳盡的分析外，尚於附錄中，根據視窗分析效率平均值（即表 9 與表 10 中之平均欄的數值），提供與下面 4.4 節相同之檢定結果，以資參考比較。

4.4 效率值之分析與檢定

首先依據兩個區間之平均結果來分析，由表 11 可得 1996~2000 年與 2003~2007 年之 CE 值分別為 0.832 與 0.655，顯示酪農戶可以分別節省 16.8% 與 34.5% 的成本而仍然可以生產其原有的產出，而此成本之節省分別可透過減少要素使用數量 7.8% 與 12.1%，以及調整 10% 與 24.1% 之要素組合來達成。由此可知，酪農戶在不影響其產出情況下，仍有不少可以藉由技術與成本來改善其經營績效之空間。

其次，根據變異數分析 (Analysis of Variance，以下簡稱 ANOVA)，在 5% 顯著水準下，2003 至 2007 年的三種效率值 (CE、TE 與 AE) 皆顯著較 1996 至 2000 年為低，以無母數之 Kruskal-Wallis H (以下簡稱 K-W) 統計量來檢定亦獲得類似結果，代表酪農戶相對無效率之戶數變多 (請參考表 6 與表 7)，且無效率的狀況也變得較為嚴重。由於 2003 至 2007 年之飼料價格相對較 1996 至 2000 年為高 (參考表 8)，因此，此現象顯示出因酪農戶未能根據價格變動即時調整其要素配置，導致分配效率降低的幅度較技術效率部分來得顯著。

而根據附表 1，我們可發現，如前所言，由於 1996 至 2000 年間視窗分析效率值的變化相當地穩定，而 2003 至 2007 年間穩定度較低，亦即此區間中之生產邊界或者說生產技術出現較大變化，因此，1996 至 2000 年間視窗分析效率之平均值，與表 11 之跨期邊界結果相當接近，而 2003 至 2007 年間，則兩者之差異較大。且因為視窗分析中所包含樣本所橫跨期間較短，所以得到較高之效率值。雖然如此，根據附表 1，兩個期間結果之比較，除了 TE 之差異不再顯著外，所觀察結果方向大致與上一段分析相同。

表 11 兩個區間效率值之比較

	CE	TE	AE
1996 至 2000 年	0.832	0.922	0.900
2003~2007 年	0.655	0.879	0.739
F 檢定之 P 值	0.000***	0.023**	0.000***
K-W 檢定之 P 值	0.000***	0.011**	0.000***

資料來源：本研究。

註：同表 6 註 2。

接下來分析酪農戶飼養乳牛規模與其經營效率的關係，在此將酪農戶按乳牛飼養總頭數多寡區分為小於 150 頭、介於 150 與 200 頭之間，以及大於 200 頭等小、中、大 3 個規模等級，並據此來比較這 3 個等級酪農戶技術效率的表現差異。根據表 12 可發現，兩個時期效率最高者皆為飼養頭數在

200 頭以上之大型酪農戶，中、小規模間差異則比較小。同樣以 ANOVA 與 K-W 來檢定，1996 至 2000 年之不同規模的 CE 與 TE 皆分別在 10%與 5%顯著水準下有明顯差異；而 2003 至 2007 年的差異又更明顯，CE、TE 與 AE 皆在 5%顯著水準下有明顯不同。顯示台灣較大型酪農戶普遍較中小型酪農戶享有較佳之生產績效，此結果與 Barnes (2006) 相同。同時參考表 13 之飼料價格也可發現，在 2003 至 2007 年間，較大生產規模酪農戶所使用之飼料價格相對較中小規模者為低，因此，在某種程度上說明，規模較大酪農戶擁有較高降低飼料單位成本之能力，進而得到較高之成本效率。

表 12 規模、地區與飼料別效率值之比較

	1996~2000 年			2003~2007 年		
	CE	TE	AE	CE	TE	AE
飼養規模						
~150	0.852	0.941	0.903	0.586	0.879	0.651
150~200	0.780	0.878	0.890	0.579	0.842	0.693
200~	0.868	0.948	0.910	0.854	0.941	0.907
F 檢定之 P 值	0.078*	0.047**	0.769	0.000***	0.016**	0.000***
K-W 檢定之 P 值	0.057*	0.029**	0.525	0.000***	0.015**	0.000***
所在地區						
北部	0.913	0.975	0.934	0.592	0.845	0.696
中部	0.857	0.941	0.909	0.687	0.860	0.778
南部	0.793	0.896	0.884	0.664	0.895	0.739
F 檢定之 P 值	0.006***	0.025**	0.102	0.403	0.357	0.457
K-W 檢定之 P 值	0.005***	0.012**	0.110	0.390	0.242	0.499
是否使用 TMR						
未使用	0.866	0.942	0.915	0.600	0.833	0.706
有使用	0.791	0.898	0.881	0.692	0.909	0.761
F 檢定之 P 值	0.017**	0.079*	0.073*	0.047**	0.008***	0.181
K-W 檢定之 P 值	0.011**	0.047**	0.062*	0.037**	0.007***	0.205

資料來源：本研究。

註：1. 同表 6 註 2。

2. 表中粗體字之數值為各類別中之最大值。

接下來比較酪農戶地理位置的影響，同樣根據表 12，依照北、中、南三個區域區分的結果，只有 1996 至 2000 年間之 CE 與 TE 數值有明顯差異，其高低順序依次為北、中、南，但 2003 至 2007 年間，此差異就已不復存在。顯示早期位於北部的酪農戶可能因為資訊獲得比較充分快速，經營能力比較佳，但隨著資訊的普及，以及各地區試驗所的輔導，區域差距隨之縮減。

最後分析飼料使用方式差異的影響，在此僅以酪農戶是否有使用 TMR 來加以比較。傳統上，國內酪農使用的芻料主要包括國產之盤固草與狼尾草等禾本科、進口苜蓿豆科，以及其他副產物等（註 10），近年來，為節省人工，TMR 的使用已逐漸成為主流。表 12 中顯示是否有使用 TMR 在 1996 至 2000 年與 2003 至 2007 年間有不同的影響。早期未使用 TMR 的酪農戶效率較高，而後轉變為有使用 TMR 之酪農戶績效變佳。其中原因或許是因早期對於此類混合飼料的使用知識與經驗還不足，到 2000 年代以後才逐漸成熟，使用的數量也變多（請參考表 5），添加的效果才得以顯現。由於目前蛋白質含量高之苜蓿主要自澳洲進口，其價格相對較高，因此，為了降低成本，國內如何自行提供生產 TMR 所需的青割玉米原料，讓酪農可以用較低成本製造 TMR 以提高其生產績效，是政府相關當局未來可以努力的方向。

至於視窗分析效率值根據上述三項因素分析的結果，根據附表 2 可發現，除了檢定顯著性的差異外，其結果基本上也都大致與上述分析相似。

表 13 不同飼養規模之飼料價格

單位：元 / 公斤

飼養頭數	1996~2000 年		2003~2007 年	
	粗料	精料與 TMR	粗料	精料與 TMR
~150	3.92	8.14	5.83	9.57
150~200	3.80	8.29	4.94	10.76
200~	3.96	8.63	4.44	9.30

資料來源：本研究。

V、結論與建議

為保障國內鮮乳之供應能滿足國人需求，雖然政府一直對於酪農戶提供許多產業調整之技術支援與輔導，但近年來面對進口芻料價格持續上漲的壓力，酪農戶仍必須在飼料配方與要素配置上採取一些積極的因應措施。本文採用 Tone (2002) 的方法，分析台灣酪農戶 1996 至 2000 與 2003 至 2007 年兩個期間之成本、技術與分配效率之變化。在考量酪農經營之固定投入限制因素下，與傳統 Färe *et al.* (1985) 之結果加以比較，發現不同方法確實對酪農戶之成本效率與分配效率有所影響，但對技術效率則無顯著之影響。

再就效率值來看，在 1996 至 2000 年與 2003 至 2007 年兩段期間，酪農戶可以分別節省 16.8 % 與 34.5% 的成本而仍然可以生產其原有的產出，而此成本之節省，分別可透過減少要素使用 7.8% 與 12.1%，以及調整 10% 與 24.1% 要素配置來達成。一方面顯示這些酪農戶之改善空間與改善方式外，另一方面也顯示這些樣本酪農戶經營績效之差距在兩段期間有擴大之現象，尤其是在分配效率方面。

而根據樣本期間、規模、地理位置與是否使用 TMR 等因素的比較結果發現：2003 至 2007 年的成本效率值較 1996 至 2000 年明顯降低，可能因為飼料價格上漲但酪農戶未同時因應調整其要素配置，以至於分配效率因而降低而引起。在規模方面，飼養頭數大於 200 頭以上酪農戶的績效明顯較中小型者為佳；地理位置在近期已非影響因素；而使用 TMR 的影響在兩個期間剛好相反，其原因為 1996 至 2000 年間農戶對 TMR 的認識尚不很清礎，而後隨時間延續政府相關單位舉辦各種講習，酪農經過教育訓練較懂得如何調配飼料使營養達到均衡，發揮技術效率。由於青割玉米是 TMR 的主要原料，因此，如何推廣青割玉米的種植，讓酪農可以由國內取得較便宜與充分的貨源，也是值得農政單位思考的問題。

綜言之，根據本文目前的分析結果，酪農戶為改善其經營績效，除了擴大經營規模外，還應對飼料上漲的情勢做出較為積極的調整與因應。尤其值得注意的是，根據效率結果與飼料價格的分類分析中可發現，使用高價或高品質飼料並非良好生產績效的保證，還必須搭配飼料轉換後對產乳品質之精密追蹤與進行微調。因此，政府應投入更多的心力在資訊技術之引進與推廣，協助酪農戶透過電腦資訊之系統管理來找出較適當之要素組合。除此之外，也應當進一步建立讓酪農戶享受規模經濟效果的環境，尋找出吸引這些酪農戶合作與擴大規模之誘因機制，方能有效提昇酪農戶之經營效率與降低成本。

最後，由於本文所用之樣本酪農戶時有更迭，每年之家數與酪農戶並不固定，無法產生足夠的平衡之縱橫資料 (Balanced Panel Data)，以致無法進行跨期之生產力變動的比較。為提高這種分析方法在政策分析上的實務價值，在此建議農政單位未來應規劃較全面之酪農戶成本調查，以進一步分析酪農之生產力以及生產技術的變動情形，當能提供更充分的分析結果供政策參考。

附 註

1. Fukuyama 與 Weber (2004) 係將 Tone (2002) 所使用之距離函數改為方向距離函數來衡量效率。Färe 與 Grosskopf (2006) 則是將成本效率定義為最適生產成本與所使用成本間之標準化差距 (Normalized Difference)，取代傳統利用最適生產成本與所使用成本之比值來衡量成本效率的方式。Ray *et al.* (2008) 考量要素價格之差異可能是來自廠商所在地點 (Location) 的不同所引起，因此提出可以處理不同區位要素價格不同之成本效率衡量模型。
2. 向酪農收購生乳三大乳品廠為統一、味全、光泉，其它小廠如佳格、愛之味、將軍、養樂多等的收購價格標準常跟隨三大乳品廠訂定，故三大乳品廠形成寡佔市場局面。
3. 就生產要素市場而言，由於每戶使用的精料營養成分均不同，而粗料包含狼尾草、百慕達草、小康草、燕麥等不同種類，加上來源分國產與進口可以選擇，故酪農戶使用

之飼料品質與營養成分有差異，導致使用的要素不可能完全同質。此外，根據樣本戶之成本資料去計算飼料價格可發現，在 2003 至 2007 年間，較大生產規模酪農所使用之飼料價格相對較中小規模者為低，亦即酪農戶議價能力也是造成飼料價格不同的原因之一。

4. 可參考 Coelli *et al.* (2005) 7.3 小節對考慮固定要素之 DEA 模型的說明。
5. 年資料統計期間為前一年之七月至當年的六月止，例如 1998 年的資料期間為 1998 年 7 月至 1999 年 6 月。
6. 在此乳牛總頭數包括經產牛頭數與其它牛頭數，兩者頭數的計算係採農場管理分析法，以動物單位 (Animal Unit) 將各種不同大小的頭換算為以泌乳牛為單位的方式來衡量；亦即，其中，經產牛頭數 = 擠乳牛頭數 ÷ 305 日 × 360 日，其它乳牛頭數 = (在養頭數 - 經產牛頭數) × 0.7，這個方法與技術服務團北團所採用計算方法相同。
7. 生乳的品質主要根據生乳之營養成分與含菌數多寡亦即衛生條件來決定。
8. TMR 指切碎之青割玉米、狼尾草或其它粗料，搭配精料混合而成的一種省工飼料。
9. Wilcoxon 符號等級檢定基本上較適用於母體分配對稱情況下，但觀察表 14 與表 15 之次數分配，可發現樣本分配並不盡然對稱，因此同時進行不需對稱假設之符號檢定以作為輔助。
10. 傳統上國內酪農芻料，47%來自國產（以盤固草與狼尾草等禾本科為主，蛋白含量低，且冬季容易缺料）、48%來自進口（以苜蓿豆科為主，植物蛋白質含量高），以及 5%之其他副產物。

參考文獻

- 呂秀英，2005。「台灣酪農經營記帳效益分析」，『農業金融論叢』。53輯，249-284。
- 黃文意，2006。「草食動物芻料供應之執行成果及展望」，『農政與農情』。166期，台北：行政院農委會。取自 <http://www.coa.gov.tw/view.php?catid=11067>。
- Asmild, M., J. C. Paradi, V. Aggarwall, and C. Schaffnit, 2004. "Combining DEA Window Analysis with the Malmquist Index Approach in a Study of the Canadian Banking Industry," *Journal of Productivity Analysis*. 21: 67-89.
- Barnes, A. P., 2006. "Does Multi-Functionality Affect Technical Efficiency? A Non-Parametric Analysis of the Scottish Dairy Industry," *Journal of Environmental Management*. 80: 287-294.
- Charnes, A., C. T. Clark, W. W. Cooper, and B. Golany, 1985. "A Development Study of Data Envelopment Analysis in Measuring the Efficiency of Maintenance Units in the U. S. Air Force," *Annals of Operations Research*. 2: 95-112.
- Coelli, T. J., D.S. P. Rao, C. J. O'Donnell, and G. E. Battese, 2005. *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. New York: Springer Science+Business Media, Inc.
- Camanho, A. S. and R. G. Dyson, 2008. "A Generalization of the Farrell Cost Efficiency Measure Applicable to Non-fully Competitive Setting," *Omega, The International Journal of Management Science*. 36: 147-162.
- Färe, R., S. Grosskopf, and C.A.K. Lovell, 1985. *The Measurement of Efficiency of Production*. Boston: Kluwer-Nijhoff Publishers.
- Färe, R. and S. Grosskopf, 2006. "Resolving a Strange Case of Efficiency," *Journal of the Operational Research Society*. 57: 1366-1368.
- Farrell, M.J., 1957. "The Measurement of Productive Efficiency," *Journal of the Royal Statistical Society*. Series A: 253-281.
- Friedman, L. and Z. Sinuany-Stern, 1998. "Combining Ranking Scales and Selecting Variables in the DEA Context: the Case of Industrial Branches," *Computers and Operations Research*. 25(9): 781-791.

- Fukuyama, H. and W. L. Weber, 2004. "Economic Inefficiency Measurement of Input Spending When Decision-Making Units Face Different Input Prices," *Journal of the Operational Research Society*. 55: 1102-1110.
- Hansson, H., 2007. "Strategy Factors and Restraints on Dairy Farm Performance: Evidence from Sweden," *Agricultural System*. 94: 726-737.
- Ray, S. C., L. Chen, and K. Mukherjee, 2008. "Input Price Variation across Locations and A Generalized Measure of Cost Efficiency." *International Journal of Production Economics*. 116: 208-218.
- Sueyoshi, T. and S. Aoki, 2001. "A Use of a Nonparametric Statistic for DEA Frontier Shift: the Kruskal and Wallis Rank Test," *Omega, The International Journal of Management Science*. 29: 1-18.
- Sun, S., 2002. "Measuring the Relative Efficiency of Police Precincts Using Data Envelopment Analysis," *Socio-Economic Planning Sciences*. 36: 51-71.
- Tauer, L. W., 1993. "Short-Run and Long-Run efficiencies of New York Dairy Farms," *Agricultural and Resource Economics Review*. 22(1): 1-9.
- Tone, K., 2002. "A Strange Case of the Cost and Allocative Efficiencies in DEA," *Journal of the Operational Research Society*. 53: 1225-1231.
- Tulkens, H. and P. Vanden Eeckaut, 1995. "Non-parametric Efficiency, Progress and Regress Measures for Panel Data: Methodological Aspects," *European Journal of Operational Research*. 80: 474-499.

附 錄

附表 1 兩個區間視窗分析效率值之比較

	CE	TE	AE
1996~2000 年	0.844	0.937	0.899
2003~2007 年	0.793	0.935	0.846
F 檢定之 P 值	0.036**	0.909	0.004***
K-W 檢定之 P 值	0.037**	0.321	0.022**

資料來源：本研究。

附表 2 規模、地區與飼料別視窗分析效率值之比較

	1996~2000 年			2003~2007 年		
	CE	TE	AE	CE	TE	AE
飼養規模						
~150	0.866	0.957	0.902	0.735	0.929	0.785
150~200	0.789	0.894	0.882	0.761	0.917	0.828
200~	0.880	0.953	0.918	0.909	0.971	0.935
F 檢定之 P 值	0.059*	0.031**	0.496	0.000***	0.083*	0.000***
K-W 檢定之 P 值	0.034**	0.014**	0.286	0.000***	0.106	0.000***
所在地區						
北部	0.932	0.982	0.948	0.699	0.908	0.768
中部	0.872	0.953	0.914	0.805	0.927	0.858
南部	0.802	0.914	0.875	0.817	0.945	0.863
F 檢定之 P 值	0.002***	0.039**	0.014**	0.050**	0.346	0.073*
K-W 檢定之 P 值	0.003***	0.006***	0.019**	0.030**	0.247	0.042**
是否使用 TMR						
未使用	0.875	0.950	0.918	0.782	0.905	0.857
有使用	0.806	0.921	0.875	0.801	0.955	0.837
F 檢定之 P 值	0.029**	0.196	0.038**	0.612	0.014**	0.539
K-W 檢定之 P 值	0.011**	0.109	0.022**	0.546	0.028**	0.452

資料來源：本研究。

The Cost Efficiency of the Dairy Farms Participating in the Record-Keeping Program in Taiwan

Shiu-Yin Leu^{*}, Po-Chi Chen^{**}, and Ching-Cheng Chang^{***}

In order to explore the performances of Taiwan's dairy production, this paper adopts the Data Envelopment Analysis (DEA) to evaluate the cost efficiency, technical efficiency and allocative efficiency of the dairy farms participating in the record-keeping program in Taiwan across the periods of 1996-2000 and 2003-2007. The approach developed by Tone (2002) is employed to compare with the traditional method of Färe et al. (1985). Empirical results show that the average cost efficiency during 2003-2007 deteriorates as compared to the period of 1996-2000. The possible explanation is that farmers fail to respond promptly to adjust their input mixes for the increase of feed price which lower their allocative efficiency. Besides, the location of farms is no longer a factor influencing farms' performance after 2003. However, scale expansion and the use of more Total Mixed Ration (TMR) are beneficial to the cost efficiency performance. Thus, it is important for government to use proper strategy to encourage farms to expand their operating scales and to improve their allocative efficiency.

Keywords: Data Envelopment Analysis, Cost Efficiency, Dairy Farms

* Research Fellow, Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

** Associate Professor, Department of International Business, Chung Hua University.
(Corresponding Author)

*** Research Fellow, Institute of Economics, Academia Sinica and Professor, Department of Agricultural Economics, National Taiwan University.