

灰色預測應用於臺灣地區鳳梨零售 價格預測之研究

彭克仲*

摘 要

關鍵字：灰色理論、鳳梨零售價格

本文係利用灰色系統理論建立台灣地區鳳梨零售價格預測模式，分別為 GM(1, 1)、滾動式 GM(1, 1)及 GM(1, N)三種灰色系統模型。

灰色預測模式不若多元迴歸模式需要大樣本及較好的分布規律等條件，而是將原始數據經灰色生成轉化為生成數，並以灰微分方程組（式）構建為基礎，得到生成數具有永續效果之意義。

研究結果發現，三種預測模型皆有良好的預測準確度，而其中以經濟理論為基礎所構建之 GM(1, N)有較佳預測能力，每人每年平均消費量與國民所得為影響零售價格之主要變數。

* 作者為國立屏東科技大學農企業管理系副教授。

灰色預測應用於臺灣地區鳳梨零售 價格預測之研究

彭克仲

壹、緒論

水果產業為我國農畜產業中僅次於畜產的第二大宗產業，其產值已超過穀類作物及蔬菜作物，約佔農畜產品生產總值之 20%，鳳梨為本省重要經濟栽培果樹，1998 年栽培面積 8349 公頃，產量約 31 萬公噸，產值約佔 42 億，佔果品產值 7%，主要產區集中屏東、高雄、台南、嘉義、南投縣約佔全省鳳梨總栽培面積 88%，為我國農業生產中重要一環。

由於近年來鮮食鳳梨品種之陸續成長，本省鳳梨產業由「罐頭外銷為主，內銷鮮食為輔」轉為「內銷鮮食為主，罐頭外銷為輔」的產銷型態，在此型態下，國內供給量勢必增加，若在消費量無法配合下，將造成供過於求現象，內銷價格無法提升，對鳳梨農的收益將有不良之影響，因此，如何調節鳳梨市場之供給與需求穩定價格，保障鳳梨農之所得，均為當前所應注重之問題。

在競爭的市場經濟體系中，價格具有指導生產與資源分派的功能。由於農業生產受生物性質，生產的時間落遲以及需求缺乏彈性等因素的影響，農產品的價格波動頻繁且不穩定。且每逢天災發生時，鳳梨產地及零售價格皆會突增，但災害後，產地價格回跌，零售價卻仍高居不下，然而，鳳梨價格波動會深深影響到消費量、生產量等多方面之決策。因此，若能對農產品的價格提出正確預測的訊息，做為農民制定生產決策的依據，不但可以減緩農產品價格不穩定的程度，且對提高農民所得與資源正確使用都有正

面的助益。

農產品價格的預測常利用計量經濟模型與時間數列分析兩種技巧為之（陳宗玄，民國 83 年）。以計量經濟模型預測農產品價格，牽涉到真實模型不易求得，且在參數的推估需花費的時間與成本也較大，時間數列分析可分析價格資料的長期趨勢、季節變動、循環變動及不規則變動，但模式選擇需高度技巧與經驗。此兩種方法皆可預測下一期之農產品價格，但方便性及速度上仍嫌不足（李宗儒與鄭卉方，民國 89 年）。因此本文不擬以此二種

分析技巧，而以近年來發展快速的灰色預測理論所發展出來的灰色預測模式，因為使用此方法，可快速預測出天災或病蟲害過後，價格的改變狀況，尤其外在環境變化大時，更加適合（李宗儒與林俊宏，民國 88 年）。灰色理論在國內外文獻已廣泛應用於預測、類聚、決策及最適化建構上。

綜合上述，本文之研究目的列如下：

1. 藉由灰色理論建立合適的鳳梨都市零售市場價格之預測模式。
2. 探討所建立之灰色預測模型類型在鳳梨都市零售市場價格之適用性。
3. 提供更精確的鳳梨零售價格預測數據給決策者，擬訂準確之決策。

貳、文獻回顧

預測乃根據現在所擁有之數據資料對未來將要發生或不確定的事件行為狀態做客觀之判斷，即是以過去與現在所獲得之資料，根據某種邏輯推理的方法建立預測模型，再利用各種方法來達到預測目的。

經濟預測一般常見方法可歸納為（1）趨勢分析法，（2）投入產出法，（3）時間數列分析法，（4）計量經濟模式法，（5）類神經網路法，（6）灰色預測法等，各種預測方法的優缺點如下表所示。



National Chung Hsing University

表 1 各種預測方法的比較

預測方法	內 涵	優 點	缺 點	文 獻
趨勢分析法	將所收集之歷史資料與某一函數型態之趨勢曲線相配適，再藉此曲線推估未來之預測值。	1. 模式建構容易。 2. 所需之時間少，成本花費低。	1. 對於趨勢的改變無法掌握及探討。 2. 無法分析影響預測準確度之外在因素。	謝澄漢(民國 73 年)
投入產出法	描述一定時期內貨物及勞務在某一國民經濟內所有生產部門間之流量。在最後需求為不變下，預測每一生產部門的總產量。	具經濟理論可分析經濟結構，說明政府或企業之特定行動之經濟效果。	1. 參數推估費時且成本高。 2. 資料收集不易。 3. 結構變動大的地區，易造成預測誤差。	邱玉葉與施能仁(民國 87 年) 彭美玲(民國 88 年)
時間數列分析	基本上只採用過去的資料來建構預測模式，時間數列分析對中長期預測仍有很大的效果。	1. 對於週期性、季節性及循環性之趨勢易於掌握。 2. 純粹以歷史數據做為預測基礎，資料收集容易，成本花費低。	1. 模式選擇需高度技巧與經驗。 2. 缺乏經濟理論基礎，造成模式解釋不易。	戢桂如等(民國 86 年) 魏啟林(民國 77 年) 陳宗玄(民國 83 年) 陳益壯(民國 79 年) 雷立芬(民國 84 年)
計量經濟模式	以有關數據來表示事實，及以計量經濟理論及方法來測量與檢定某些經濟變數間之關係，從而提供經濟分析實證背景。	1. 具經濟理論基礎，易於解釋自變數與因變數之關係，具說服力。 2. 對趨勢之變化能有效地分析與解釋。	1. 係數固定，故對外在因素的改變，缺乏反應之彈性。 2. 參數推估費時且成本較高。	白环玉與劉德如(民國 73 年) 蔡靜瑩(民國 86 年) 郭義忠與黃璋如(民國 72 年)

表 1 各種預測方法的比較 (續)

預測方法	內 涵	優 點	缺 點	文 獻
類神經網路	一種計算系統，使用大量簡單相連的人工神經元來模仿生物神經網路的能力。從外界環境或者其他人工神經元取得資訊，加以運算，並輸出其結果到外界環境或者其他人工神經元。	1. 輸入與輸出變數之間的關係，事前無需任何假設。 2. 可以合成多維函數。 3. 以簡單的網路權數描述複雜的數據集。 4. 可適用於任意型態的輸出輸入對映關係。	1. 無法保證可找到全面誤差的最小點。 2. 最佳隱藏層數目與神經元數目無規則可循。 3. 網路結構大時學習速率緩慢。 4. 很難對權數產生的結果提出解釋。	彭克仲等(民國 87 年) 李宗儒與林俊宏(民國 88 年) 葉若春等(民國 88 年)
	灰色預測	能充分運用有限的數據訊息與不完全訊息預測未來數值。	1. 模式操作簡單。 2. 所需原始數列元素數目要求少(超過四筆即可)。 3. 不需事前假設數列分布情形。	模型參數採最小平方法推估，在系統受干擾時將會產生偏誤估計。

資料來源：田自立，民國 85 年；葉若春等人，民國 88 年；賴正文，民國 86 年；

本文整理。

綜合上述相關文獻之預測模式與方法，多以傳統方法為理論基礎，藉由過去資料之統計分析，對未來進行推測，其共同存在之缺點為需要大量的歷史資料，再經過統計方法之檢定，且這些方法不是在模式選擇上需要高度技巧或經驗，就是在方便性及速度上不足，故本文以灰色理論提出一套鳳梨價格預測模式，並驗證灰色模式之適用性。灰色理論之灰預測應用在許多方面已有成功之案例，如經濟（施能仁與劉定焜，民國 86 年；施東河與徐桂祥，民國 88 年）、航空運輸（許巧鶯與溫裕弘，民國 86 年）及農產品（李宗儒與鄭卉方，民國 89 年；李宗儒，民國 90 年；許丁惠與陳繁雄，民國 87 年；彭克仲與鍾震東，民國 90 年）。

參、灰色預測方法介紹

灰色理論是以顏色命名，表示部分訊息未知，亦即對系統的特性、結構等不完全瞭解（田自立，民國 85 年）。傳統機率統計方法，係利用統計方法求得隨機過程之規律性，若數據資料越多越能顯現出統計特性，因此建構模式時，須要求大量數據與統計分佈型態。灰色理論假設任何隨機過程都是在一定幅值範圍變化的灰色量，此隨機過程為灰色過程，即是將原始數據經累加生成運算產生的明顯指數規律性以模擬灰色過程，亦即將離散不規則的原始數據列，經累加生成後產生指數規律之模擬過程，而這是光滑離散函數的一種性質（許巧鶯與溫裕弘，民國 86 年；Deng 等人，1988）。在建構模式上，假設灰色模式為一階線性常微分方程式，透過一階微分方程式之求解，建立 GM 模式，因此，模式不受自由度之限制（許巧鶯與溫裕弘，民國 86 年）。灰色模式雖不須以原始數據列中所有數據建構模式，但模式本質上要求數據等間隔且須超過四筆數據（許巧鶯與溫裕弘，民國 86 年；Deng 等人，1988）。

系統預測模式用以分析農產價格與解釋變數間之發展及解釋變數對農產價格的解釋程度，系統預測模式以 GM(1,1) 模式為基礎，通過 GM(1,N) 模式群組的建立，對系統中各

種因素相互影響作預測，以瞭解解釋變數與農產價格之間發展變化的相互協調關係。

假設有 $N-1$ 個解釋變數的價格系統，其中，令價格為 Y ，各解釋變數為 $X_i (i=1,3,\dots, N-1)$ ，各數據列由 1 至 n 個年數據資料所構成，原始價格系統如下式：

$$\begin{cases} Y^{(0)} = \{Y^{(0)}(1), Y^{(0)}(2), \dots, Y^{(0)}(n)\}, \\ X_1^{(0)} = \{X_1^{(0)}(1), X_1^{(0)}(2), \dots, X_1^{(0)}(n)\}, \\ X_2^{(0)} = \{X_2^{(0)}(1), X_2^{(0)}(2), \dots, X_2^{(0)}(n)\}, \\ \dots \\ X_{N-1}^{(0)} = \{X_{N-1}^{(0)}(1), X_{N-1}^{(0)}(2), \dots, X_{N-1}^{(0)}(n)\} \end{cases} \quad (3-1)$$

原始農產價格數據列經累加生成運算後得到生成數列 $Y^{(1)}$ 為：

$$Y^{(1)} = \{Y^{(1)}(1), Y^{(1)}(2), \dots, Y^{(1)}(n)\} \quad (3-2)$$

其中

$$\begin{aligned} Y^{(1)}(1) &= Y^{(0)}(1) \\ Y^{(1)}(k) &= \sum_{t=2}^k Y^{(0)}(t), \quad k = 2, 3, \dots, n \end{aligned} \quad (3-3)$$

同理，各解釋變數生成數列亦可計算如下：

$$\begin{cases} X_1^{(1)} = \{X_1^{(1)}(1), X_1^{(1)}(2), \dots, X_1^{(1)}(n)\}, \\ X_2^{(1)} = \{X_2^{(1)}(1), X_2^{(1)}(2), \dots, X_2^{(1)}(n)\}, \\ \dots \\ X_{N-1}^{(1)} = \{X_{N-1}^{(1)}(1), X_{N-1}^{(1)}(2), \dots, X_{N-1}^{(1)}(n)\} \end{cases} \quad (3-4)$$

建立農產價格與 $N-1$ 個解釋變數間關聯動態形式，構建 GM(1,N) 模式，即一階 N 個

$$\frac{dY^{(1)}}{dt} + aY^{(1)} = u \tag{3-9}$$

求解微分方程式得的時間（離散）近似關係式為：

$$\hat{Y}^{(1)}(k+1) = (Y^{(0)}(1) - \frac{u}{a})e^{-ak} + \frac{u}{a} \tag{3-10}$$

其中 $\hat{Y}^{(0)}(1) = Y^{(0)}(1)$ ，參數列 $[a, u]^T$ 以最小平方法求得，再以累減生成(inverse accumulated generating operation, IAGO) 還原，得時間數列預測模式為：

$$\hat{Y}^{(0)}(k) = (Y^{(0)}(1) - \frac{u}{a})(1 - e^{-a})e^{-a(k-1)} \quad k = 2, 3, \dots \tag{3-11}$$

其中， $\hat{Y}^{(0)}(1) = Y^{(0)}(1)$ 。而 $\hat{Y}^{(0)}(1), \hat{Y}^{(0)}(2), \dots, \hat{Y}^{(0)}(n)$ 擬合原始價格數據知模式值， $\hat{Y}^{(0)}(n+1), \hat{Y}^{(0)}(n+2), \dots$ ，為未來價格預測值。

而 GM 時間數列預測模式本身之擬合能力，尚須進一步進行精度檢驗，本文應用灰色後驗差精度檢驗（posterior check），後驗差檢驗為根據模式值與實際值之間的統計情況進行檢驗，以分析模式在建模上之精確程度。首先，定義殘差數據 $q^{(0)}(k)$ 為：

$$q^{(0)} = [q^{(0)}(2), q^{(0)}(3), \dots, q^{(0)}(n)] \tag{3-12}$$

其中， $q^{(0)}(k) = Y^{(0)}(k) - \hat{y}^{(0)}(k)$ ， $k = 2, 3, \dots, n$ 。

假設 S_1 為原始實際價格數據 $Y^{(0)}(k)$ 標準差， S_2 為殘差數據 $q^{(0)}(k)$ 標準差，定義後驗差比值 C 為：

$$C = \frac{S_2}{S_1}$$

National Chung Hsing University

並定義小誤差頻率比值 P 為：

$$p = \text{prob} \left\{ \left| q^{(0)}(k) - \bar{q} \right| < 0.6745 S_1 \right\} \quad (3-13)$$

其中， \bar{q} 為殘差 $q^{(0)}(k)$ 之平均數。按 C 與 P 計算結果對照模式精度等級具體指標對照表，評定模式精度等級誤差機率 P 愈大或後驗差比 C 愈小，表示模式精確度愈高。即是指標 C 越小越好，因此代表 S_1 越大而 S_2 越小，即 S_1 值大代表原始價格數據標準差大離散程度高，而 S_2 值小表示的差標準差小離散程度低，表示儘管原始數據很離散，而模式所得之模式值與實際值之差並不會太離散（李宗儒，民國 89 年；施東河與徐桂祥，民國 88 年；許巧鶯與溫裕弘，民國 86 年）。因為指標 P 越大越好，表示殘差與殘差平均擒之差小於門檻值 $0.6745 S_1$ 之點較多（李宗儒，民國 89 年），綜合評定對照如表 2。

此外，另採用統計適合度（goodness of fit）指標，即實際價格數據值數值與預測值數列之間的灰關聯相關係數（grey relational coefficient），當模式預測值數列與實際價格數據列之配合度指標越高，即表示模式值曲線與實際值曲線之相關程度越大。以此常用之統計指標另行檢驗，並配合灰色後驗差檢驗結果，驗證 GM 模式本身之擬合能力。

表 2 精確度檢驗綜合評定等級表

精確度檢驗評定等級	p	C
等級 1: Good	$p \geq 0.95$	$C \leq 0.35$
等級 2: Qualified	$0.95 \geq p \geq 0.8$	$0.35 \leq C \leq 0.5$
等級 3: Just the mark	$0.8 \geq p \geq 0.7$	$0.5 \leq C \leq 0.65$
等級 4: Unqualified	$p < 0.7$	$C > 0.65$

資料來源：Deng 等人，1988。

肆、實証分析

一、GM(1, 1)模型推估與檢定結果

本研究之實証模型採用 GM(1, 1)模型、滾動式建模 GM(1, 1)及 GM(1, N)等三種模型，利用 1981 年至 1995 年的鳳梨都市零售價格之年別時間數列資料，進行 GM(1, 1)模型推估檢定結果實証推估，比較分析如下：

首先未考慮其他環境影響變數因子，對鳳梨價格建立 GM(1, 1)時間數列模式。經計算可得預測模式為：

$$\hat{P}_1^{(0)}(t) = (1 - e^{-0.006227088t})(20.5 + \frac{18.683495}{0.006227088})e^{0.06227088(t-1)} \quad (4-1)$$

鳳梨價格時間數列模式預測結果與誤差，並對模式進行後驗差精度檢驗結果列於表 3。

表 3 GM(1, 1)模型檢定結果

年代	真實值($P^{(0)}$)	預測($\hat{P}_1^{(0)}$)	誤差($P^{(0)} - \hat{P}_1^{(0)}$)	誤差百分比(%)
1981	20.5	20.5	0	0
1982	24.25	20.5841	3.6659	15.1171
1983	27.57	21.9076	5.6624	20.5384
1984	27.26	23.3161	3.9439	14.4677
1985	24.94	24.8152	0.1248	0.5003
1986	22.4	26.4107	-4.0107	-17.905
1987	22.77	28.1088	-5.3388	-23.8273
1988	24.54	29.9161	-5.3761	-21.9073

表 3 GM(1, 1)模型檢定結果 (續)

年代	真實值($P^{(0)}$)	預測($\hat{P}_1^{(0)}$)	誤差($P^{(0)} - \hat{P}_1^{(0)}$)	誤差百分比(%)
1989	29.7	31.8395	-2.1395	-7.2038
1990	35.94	33.8867	2.0533	5.7133
1991	37.48	36.6654	0.8146	3.7743
1992	39.54	38.3842	1.1558	2.9231
1993	39.34	40.8522	-1.5122	-3.8438
1994	41.98	43.4788	-1.4988	-3.5702
1995	51.26	46.2742	4.9858	9.7264
	$S_1 = 9.03$	$S_2 = 1.99$	$C = 0.221$	$P = 1$

資料來源：本文整理。

經由關聯度檢驗法得本模型之 $r(P^{(0)}, \hat{P}_1^{(0)}) = 0.698259$ ，故所建 GM(1, 1)模型精確度 ($P > 0.95$) 可被接受，屬 Good 之等級。

二、滾動式建模 GM(1, 1)推估與檢定結果

為考慮新訊息的加入影響，與舊訊息的計算容量，本研究依灰色預測模型本質，必須 4 筆資料以上方可進行推估預測，故以 4 年的資料來預測下一期的資料，即第一筆預測值是由 1981 年至 1984 年的資料對 1985 年的預測，當加入一筆新的訊息，就刪除一筆舊的信息，再依建模的步驟再建模，對下一期預測，依此類推，可得各期之預測值，其結果如表 4。

經計算可得預測模式為：

$$\hat{P}_2^{(0)}(t) = (1 - e^{-0.144036t})(20.5 + \frac{29.72454}{0.144036})e^{0.144036(t-1)}, t = 1, 2, \dots \quad (4-2)$$

經由關聯度檢驗法得本模型之 $r(P_2^{(0)}, P^{(0)}) = 0.85009$ ，故所建滾動式模精確度

($P = 0.9091$) 為等級 2，屬可被接受。

表 4 滾動式建模 GM(1, 1)模型檢定結果

年 代	真實值($P^{(0)}$)	預測($\hat{P}_1^{(0)}$)	誤差($P^{(0)} - \hat{P}_1^{(0)}$)	誤差百分比(%)
1985	24.94	29.4344	-4.4944	-18.0209
1986	22.4	24.1962	-1.7962	-8.0188
1987	22.77	20.4755	2.2945	10.0769
1988	24.54	21.1443	3.3957	13.8375
1989	29.7	25.5782	4.1218	13.8782
1990	35.94	33.9902	1.9498	5.4253
1991	37.48	43.6299	-6.1499	-16.4084
1992	39.54	42.0604	-2.5204	-6.3742
1993	39.34	41.3145	-1.9745	-5.0190
1994	41.98	40.6219	1.3581	3.2352
1995	51.26	42.8368	8.4232	16.4323
	$S_1 = 9.412$	$S_2 = 2.174$	$C = 0.231$	$P = 0.9091$

資料來源：本文整理

三、GM(1,N)模型推估與檢定結果

本研究有別以往灰色預測模型文獻（李宗儒與鄭卉方，民國 89 年；李宗儒，民國 89 年；施東河與徐桂祥，民國 88 年；許丁惠與陳繁雄，民國 87 年；許巧鶯與溫裕弘，民國 86 年）之處，是本文嘗試以經濟理論為基礎，發展出 GM(1, N)模型。首先考慮鳳梨價格供需之相互關係，應用蛛網理論（Cobweb theory），建立鳳梨供需經濟結構遞迴體系（recursive system）。

國立中興大學

National Chung Hsing University

(一)鳳梨供給反應式

農產品的供給量係由種植面積 (A_{t-1})、單位面積產量 (Y_t) 及氣候因子 (WD_t) 如颱風所造成之損失影響及農產品本身的產地價格 (PF_{t-1})。據此，將鳳梨供給函數關係，如下：

$$Q_t^s = f(A_{t-1}, Y_t, WD_t, PF_{t-1}) \tag{4-3}$$

(二)鳳梨供給均衡式

國內鳳梨供給 (TQ_t^s) 等於鳳梨總供給數量 (Q_t^s) 減去出口量 (EX_t)。國內平均每人每年鳳梨有效供給量 (ATQ_t^s) 為國內總供給量除以總人口數 (POP_t)。

$$TQ_t^s = Q_t^s - EX_t \tag{4-4}$$

$$ATQ_t^s = TQ_t^s / POP_t \tag{4-5}$$

(三)省產鳳梨零售價格方程式

依據需求理論產品需求主要受到產品本身價格，可支配所得 (I_t) 及相關產業價格的影響。考量生產預期行為透過市場供需體系的交互作用對市場價格產生的影響，將當期零售價格視為被解釋變數。而相關產品價格乃以木瓜 (FPR_t) 零售價格來代表 (陳淑恩，民國 86 年)，依此需求關係式設定如下：

$$PR_t = f(I_t, ATQ_t, FPR_t) \tag{4-6}$$

農產品市場往往包括生產者、消費者及將產品自產地運往銷售地之運銷商，在進行產業結構分析時，多半必須藉由價格傳遞關係將產地價格 (PF_t) 與零售價格 (PR_t) 作一連結，而得一個完整的市場供需價格傳遞關係，設定如下：

$$PF_t = f(PR_t) \tag{4-7}$$

台灣鳳梨供需經濟模型，除根據經濟現象與理論建立模型結構外，並利用灰色理論為基礎，推估模型之參數值，本文分析所採資料為 1981 年至 1995 年的都市零售價格之年別時間數列分析資料，進行實証推估，鳳梨之供給反應式、需求關係式及市場價格傳遞關係式，結果如下：

$$dQ_t / dt + 0.31668Q_t^s = 4.081587Y_t - 21259.2WD_t + 36.75157A_{t-1} + 1519PF_{t-1} \tag{4-8}$$

$$dPR_t / dt + 0.9809936PR_t = 0.000080496I_t - 2.552695ATQ_t + 0.92212019FPR_t \tag{4-9}$$

$$dPF_t / dt + 0.47634PF_t = 0.22994PR_t \tag{4-10}$$

表 5 GM(1, N)模型檢定結果

年 代	真實值($P^{(0)}$)	預測($\hat{P}_1^{(0)}$)	誤差($P^{(0)} - \hat{P}_1^{(0)}$)	誤差百分比(%)
1981	20.5	27.26	-6.76	-32.98
1982	24.25	29.18126	-4.93126	-20.34
1983	27.57	32.22509	-4.65509	-16.88
1984	27.26	27.43657	-0.17657	-0.65
1985	24.94	27.61213	-2.67213	-10.71
1986	22.4	30.18223	-7.78223	-34.74
1987	22.77	24.76064	-1.99064	-8.74
1988	24.54	20.94182	3.598183	14.66
1989	29.7	24.90489	4.795113	16.15
1990	35.94	42.38558	-6.44558	-17.93
1991	37.48	42.63629	-5.15629	-13.76
1992	39.54	43.09566	-3.55566	-8.99
1993	39.34	39.60452	-0.26452	-0.67
1994	41.98	44.83064	-2.85064	-6.79
1995	51.26	49.51697	1.743028	3.40
	$S_1 = 9.412$	$S_2 = 4.014$	$C = 0.427$	$P = 0.9091$

資料來源：本文整理。

本文所建立的鳳梨供需模型，本質上為一遞迴體系，在預期變數及其他變數皆為外生決定下，則可以單一方程式法依序推估。故分別推估供給反應式、需求關係式及價格傳遞式。亦即為配合模式推估之連貫性，對於供給反應式、需求方程式及市場價格傳遞關係式採用灰色預測法。其預測結果如表 5。

經由關聯度檢驗法得本模型 $r(\hat{P}_3^{(0)}, P^{(0)}) = 0.7232$ ，故所建 GM(1,N)模型精確度 ($P = 0.9092$) 等級 2，屬可被接受。

(四)三種預測模型之預測值與真實質比較

以上三種灰色模型之檢定結果皆可當作預測模型。吾人將三種灰色模型對 1996 年至 1998 年之鳳梨價格預測及真實值列於表 6。

表 6 三種灰色模型預測結果

年度	真實值	GM(1, 1)		GM(1, 1) 滾動建模		GM(1, N)	
		預測值	誤差百分比	預測值	誤差百分比	預測值	誤差百分比
1996	55.9	49.2495	11.9	58.6893	-4.99	51.5665	7.75
1997	49.01	49.7209	1.45	64.5978	-31.81	49.0517	-0.09
1998	43.4	52.5235	-22.05	49.8862	-14.95	43.7985	-0.92

資料來源：本文整理。

由表 6 觀察得知 GM(1, N)模型預測最為可靠，而 GM(1, 1)預測值隨著時間加長其誤差會變大；滾動建模 GM(1, 1)在真實值波動大時，預測值之誤差會變大。此時若納入較多影響價格之經濟因子，如 GM(1, N)模型，則可將重要資訊及時反應在預測值上，因此，可更接近真實值。

伍、結論

本文目的為在外在複雜影響因子下，以較少數據可供較精確預測數值的方法-灰色預測模型，進行探討三種灰預測模型之適用性的比較。

本研究歸納出下列結論：

1. 三種灰預測模型檢定結果皆可作預測模型，但進一步預測 1996 年-1998 年之鳳梨價格發現 GM(1, N)模型優於 GM(1, 1)及 GM(1, 1)滾動建模，三種模型作為短期預測皆為合適的。
2. 本文嘗試以經濟理論為基礎建立之 GM(1, N)模型實証有別於灰色預測模型文獻（李宗儒與鄭卉方，民國 89 年；李宗儒，民國 89 年；施東河與徐桂祥，民國 88 年；許丁惠與陳繁雄，民國 87 年；許巧鶯與溫裕弘，民國 86 年），經實証可得到精確相當高的預測值，即可說明若灰色預測模型可加入以經濟理論之相關預測訊息更多相關之預測訊息，可增加預測能力[8]。
3. 在 GM(1, N)建模所產生的預測模型如下

$$dPR_t/dt + 0.9809936PR_t = 0.000080496I_t - 2.552695ATQ_t + 0.92212019FPR_t$$

可以得知影響零售價格最大的因子為每人每年平均消費量 (ATQ_t)，並成負相關，此與需求理論相符合。其次為其他財貨價格 (FPR_t)，最後為所得 (I_t) 因子。

4. 有可靠的預測資料有助於生產者瞭解價格變動，可提供在經營決策上之依據，也可讓政府及早有因應政策，可免造成鳳梨產量低而價格過高影響消費者之利益。故，灰色預測系統模型以較少價格資料可提供精確的預測對生產者、消費者、政府三方面皆有幫助。更有助於改善農作物產銷結構上的價格問題。

參考文獻

一、中文部分

1. 田自立，灰色理論在預測與決策之研究，國立成功大學機械研究所博士論文，民國 85 年。
2. 白玆玉、劉德如，「近年來台灣主要農產品計量模型之發展-稻米、毛豬、砂糖、玉米模型之比較分析」，農業經濟論文專集，民國 73 年，19：47-83。
3. 邱玉葉、施能仁，「運用 EXCAL 進行產業關聯分析與研究」，台北銀行月刊，民國 87 年，28(8)：40-58。
4. 李宗儒、林俊宏，「應用氣象資料配合類神經網路建立茼蒿需求量預測模式-以台北第一果菜批發市場為例」，農業與經濟，民國 88 年，22：73-101。
5. 李宗儒、鄭卉方，「應用灰色理論預測農作物之價格—以紅豆為例」，農林學報，民國 89 年，44(2)：83-92。
6. 李宗儒，「台商在大陸之盆花運銷問題研究」，中華農學會報，民國 90 年，2(2)：115-129。
7. 施東河、徐桂祥，「台灣地區壽險需求量之研究與預測」，管理與系統，民國 88 年，6(1)：29-46。
8. 施能仁、劉定焜，「灰色系統下指數期貨之避險策略評估研究—發行量加權指數與指數期貨之應用」，第貳屆灰色系統理論與應用論文集，民國 86 年，pp.16-33。
9. 許丁惠、陳繁雄，「GM(1, 1)模型於豬隻價格分析上之應用」，1998 年灰色系統理論與應用研討會，民國 87 年。
10. 許巧鶯、溫裕弘，「台灣地區國際航空客運量之預測--灰色預測模式之應用」，運輸

- 計劃季刊，民國 86 年，26(3)：525-556。
- 11.郭忠義、黃璋如，「台灣稻米供需預測模式之研究」，農業經濟，民國 72 年，33：33-84。
 - 12.陳宗玄，「台灣六種主要畜品產地價格預測分析」，台灣銀行季刊，民國 83 年，45(3)：297-327。
 - 13.陳益壯，台灣肉雞生產之預期行為分析，國立中興大學農業經濟研究所碩士論文，民國 79 年。
 - 14.彭克仲、陳貞伶、謝麗芬、嚴明，「應用類神經網路於甘藍菜價格預測之分析」，台灣經濟，民國 87 年，263：35-50。
 - 15.彭克仲、鍾震東，鳳梨產銷預測系統之建立，農委會補助研究計劃報告，民國 89 年。
 - 16.彭美玲，「兩岸貿易對兩岸產業衝擊之探討」，台北銀行月刊，民國 88 年，29(5)：116-133。
 - 17.葉若春、鄭春生、卜玉枝，「以實驗設計方法對倒傳遞類神經網路學習參數進行最佳化研究：對藥物動力學的應用為例」，管理與系統，民國 88 年，6(1)：63-92。
 - 18.雷立芬，「ARCH/GARCH 模型之運用：蔬菜批發價格分析」，農業與經濟，民國 84 年，16：13-30。
 - 19.戢桂如、蔡瓊娥、周世玉，「甘藍菜價格預警系統之建立-以 ARIMA 模式為預測基礎」，台灣經濟，民國 86 年，246：17-25。
 - 20.蔡靜瑩，台灣蔬菜三級市場價格長期動態及價格傳遞關係之研究，國立台灣大學農經所，碩士論文，民國 86 年。
 - 21.謝澄漢，我國高級工業職業學校師資供需問題研究，國立台灣師範大學工業教育研究所，碩士論文，民國 73 年。
 - 22.魏啟林，「台灣生鮮雞肉市場潛在需求的實證分析」，臺灣銀行季刊，民國 77 年，39(2)：339-369。

二、英文部分

1. Chen, C. K. and Tien, T. L., "Improved Grey System Identification in Engineering System Reliability-Prediction" Keynote paper of the 10th National Conference of Chinese Society of Mechanical Engineers, Hsinchu, Taiwan, R. O. C. 1993.
2. Deng, J., H. Guo, S. Xu, J. Xiong, and M. Chen, *Essential Topics on Grey System: Theory and Application*, Hua-Zhong University of Science and Technology, China Ocean Press, Beijing, 1988.
3. Sun, G., "Prediction of Vegetable Yields by Grey Model GM(1, 1)" *Journal of Grey System Theory*, 1991, 3: 187-197.

The Grey Prediction Model on Pineapple Retail Price in Taiwan

Ke-Chung* Peng

Abstract

Keywords : Grey theory , Pineapple retail price

The purpose of this study is to apply the grey theory to develop a model for predicting the pineapple retail price in Taiwan Area. Three grey system models, GM(1, 1), the recursive of GM(1, 1) and a variety of polyfactor forecasting model of GM(1, N) are presented.

GM differs from multiple regression which need large amount of data with conventional statistical distribution. Accumulated generating operation (AGO) functions are the essential concepts and the basis of grey differential variables.

The results show that average quantity consumed per capita per year and national income are found to be important factors influencing the retail price. By using the grey system model, the predicted pineapple retail price are very accurate and effective.

* Associated Professor in the Department of Agribusiness Management, National Ping Tung University of Science & Technology, Taiwan, ROC.