

應用模糊理論與灰關聯分析評估 台灣鮮食鳳梨品質之研究

APPLICATION OF FUZZY THEORY AND GREY RELATION ANALYSIS TO EVALUATE FRESH PINEAPPLES

彭克仲

國立屏東科技大學農企業管理系

Ke-Chung Peng

Department of Agribusiness Management

National Pingtung University of Science and Technology.

摘 要

台灣地區歷年來所育成之鮮食鳳梨品種相當多，如何對鮮食鳳梨品種做適切之評價及品種屬性是否符合育種專家、生產者及消費者三者之需求，即成為當前產業發展關鍵成功要素之一。

本文應用灰關聯分析及模糊理論，對市售六種鳳梨品質測定其園藝性狀及品質屬性，首先以消費者偏好之模糊數為權重求得消費對鳳梨品質的偏好度，再納入育種專家、生產者對鳳梨品種品質之需求，最後，應用灰關聯分析來分辨目前市售之鮮食鳳梨品種之品質優劣。

本文研究探討得知目前市售鮮食鳳梨品種綜合品質評價之排序為：台農 11 號、台農 16 號、台農 13 號、開英種、台農 17 號、台農 6 號。未來農政單位除不斷研發新品種外，尚應納入生產者及消費者對品質之需求。

關鍵詞：灰關聯分析、模糊集合理論、鮮食鳳梨

ABSTRACT

A lot of different varieties of fresh pineapple have been developed in Taiwan. How to adequately evaluate the quality for fresh pineapples and whether the variety attribute satisfy with breeding experts, producers and consumers' needs is therefore the one of the

key successful factors for the industrial development.

This study uses fuzzy set theory and grey relation analysis to test the horticultural characteristics of quality attribute for six varieties of fresh pineapples selling in market. The weights of fuzzy number from the consumer preference are introduced into the grey relation analysis system to distinguish the variety quality of fresh pineapples. Then the value of grey relation is calculated based on the expected quality from the breeding experts, producers and consumers.

The empirical results show that the rank order of quality evaluation for fresh pineapples are listed as follows: TN No.11, TN No.16, TN No.13, Cayenne, TN No. 17 and TN No.6, respectively. The empirical results also suggest that consumer preference and producers factors management have to be introduced into the future research and development for the new variety of fresh pineapples.

Key words: Grey Relation Analysis, Fuzzy Set Theory, Fresh Pineapples

壹、前言

鳳梨 (*Ananas comosus* (L.) Merr.) 俗稱王梨又名波羅，屬鳳梨科 (Bromeliaceae)。原產於南美洲巴西，分佈於以赤道中心南北緯 30 度間，現廣泛栽培於全球無霜害、氣候溫和、氣溫變化小及雨量分佈均勻，且日照充足之地區^[11]。果實富含水份、糖類、果酸、維生素及纖維質，為具有豐富營養之水果，也為國際貿易上相當重要之水果之一^[1]。

台灣地區鳳梨栽培始於十七世紀中葉，距今 300 餘年，當時的栽培品種，以在來種為主。因在來種果實小、花腔深，加工不方便，不適宜加工製罐，故於民國初年因應加工製罐需求，自 1929 年，由夏威夷引進開英種 (Smooth

Cayenne)，即為改良種；至 1938 年，改良種鳳梨之栽培面積已達 25% 以上。

1980 年代後，我鄰近的東南亞國家如泰國、菲律賓、馬來西亞等，憑優良自然條件及低廉勞力，致力鳳梨事業發展，以廉價產品在國際市場銷售。為因應此種變化，農政單位調整本省鳳梨產業發展，由過去的「罐頭外銷為主，鮮食內銷為輔」逐漸轉變為今日的「鮮食內銷為主，罐頭外銷為輔」之產銷型態，於是開始推廣鮮食鳳梨品種^[13]。最初以台農 4 號鳳梨為推廣對象，繼之推廣台農 11 號；1990 年再推廣台農 6 號，其中台農 4 號鳳梨大量外銷，尤以日本為主。又為提升本省鳳梨產業競爭力，政府積極朝品種多樣化與品質高級化進行研發。農試所嘉義分所在此段期間，陸續育成鮮食品種，如 13 號、16 號、17 號、18 號 (已命名登記) 等。

農作物在育種程序上大致可分為引種、選種、雜交育種及雜交品種之四大步驟，其中評選品種方面可分為混合選拔法、系統混合選拔法及分群混合選擇法等（鄭義雄、林國寶，1991）；在作物育種中，那些屬於“高抗病的”、“抗病的”、“高抗病的或是感病的”等，無法很清楚的分界及確切地指出某個植株屬於那種抗病類型，另外，如產量高低界線的判定也是屬於這類之問題，而這些正是屬於模糊集合可解決之問題（鄭俊昇，1996）。

過去對鳳梨品質的評估，大多應用園藝性狀進行測試分析（張清勤，1989），或是僅對於測定的每項予以評分，並給予排序或加以描述（柯立祥，1996），或有對台灣地區之鮮食鳳梨品種品質特性詳細說明且進一步探討各品種之生產適應期，以供鳳梨農生產作業之參考（張清勤，1995；張清勤、官青杉，1999）。這些方法過於簡略，未能考慮多元層面，又品質評價乃涉及主觀判斷，因此無法明確地衡量。此一問題具模糊性，隨著模糊理論（fuzzy theory）及灰色理論（grey theory）的發展與應用，有些學者開始應用這些方法對品質評價。如鄭俊昇（1996）、蘇志雄等（1998）分別以專家對 69 個茶樹品種官能評鑑，再利利用加權模糊群落分析法，並應用模糊語意及依隸屬度之觀念尋找模糊權重，以評定茶葉品種間品質差異；彭克仲等（2000）以育種專家之觀點並應用灰關聯度綜合評定鳳梨各品種品質之評價。

在過去的相關文獻中，大多以育種專家或是生產者之觀點評定，鮮少兼具育種專家、消費者及生產者之三方面觀點，共同對鮮食鳳梨加以評價之文獻。

如何對其品種做一適切之評價，即成為當前鳳梨產業發展關鍵成功要素之一。因此，本文之目的為在消費者、育種專家及鳳梨農之經營成本三方面考量下，評價及比較目前上市鳳梨品種之品質。

貳、鮮食鳳梨品質評價方法探討

品質的觀念近年來深受研發者、生產者及消費者之重視，不但重視有形產品之品質，而且隨著消費者權益意識的抬頭，無形產品品質也漸受到重視。就廣義而言，品質係指產品具有一致性的水準或超過顧客所期望的能力^[23]。不過，品質有時指產品之等級，或指物質特色、價格，有時又與產品屬性有關。因此品質的定義眾說紛紜，Garvin（1984）分別以哲學、產品、使用者、製造者及價值等五方面定義品質之意義；Stevenson（1996）認為品質的範圍包括性能、特色、可靠性、耐久性、品質認知及售後服務等。本文對優良品質之操作性定義為「組織所提供之產品，能兼符組織與消費者的需求」^[3]，亦即是優良的鳳梨品質應兼具生產成本低且滿足消費者獨特需求之特質。

育種專家們對果實品種品質之分析，包括果實重量、可溶性固形物含量（TSS）、可滴定酸含量、糖/酸比、果肉硬度、果汁 pH 值及維生素 C 含量等項目^[5、19]。其中：

- (1) 果實可溶性固形物（total soluble solid, TSS）含量：
利用攜帶式折射糖度計

(hand-refractometer ; Atago) 測定之，以 Brix 表示之。

- (2) 果實硬度：
利用日本製物性測定儀(Rheometer; CR-200D 型)之 5 號探針，面積 1cm^2 ，測定時先設定探針深入距離為 20mm，測定三點，以平均值表示之。
- (3) 果實可滴定酸含量：
果肉經加蒸餾水打碎及過濾，取澄清液以 0.1N 氫氧化鈉滴定，再利用 pH meter 測定滴定酸鹼度至 8.1，此為滴定終點。滴定結果按蘋果酸(malic acid)與氫氧化鈉之化學當量計算可滴定酸含量，結果以百分率表示。
- (4) 糖/酸比：
以可溶性固形物含量(糖度)除以相同貯藏天數之可滴定酸含量(酸度)而得。
- (5) 果汁 pH 值：
取適量果肉，以果汁機均勻打碎，再以 pH meter 直接測定而得。
- (6) 維生素 C(Vitamin C)：
取打碎及攪拌均勻之鳳梨原料，加入偏磷酸(HPO_3)緩衝液後過濾，澄清液以 Indophenol 溶液滴定至呈現粉紅色為止。計算還原型維生素 C 含量，單位以 mg/100g 表示。

這些品質分析項目之數據是為顯示出品種間各項測定值之高低，若在傳統主成份分析上，大多只能討論及說明測定項目之個別差異是否顯著，而無法強調其序列關鍵量，因此使得鮮食鳳梨在傳統統計分析上，無法完全表達出系統

內部所有訊息及彼此間的關聯性，因而無法綜合評價各品種之優劣^[6]。故，本文乃希望藉由灰關聯分析及模糊理論，在考量育種專家、消費者及生產者對鳳梨品種客觀評價下進行整體性分析各品種間之優劣。

參、研究方法

為達前述之目的，本文以灰色理論的灰關聯分析，應用於鮮食鳳梨品質分析，即是將市售的鮮食鳳梨品種進行園藝性狀屬性之分析，再以育種專家所期望品質做為主要標準序列做比較，並利用其所含之測定項目成份逐一排序，以期得到該灰關聯值。另外，考量消費者對鮮食鳳梨消費偏好，以客觀性較高的模糊數(fuzzy number)之果實品質項目之權重轉化為明確數(crisp number)，爾後，納入生產者之生產面數據，再以灰關聯分析之多屬性決策法，來分辨出目前市售之鮮食鳳梨品種之優劣。藉此兼顧育種專家、生產者及消費者對鳳梨品種客觀評價。

一、灰色關聯分析

灰色系統理論為鄧聚龍教授於 1982 年提出，主要研究系統模型之不確定性、資訊不完全及運作狀況不清楚下，做系統關聯分析、模型確定、預測及決策。

灰色關聯分析在於探討兩個序列間的關聯程度，利用離散的測度方式來做其距離的度量。為了衡量各因素間關聯

程度，以下即就灰關聯四公理、灰色關聯度之必要條件分別做說明^[2, 22, 23]。

1. 灰關聯四公理

令 $X = \{x_j | j \in N + \{0\}\}$ 為灰關聯因

素子集， $x_0 \in X$ 為參考序列， $x_i \in X$ (i

0) 為比較序列， $x_0(k)$ 、 $x_i(k)$ ($k = 1, 2, 3, \dots, m$ ； $i = 1, 2, 3, \dots, j, \dots, n$) 分別為 x_0 與 x_i 第 k 點的數。若 x_i 對於 x_0 的灰色關聯係數 $r(x_0(k), x_i(k))$ 為實數，則 x_i 對於 x_0 的灰色關聯度為：

$$r(x_0, x_i) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n r(x_0(k), x_i(k)) \quad (1)$$

灰色關聯度須滿足灰關聯四個公理：規範性，偶對稱性，整體性與接近性，其數學定義為：

(1) 規範性

$$r(x_0, x_i) = 1 \Leftrightarrow x_0 = x_i$$

$$r(x_0, x_i) = 0 \Leftrightarrow x_0 = \phi, x_i = \phi$$

$$0 < r(x_0, x_i) \leq 1$$

表明系統中任何因子都不可能是嚴格無相關的。

(2) 偶對稱性

$$x, y \in X$$

$$r(x, y) = r(y, x) \Leftrightarrow X = \{x, y\}$$

在灰關聯因子集中，只有兩個因子時， $r(x_0, x_i)$ 為兩兩比較是對稱的，這是具體化的距離量度。

(3) 整體性

$$x_j, x_i \in X = \{x_\delta | \delta = 0, 1, \dots, n\}, n \geq 2$$

$$r(x_j, x_i) \underset{\text{often}}{\neq} r(x_i, x_j)$$

當關聯比較在一定環境中進行時，不同參考序列的取捨，由於環境不同，比較結果也因此不一定符合對稱原理。

(4) 接近性

$$|x_0(k) - x_i(k)| \text{ 愈小}$$

$$r(x_0(k), x_i(k)) \text{ 愈大}$$

接近性是對灰關聯度量化的約束。

2. 灰色關聯度的必要條件^[4, 6]

灰色關聯度 $r(x_0, x_i)$ 應滿足下列的必要條件：

(1) $r(x_0, x_i) \in R$ 且 $r(x_0, x_i) \in (0, 1)$, $i = 0, 1, \dots, n$ 。

(2) x_i ($i = 0, 1, 2, 3, \dots, n$) 與 x_0 繪於二維平面之折線幾何形狀愈相似 (接近)，則 $r(x_0, x_i)$ 愈大。

(3) $r(x_0, x_i)$ 僅和 x_0 與 x_i 繪於二維平面之折線幾何有關，而和其在空間中之相對位置無關，簡言之，若存在實數 λ ，則 x_0 與 x_i 的灰色關聯度 $r(x_0, x_i)$ 和 x_0 與 x_i 的灰色的關聯度 $r(\lambda x_0, \lambda x_i)$ 應相等，即 $r(x_0, x_i) = r(\lambda x_0, \lambda x_i)$ 。

(4) 唯當繪於圖上的 x_0 與 x_i 之折線幾何形狀完全吻合，或以折線一端為準做二線重疊，出現完全重合情形時， $r(x_0, x_i)$ 之值才會等於 1。

滿足以上四點必要條件，則稱 $r(x_0, x_i)$ 為 x_i 對於 x_0 在區間 $(1, n)$ 的灰色關聯度。

3. 灰關聯分析 (Grey Relational Analysis):

設 X 為一灰關聯因子集，其原始序列為： $x_i(k) = (x_i(1), \dots, x_i(m)) \in X$ ，其中 $k = 1, 2, \dots, m$ ，為建立序列之可比性必須滿足三個條件：

- (1) 無因次性 (Nondimension)：不論因子的測定為何，必須經過處理成無因次性。
- (2) 同等級性 (Scaling)：各序列 x_i 中之值 $x_i(k)$ 均屬於同等級。
- (3) 同極性 (Polarization)：序列中之因子描述應為同方向。
由此可以得知灰色關聯分析具有溝通社會科學和自然科學的作用，可以將抽象的系統加以實體化、量化、模型化以及最佳化，而且可以用在非常廣泛的領域中，如檢驗分析、管理學科等^[22]。

灰關聯分析數學流程步驟如下：

(1) 數據處理

$x_i(k) = (x_i(1), x_i(2), \dots, x_i(m))$ 以建立各個序列數據。

(2) 計算

$$\Delta_{\min} = \min_{j \in i} \min_{\forall k} |x_0(k) - x_j(k)|$$

$$\Delta_{\max} = \max_{j \in i} \max_{\forall k} |x_0(k) - x_j(k)|$$

以找出最大差及最小差

(3) 計算

$$\Delta_{oj}(k) = |x_0(k) - x_j(k)|$$

計算各序列之因子差。

- (4) 設定辨識係數 值 (依實際需要)，在此實驗設計採用 0.5 之值^[4,22,23]。

$$r(x_0(k), x_j(k)) = \frac{\Delta_{\min} + \zeta \Delta_{\max}}{\Delta_{oj}(k) + \zeta \Delta_{\max}}$$

- (5) 求出灰關聯係數之值

$$r(x_0, x_j) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n r(x_0(k), x_j(k)) \quad ;$$

$$j=1, \dots, m, k=1, \dots, n$$

- (6) 求灰關聯度

- (7) 排出灰關聯序

在使用灰色關聯分析方法前數據需無因次化 (即正常化) 處理，其處理法可分為三部份：

- ① 上限效果測度 (即希望目標值愈大愈好)

$$x_i^*(k) = \frac{x_i(k) - \min x_i(k)}{\max x_i(k) - \min x_i(k)} \quad (2)$$

其中 $\max x_i(k)$ 及 $\min x_i(k)$ 表示某一序列的或某一因子 (視需求而定) 之最大值及最小值。

- ② 下限效果測度 (即希望目標值愈小愈好)

$$x_i^*(k) = \frac{\min x_i(k) - x_i(k)}{\max x_i(k) - \min x_i(k)} \quad (3)$$

其中 $\max x_i(k)$ 及 $\min x_i(k)$ 之意義

同公式(2)。

③適中效果測度 (即希望為某一特定目標值, 且目標值介於最大值與最小值之間時, 設目標值為 OB)

$$x_i^*(k) = \frac{|x_i(k) - OB|}{\max x_i(k) - OB} \quad (4)$$

其中 $\max x_i(k)$ 及 $\min x_i(k)$ 之定義同(2)與(3)式。

二、屬性權重之決定

本文以模糊集合論為基礎, 利用語意變數表示決策者的評估值, 進而構建一個模糊群體多準則決策模式, 以求得屬性之權重。

「語意變數」乃是以自然語言中的詞或詞組作為變數 (Zadeh, 1975)。即是研究者常利用語意變數描述一項準則的重要程度評估值, 例如詞組為{非常重要、稍微重要、中等重要、稍不重要、不重要、非常不重要}加以表達。這些語意變數皆可用模糊數來表示。

1978年 Dubois 和 Prade 提出模糊數可以有效地處理語意式、主觀的或可能性的資料。本文所使用之模糊數是一般性的三角形模糊數, 其定義如下:

定義一^[24, 25, 27]: 若是 \tilde{A} 三角形模糊

數, 記為 $\tilde{A} = (c, a, d)$ 如圖 1, 其隸屬函數 (membership function) $\mu_{\tilde{A}}(x)$, 需滿足下列性質:

- (1) $\mu_{\tilde{A}}(x): R \rightarrow [0,1]$;
- (2) $\mu_{\tilde{A}}(x) = 0, \forall x \in (-\infty, c)$;
- (3) $\mu_{\tilde{A}}(x)$ 值在 $[c, a]$ 是嚴格遞增;
- (4) $\mu_{\tilde{A}}(x) = 1, x = a$;
- (5) $\mu_{\tilde{A}}(x)$ 值在 $[a, d]$ 是嚴格遞減;
- (6) $\mu_{\tilde{A}}(x) = 0, \forall x \in (d, \infty)$;

其中 c, a, d 均為實數, 且 $c < a < d$, 且將模糊數 \tilde{A} 為 (c, a, d)

定義二^[24, 25, 27]: 若 $\tilde{A}_i, i = 1, 2, \dots, n$ 是 n 個三角形模糊數, 則最大集合 M 和最小集合 G 如圖二, 其隸屬函數為 μ_M 和 μ_G 如下:

$$\mu_G(x) = \begin{cases} \frac{x - x_{\max}}{x_{\min} - x_{\max}}, & x_{\min} \leq x \leq x_{\max} \\ 0, & \text{其他} \end{cases}$$

$$\mu_M(x) = \begin{cases} \frac{x - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}, & x_{\min} \leq x \leq x_{\max} \\ 0, & \text{其他} \end{cases}$$

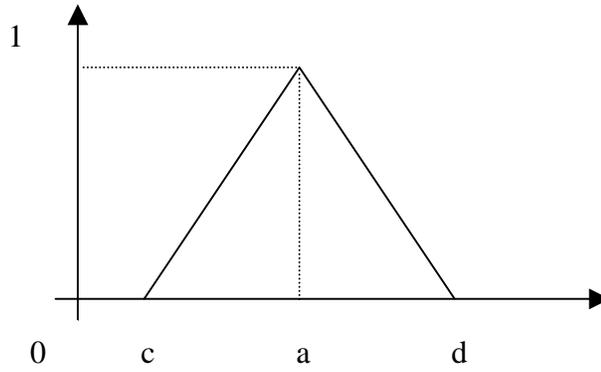


圖 1 模糊數 \tilde{A} 的隸屬函數

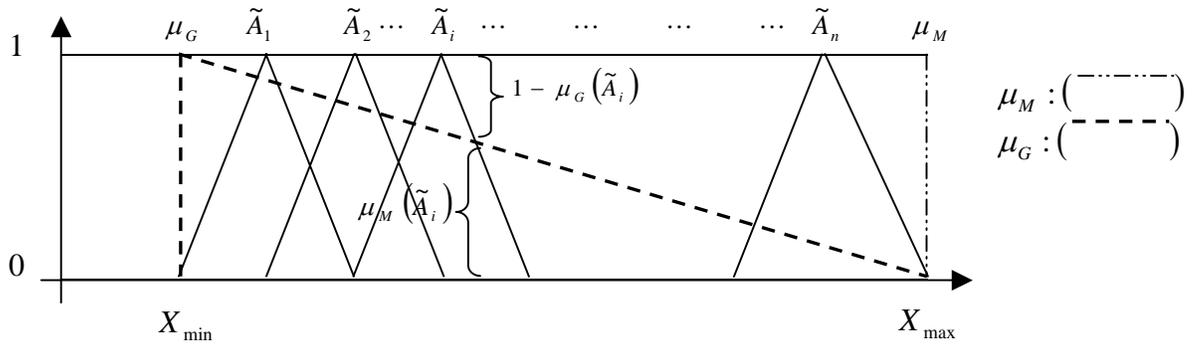


圖 2 最大集合與最小集合的隸屬函數 μ_M 和 μ_G

當 $x_{\max} = \sup S, x_{\min} = \inf S$,
 $S = \bigcup_{i=1}^n S_i, S_i = \{x | \mu_{\tilde{A}_i}(x) > 0\}$

定義三^[24, 25, 27]: 若 $\tilde{A}_i, i=1,2,\dots,n$ 是 n 個三角形模糊數, 則任一 \tilde{A}_i 對最大集合 M 有一右偏好值 $U_M(\tilde{A}_i)$, 對最小集

合 G 亦有一左偏好值 $U_G(\tilde{A}_i)$ 如下:

$$U_M(\tilde{A}_i) = \sup(\mu_{\tilde{A}_i}(x) \wedge \mu_M(x)) = (d_i - x_{\min}) / ((x_{\max} - x_{\min}) - (a_i - d_i)),$$

$$U_G(\tilde{A}_i) = \sup(\mu_{\tilde{A}_i}(x) \wedge \mu_G(x)) = (x_{\max} - c_i) / ((x_{\max} - x_{\min}) + (a_i - c_i)),$$

則 \tilde{A}_i 模糊數的總偏好值 $U_T(\tilde{A}_i)$ 為:

$$U_T(\tilde{A}_i) = [U_M(\tilde{A}_i) + 1 - U_G(\tilde{A}_i)] / 2 \quad (5)$$

三、以灰色關聯解鮮食鳳梨品質特性之步驟

依據上述之陳述，鮮食鳳梨品種品質評價步驟如下：

- 步驟 1. 將公式(2)(3)及(4)之上限、下限或適宜效果測度之目標值視為參考序列。
- 步驟 2. 將各品質特性實驗結果數據當作比較序列。
- 步驟 3. 進行關聯度計算前，先將品質屬性值進行無因次化，及求 $x_i^*(k)$ 。
- 步驟 4. 計算差序列 $\Delta_{oj}(k)$ 。
- 步驟 5. 計算各比較序列的關聯係數 $\zeta_i(k)$ 。
- 步驟 6. 利用模糊數測度（由式 5）求得各品質特性之模糊偏好權重 w_j 。
- 步驟 7. 各屬性模糊偏好權重乘上各品種之園藝性狀屬性。
- 步驟 8. 納入鳳梨農之生產面資訊，再以公式(1)求得灰色關聯度 r_i 。

肆、研究結果

鳳梨為我國主要水果產業之一，種植面積約為 9,735 公頃（1999），產值約為 46 億元，主要生產於屏東、高雄、台南、嘉義及南投等縣市，目前之市售鳳梨品種計有開英種（突目系鳳梨）、4 號（釋迦鳳梨）、6 號（蘋果鳳梨）、11 號（香水鳳梨）、13 號（冬蜜鳳梨）、16 號（甜蜜蜜鳳梨）及 17 號（金鑽鳳梨）等七種主要鮮食品種，台農 4 號大多遠銷日本，故本文未納入台農 4 號之探討。依據楊世華（2000），調查 84 戶各品種之產銷資料，其研究發現鳳梨第一收之生產費用及利益（如表 1），每公頃收益以台農 17 號之 635,507 元為最多，雖然其生產費用最高，但產值亦最多；其次為台農 6 號之收益達 522,628 元，而開英種及台農 11 號收益僅為 50,860 元及 49,187 元，顯示要獲得較高之鳳梨收益，重點在於如何降低生產費用，追求品質提升及產期調節，以獲得較高之價格與收益，即是生產者除了會關心何種鳳梨品種之品質較佳外，尚考量可獲取最大利潤者。

在追求利潤最大化下，生產者所關心的是有較高的農家賺款及產品售價和較低的生產成本（費用），選擇優良品種生產。因此，在生產者生產面考量之下，以灰關聯度分析各品種之排序（如表 2），發現相對最佳之品種為台農 6 號，其次台農 11 號，再其次依序為台農 16 號、台農 13 號、開英種、最後為台農 17 號。由此得知，雖然台農 17 號可獲得較高的農家賺款及市場售價，但其生產費用也很高，且相對其他市售品種屬於新品系之產品，市場風險較大。因此，生產者並未選擇此品種為優先考量品種，反而是台農 6 號、11 號兩者，即是說明生產者較不願承擔高生產費用、高風險

表 1 鳳梨品種別第一收生產費用與收益表

單位：元/公頃，公斤/公頃，元/公斤

項目	開英種	台農 6 號	台農 11 號	台農 13 號	台農 16 號	台農 17 號	平均
種苗費	50,249	106,576	58,650	193,920	133,747	565,433	184,762
(自給)	27,993	59,817	42,848	57,750	55,146	122,118	60,945
肥料費	55,125	74,605	67,485	72,882	72,607	67,650	68,392
人工費	144,002	145,313	121,628	148,037	127,497	143,638	138,353
(自家費)	73,400	57,963	43,324	66,125	75,225	73,861	64,983
農藥費	14,137	20,897	11,580	22,584	13,534	22,558	17,549
能源費	3,763	6,238	8,201	8,455	3,975	3,335	5,661
材料費	50,458	50,780	45,442	65,050	51,058	54,576	52,894
農用設施費	5,930	19,990	10,159	15,096	10,553	20,005	13,622
農機具費	13,150	12,619	9,256	18,931	13,987	8,248	12,698
地租	42,658	41,507	34,677	41,797	40,283	43,532	40,667
(自給)	12,818	15,781	23,388	12,796	14,826	10,194	14,967
資本利息	13,473	17,481	13,296	21,798	17,078	35,418	19,757
生產費合計	392,945	495,556	380,373	608,550	484,320	964,394	554,356
鳳梨產量	69,706	50,735	38,850	44,110	50,324	55,214	51,490
鳳梨價格	6.4	20.1	11.1	19.0	17.3	29.0	17.1
鳳梨產值	443,805	1,018,184	429,561	838,827	871,480	1,599,901	866,960
損益	50,860	522,628	49,187	230,278	387,160	635,507	312,603
農家賺款	165,071	656,189	158,748	366,949	532,357	841,679	453,499

資料來源：楊世華(2001)，台灣鮮食鳳梨產業之研究，農業試驗所九十年試驗報告。

表 2 生產者對不同鳳梨品種之生產面灰關聯分析

品種	開英種	6 號	11 號	13 號	16 號	17 號
灰關聯度	0.58529	0.77594	0.67659	0.62328	0.66667	0.5
序列	5	1	2	4	3	6

資料來源：本文研究整理

表 3 不同品種鳳梨採收後之果實品質比較

品種 species	果實品質屬性							
	果重 (kg)	果長 (cm)	果寬 (cm)	果肉含 水量(%)	糖 / 酸比 TSS/acid	果肉硬度 (kg/cm ²)	果汁 酸度 PH	維生素 C (mg/100g)
開英種	1.99	14.2	13.3	83.9	16.6	0.86	3.89	23.9
台農 6 號	1.2	12.5	10.1	83.4	30.8	0.58	4.34	26.3
台農 11 號	1.37	13.6	11.7	86.1	33.9	0.78	4.08	21.1
台農 13 號	0.91	12.1	8.6	83.4	38.5	0.96	4.54	21.7
台農 16 號	1.25	12	10.4	87.5	32.1	0.56	4.95	13.8
台農 17 號	1.17	17	12.9	85.1	22.7	0.41	4.08	23.27

資料來源：數據整理自文獻[5]及柯立祥研究室測試資料

表 4 育種專家對不同品種果實品質之灰關聯分析

品種	開英種	6 號	11 號	13 號	16 號	17 號
灰關聯度	0.7427	0.72267	0.79373	0.78766	0.81398	0.70495
序列	4	5	2	3	1	6

資料來源：本文研究整理

表 5 焦點團體對不同品種鳳梨之果實品質偏好度

	果重	果長	果實	果肉含水量	糖度	酸度	糖/酸比	果肉硬度	果汁酸度	維生素 C
模糊	0.6988	0.5076	0.45312	0.84647	0.86334	0.82632	0.85816	0.742394	0.668943	0.873011
偏好度										
序列	7	9	10	4	2	5	3	6	8	1

資料來源：彭克仲 (2001), 台灣鮮食鳳梨品質評價之研究。

表 6 鳳梨品種之灰關聯分析

品 種	開 英 種	台農 6 號	台農 11 號	台農 13 號	台農 16 號	台農 17 號
灰色關聯度	0.76714	0.7099	0.8021	0.77868	0.7854	0.71212
排 序	4	6	1	3	2	5

資料來源：本文研究整理。

的經營理念來生產鮮食鳳梨。

本研究購買目前市售鮮食鳳梨品種，委請本校農園系柯立祥研究室測試其園藝性狀品質如表 3。表中數據依序從開英種、台農 6、台農 11、台農 13、台農 16、台農 17 等之鮮食鳳梨品種品質屬性數據，就外觀而言，開英種較優於其他品種，含水分以台農 16 號較高，維生素 C 以台農 6 號最高。

以育種專家們認定之期望品質為果實宜重、果肉含水量少、糖度高、酸度小、果肉硬度小、果汁酸度 pH 小、維生素 C 高等組成標準序列值，經灰關聯分析可得表 4。

在育種專家之觀點下，發現相對較佳之品種為台農 16 號，其次為台農 11 號，再其次依序台農 13 號、開英種、台農 6 號，末後為台農 17 號。

在消費者對鮮食鳳梨園藝性狀品質屬性方面，本文以消費者焦點團體（三位園藝品種採收後處理專家、三位家庭主婦、二位營養專家、一位學生，共九位成員）對鮮食鳳梨之園藝性狀各品質屬性之語意式評判資料，量化為三角形模糊函數 (triangular fuzzy number)，並使用最大集合與最小集合 (maximizing set and minimizing set) 求得各模糊平均認知值之總偏好度 (如表 5)，此值可視為消費者們對果實品質屬性偏好度 (權

重)。最後，本文結合育種專家、消費者及生產者三方面之觀點，對鳳梨品質綜合評價，即是將表 5 所得之果實品質屬性之偏好權重，乘上各品種之各品質屬性，再將所得之各品種的品質關聯序列值及生產者所關心的生產費用、農家賺款、價格等生產面之數據，並以本文對鮮食鳳梨優良品種品質操作性定義之期望品質組成標準序列的關聯序列值，此序列值為三者所認定之鮮食鳳梨的品質評價之優劣。進行灰關聯分析評價鮮食鳳梨品質，即可得鮮食鳳梨品種綜合評價，其分析結果如表 6。

由表 6 之綜合評判得知，相對最佳之品種為台農 11 號，其次 16 號，其後依序為台農 13 號、開英種、台農 17 號，末後為台農 6 號。進一步利用 Spearman 等級相關檢定，在綜合評判等級結果與育種專家之評判等級 ($r_s = 0.8857$) 是趨於一致，而與生產者對鳳梨品種之評判等級不一致 ($r_s = 0.1429$)。

陸、結論

傳統果實品質分析僅按各園藝性狀測定值之高低，表達品種間之差異，若進一步使用統計方法，也僅能以其中單一項目進行評估，無法將所有測定項目綜合評估。因此，本文應用灰關聯分析及模糊理論，對所測定品質之數據做處理，並將各個品種之序列分辨出層次，加以排序。得以下之結論：

一、本文根據對優良鳳梨品質之操作性

定義下，考量育種專家對鳳梨園藝性狀的專業品質及生產者對生產面品質好之品種觀點和消費者對鳳梨品質屬性模糊偏好度三者之觀點下，經灰關聯分析及模糊理論可得，鮮食鳳梨各品種品質綜判之順序為：台農 11 號、台農 16 號、開英種、台農 17 號、末後為台農 6 號。經 Spearman 等級相關檢定，發現我國之鳳梨育種專家研發育種目標符合三者需求之觀點。

- 二、我國在加入 WTO 後，將面臨鮮食鳳梨市場競爭。農政單位除了不斷研發新品種外，亦不可忽略生產者與消費者對品質之需求。依本文之研究結果，未來在推廣鮮食鳳梨品種時，可優先推廣台農 11 號、台農 16 號、台農 13 號為主。不過，也應考慮品種對當地之自然因素（如土壤、氣候等因子）的適應性問題。
- 二、未來的研究可納入經營管理及消費者偏好之質性變數，使得在農作物品種評判上更精確，可評選出更具市場競爭力之品牌。
- 三、此方法可衍生應用於對其他農產品之品種品質之綜合評判分析。

參考文獻

一、中文部分

1. 李東杰 (1997)「台灣主要農產加工罐頭之發展演進與農業政策之探討」，台灣經濟第 248 期，第 83-100 頁。

2. 吳漢雄、鄧聚龍、溫坤永 (1996), 灰色分析入門, 台北: 高立圖書有限公司。
3. 林秀英 (1996), 統計品質管制--管理的新境界, 台北: 五南圖書公司。
4. 洪欽銘、李龍鑣 (1997)「灰色關聯與優勢分析之應用」, 技術學刊第 12 卷第 1 期, 第 15-20 頁。
5. 柯立祥 (1996), 數種鮮食鳳梨採收後生理行為與貯藏壽命, 園產品採收處理技術改進計畫八十五年度工作成果報告, 行政院農委會。
6. 陳和賢、蘇育民、黃卓治 (1998),「應用灰關聯分析輔助之成份法檢驗醬油品質之研究」, 1998 年灰色系統理論與應用研討會論文集, 第 211-216 頁, 私立建國工商專科學校, 彰化。
7. 張清勤 (1989)「鳳梨鮮食品種有多少」, 豐年第 39 卷第 17 期, 第 41-43 頁。
8. 張清勤 (1991)「鳳梨台農四號外銷果實採收成熟度之研究」, 中華農業研究第 40 卷第 1 期, 第 37-44 頁。
9. 張清勤 (1993)「不同栽植期對鳳梨“台農四號”果實形狀與品質的影響」, 中華農業研究第 42 卷第 4 期, 第 380-386 頁。
10. 張清勤 (1995)「鮮食鳳梨品種特性及其生產適期」, 農藥世界第 184 期, 第 80-83 頁。
11. 張清勤 (1995), 鳳梨: 台灣農家要覽作物篇 (二), 第 25-32 頁。
12. 張清勤 (1995)「台農 13 號鳳梨」, 中華農業研究第 44 卷第 3 期, 第 287-296 頁。
13. 張清勤 (1996),「談鳳梨產業經營與展望」, 台灣熱帶地區果園經營管理研討會專刊, 第 3-10 頁。
14. 張清勤、官青杉 (1999)「漫談台灣鳳梨生產」, 農情專訊第 1998 期。
15. 彭克仲、柯立祥、賴志育 (2000)「灰關聯綜合評價鮮食鳳梨品質研究」, 灰色系統學刊第三卷第二期, 第 137-143 頁。
16. 彭克仲、鍾震東 (2000) 鳳梨產銷預測系統之建立 (), 行政院農業委員會補助計劃 (89 科技-1.6-企-61)。
17. 彭克仲 (2001), 台灣鮮食鳳梨品質評價之評究, 農業經濟叢刊 (審稿中)。
18. 童來福、彭克仲、鍾震東 (1999) 農產品產銷預測系統之建立 (鳳梨部份) (), 行政院農業委員會補助計劃 (88 科技-1.8-企-05 (11))。
19. 鄭義雄、林國賓 (1991) 蔬菜作物育種程序及實施方法手冊, 台灣省農林廳。
20. 鄭俊昇 (1996) 模糊類聚分析在茶葉品質評鑑上的應用, 國立台灣大學農藝研究所碩士論文。
21. 劉富文 (1995) 園產品採收後處理及貯藏技術, 台灣省青果運銷合作社, 第 102 頁。
22. 鄧聚龍、郭洪 (1996) 灰色原理與應用, 台北: 全華科技圖書有限公司。
23. 鄧聚龍 (1992) 灰色系統理論教程,

中國：華中理工大學出版。

24. 鄧振源、林城蔚 (1998) 「公共設施服務品質評估之模糊方法」, 中華民國第六屆模糊理論及其應用會議, 朝陽科技大學, 台中。
25. 謝志勳 (1999) 「使用模糊認知定位法分析產品定位」, 技術學刊第 14 卷第 2 期, 第 229-234 頁。
26. 蘇志雄、陳國任、蘇秀媛、謝邦昌 (1998) 「加權模糊群落分析法--茶葉品質評定之應用」, 中華農藝第 8 期, 第 109-117 頁。

二、英文部分:

1. Chen, S. H. (1985) . Ranking Fuzzy Number with Maximizing Set and Minimizing Set. Fuzzy Sets and Systems, 17 (2) , 113-129.

2. Dubois, D. and H. Prade (1978) . Operations on Fuzzy Numbers. Journal Systems Science, 9 (6) , 613-626.
3. Garvin, D. A. (1984) . What Does Product Quality Real Mean ? Sloan Management Review, 26, 25-43.
4. Stevenson, W. J. (1996) . Production/Operation Management. New York: McGraw-Hill.
5. Zadeh, L. A. (1978) . PRUF-A Meaning Representational Language for Natural Language International Journal of Man-Machine Studies, 10, 395-460.

2001 年 06 月 18 日收稿

2001 年 08 月 06 日初審

2001 年 11 月 01 日複審

2001 年 11 月 07 日接受