

# 食品原料供應商評選模型之研究

## A Study of Supplier Selection Model for Food Chain

余銘忠

國立高雄應用科技大學企業管理系副教授

yminchun@cc.kuas.edu.tw

李妙慧

國立高雄應用科技大學企業管理系研究生

1101335107@cc.kuas.edu.tw

耿怡

崑山科技大學會計資訊系助理教授

keng@mail.ksu.edu.tw

### 摘要

民以食為天，但近期食品安全問題頻頻發生，日常生活中每日都要消費的食品都有問題，對整條食品供應鏈也有影響，再加上全球化，食品原料來源逐漸全球化，導致食品供應鏈被拉長，故原料之可追溯性已成為重要議題。

本研究應用多目標數學規劃式建立一供應商評選模式，在食品原料供應商的評估準則當中，採用成本、危害程度、食品加工原料來源、需求量及供應商產能來做為評選供應商的評估準則，並考量到資源可使用量之限制，再針對食品原料供應商選擇問題建構出模糊多目標數學規劃模式，輔以案例進行應用分析，以找出最適合之食品原料供應商。

研究發現，選擇的食品原料供應商均為危害程度較低的食品原料供應商，對於決策者來說原料來源為低危害程度者較不易發生食品安全問題，而低危害程度的原料價格雖高，但原料品質也會隨之有所提升，決策者也願意先付出高成本以保障食品安全。

**關鍵詞：**可追溯性，食品供應鏈，模糊多目標規劃、供應商評選

**Keywords:** Traceability, Food Supply Chain, Fuzzy Multi-objective Programming, Supplier Selection

### 1. 緒論

食品為國人賴以維生的主要來源，加上食品工業的迅速發展，國與國之間食品往來日益頻繁，食品衛生安全與品質問題也更加複雜，食品安全問題將直接危害到國人的生命安全與身體健康。儘管全球大多數的食品供應情況都很安全，但隨著重大的食品安全事件不斷被報導，再度暴露了食品安全對於消費者的隱藏威脅，而食品安全問題成了國人最關注的焦點。例如2011年5月爆發的食品添加塑化劑事件，起源於部分食品上游原料供應商使用的食品添加物「起雲劑」，使用廉價的塑化劑取代棕櫚油，影響不只飲料商品，還擴及糕點、麵包與藥品。政府單位驗出並銷毀的含塑化劑食品達三千多公噸，多家台灣知名品牌廠商均無倖免(環境資訊電子報，2012)。繼塑化劑風波而後，2013年3、4月間，台灣嘉義縣調查站接獲檢舉稱，在食物中發現「毒澱粉」順丁烯二酸，全台各地衛生局隨即展開稽查追查毒澱粉，發現疑摻有順丁烯二酸的澱粉產品即查扣封存(亞太日報，2013)。

食品安全也成為全球性難題，無論是開發中或已開發的國家都受此困擾。在全球化的時代，食品安全事件的影響也呈現全球化，過去受污染的物品可能只會影響城市或鄉村，而現今卻演變成國際事件。歷年來全球各地接連被報導一系列重大食品安全事件，凸顯了食品安全問題的嚴重性。例如：2008年9月，中國毒奶粉事件，原因是很多食用三鹿集團生產的奶粉的嬰兒被發現患有腎結石，隨後在其奶粉中被發現化工原料三聚氰胺(新華網，2008)，以及2011年5月，在德國爆發了腸出血性大腸桿菌污染蔬菜的事件，之前一直懷疑感染原是小黃瓜或是蕃茄，德國確認感染病源是豆芽菜(TVBS新聞，2011)。

食品安全問題頻頻發生，成為全球關注的焦點，由於食品安全的問題多與原料有關(如腸出血性大腸桿菌、塑

化劑)和全球化的食品生產，消費者更加意識到食物的來源和營養成分。丹佛的Corona Research 公司的年度食品和飲料消費者調查顯示，頭一次食品安全和可追溯性(Traceability)，比起除了新鮮度以外的其他所有食品採購因素，甚至價格，更讓消費者關心(台灣農產品安全追溯資訊，2008)。可追溯性是農業食品的主要的必要條件，並已成為一個重要的問題。可追溯性有助於食品召回，能夠為供應鏈上的經營者提供關於受到牽連產品的準確資料(Ruiz-Garcia et al., 2010)。

以往食品管理主要在食品供應鏈的末端稽核，在發生食品安全事件時，大多要求各地方政府衛生機關，進行下游廠商產品之稽查及抽驗，以有限之人力物力企求阻斷危害擴大，不僅事倍功半，更引起人心恐慌，衝擊國內經濟。為能有效管控食品供應品質，應由食品供應鏈源頭下手，建立一套原物料供應自主檢查機制，規定檢驗標準(中國時報，2013)。

一個好的可追溯性能精確地追蹤整個供應鏈產品的位置和組成的歷史。然而，食品的製作過程過於複雜而不能馬上找出食品供應的源頭，因為不同批次的原料轉變成不同的產品，在發生食品安全問題時，便不能有效率的處理產品召回，過去的研究方法大多數是從可追溯性資訊系統的角度來看，在眾多文獻資料中很少發現關於應用以數學規劃做為可追溯性之研究，為了提高可追溯性、減少產品的召回及被不良產品影響的消費者，本研究將應用數學規劃做為可追溯性之研究，並加入供應商選擇評估的準則，建立完備的食品原料供應商選擇模型。歸納本研究之主要研究目的如下：

- (1) 確認適合食品原料供應商之評選準則。
- (2) 利用模糊多目標規劃法(Fuzzy Multi-objective Programming, FMOP)，建立一套有效的食品原料供應商評選模式。
- (3) 透過有效的食品原料供應商評選模式，提供企業在食品原料供應商評估選擇上之參考。

## 2. 文獻探討

### 2.1 食品供應鏈

食品供應鏈是涉及多層次、多階段的複雜過程，可能由不同原料生產者、處理加工者、流通販賣者所參與，因此過往發生食品安全事件之時，往往難以迅速診斷問題點以及釐清責任，甚至可能因為國際間的自由貿易，而造成跨國的危害(許輔，2010)。食品供應鏈是指從初級生產到消費的各階段與運作之順序，包括食品與其成分之生產、加工、配銷、儲存及處理，並包括預期與食品或原物料接觸的材料生產，也就是所謂的包裝材料，工業局更明確指出今年起將食品供應鏈認證範圍，將往上游的原料與往下游的包裝材料，全都納入擴大食品的驗證範圍(黃聖儒，2010)。

食品供應鏈(如圖1)中，所有食品供應者和經營者皆必須對食品安全負責，產品在所有食品供應鏈中必須具有可追溯性，即產品從原料生產、加工、包裝、運輸等環節的過程要有詳細紀錄，以增加供應鏈的透明度，如此一來若產品出現食品安全問題時，可透過這些紀錄追溯至該產品的源頭，並立即進行危害管控，提供產品回收效率及疾病的控制標準。食品供應鏈通常用來從農業生產、收穫/屠宰、透過初級生產和/或製造、儲存和分銷零售或使用在餐飲和消費者實踐的總供給過程。在食品供應鏈中的許多部門現在識別工作的夥伴關係，以實現安全、健康和高效率的食品供應業務的最大利益的優勢 (Stringer et al., 2007)。

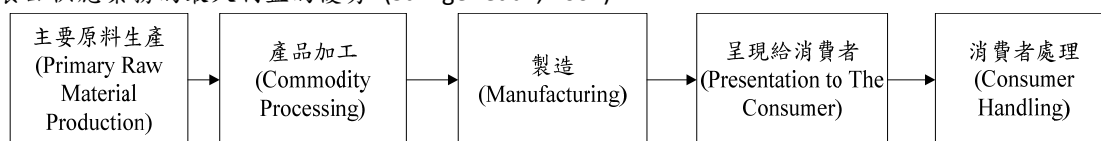


圖1 食品供應鏈(Stringer et al., 2007)

### 2.2 可追溯性

ISO 12875:2011 規範定義可追溯性標準是關於追溯歷史、應用和位置，可能包含產品的原料和零部件的來源、加工過程的歷史及產品交付後的分與位置。可追溯性不僅包括能夠透過分銷鏈實體追蹤產品從原產地到目的地的基本條件，還能夠提供訊息了解產品的組成和所經歷的過程(ISO News, 2011)。Moe (1998)提到可追溯性一詞可用在四

種不同情境中，每個有不同的隱含意義：

- (1) 產品：涉及原料、原產地、加工歷史及交付後的分佈和場所。
- (2) 數據：涉及整個品管圈產生的計算和數據，有時是對品質的要求。
- (3) 校準：涉及國家或國際標準、主要標準、基本物理常數或屬性或者參考材料的測量設備。
- (4) IT和程式設計：涉及設計和執行對系統的要求。

為了能夠追溯(Trace)產品並檢索相關訊息，生產者必須收集資訊來了解產品在生產各個階段(初級生產、加工、分銷、零售和消費)的追蹤(Track)。因此，可追溯性可分為兩個主要功能：追蹤(Tracking)和追溯(Tracing)(圖2)。追蹤可以被定義為跟隨一個項目往下游移動透過供應鏈的開始到結束的路徑的能力。追溯是透過記錄用來辨識在供應鏈上游一個項目或項目群的來源的能力(Schwägele, 2005)。

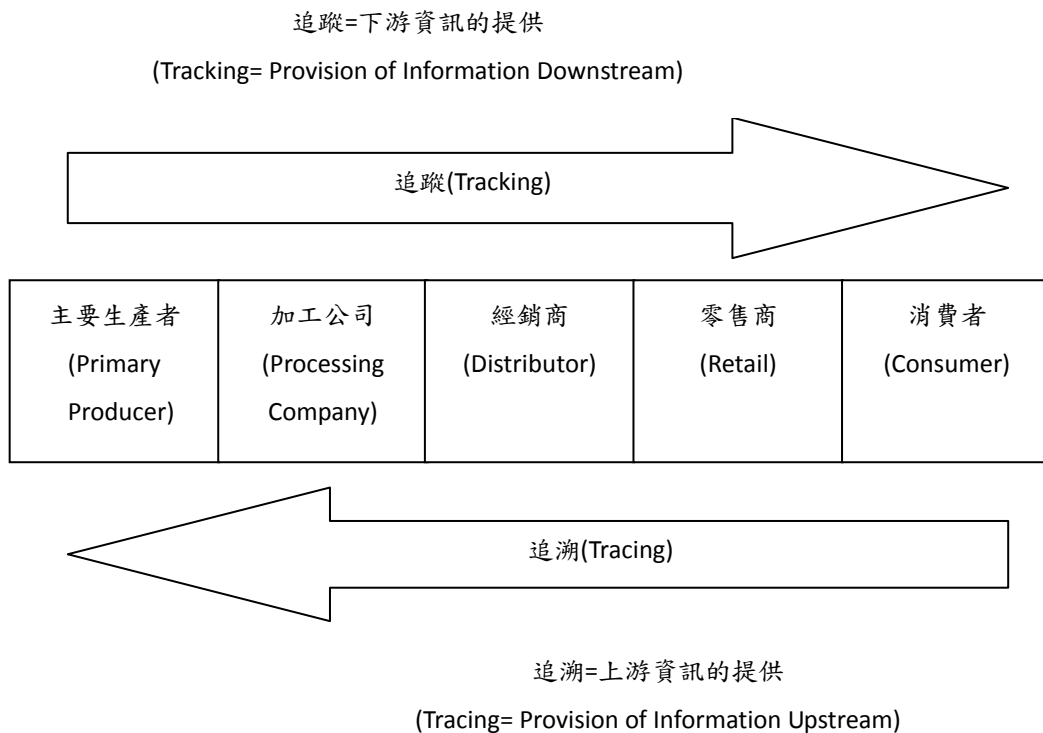


圖 2 沿著食品供應鏈的追蹤與追溯(Schwägele, 2005)

### 2.3 食品供應鏈的可追溯性

原本可追溯性為測量儀器精度的術語，在工業產品的生產過程、品質管理與流通則是應用了此概念。那麼食品的可追溯性是在美國奶牛發生牛海綿狀腦病(Bovine spongiform encephalopathy, BSE)問題時被提出，之後又擴大到了蔬菜、肉類的問題上。而日本在2004年開始施行《牛肉可追溯性法》，規定必須進行國產牛的個體識別，並且對牛肉的流通做記錄，除了牛以外也在蔬菜、穀物、加工食品等眾多領域推行與採取可追溯性措施，建立運用二維條碼、無線射頻辨識標籤等資訊系統。(日經能源環境網，2012)。

在眾多的食品安全問題，可追溯性已成為食品公司非常重要的議題。透過有效的可追溯系統提供品質標籤讓消費者放心，此外，良好的可追溯系統成為一個重要的優勢，透過追蹤產品、生產過程和品質控制來建立公司品質。最後，有效的可追溯系統應有助於產品的對策，以避免不必要的重複(Dupuy et al., 2005)。在食品供應鏈，經常追蹤食品的生產批次或物流單位，而不是單獨的產品項目。如果食品安全問題來自於原料的批次，包含此原料的所有成品都必須確定和召回。在食品業中，來自不同供應商的原料批，有著不同的價格和品質屬性經常混合在一起(Wang et al., 2009)。許輔 (2010)提到從各種食品安全問題事件中，除了事件的危害點並損失大筆金額外，也將危及企業體的聲譽。因此，為方便執行追溯，在現行產品追溯實務上作以下建議：

- (1) 控制進貨量。
- (2) 減少批次數量。
- (3) 降低不同來源原料之混合。

## 2.4 原料危害程度

美國自來水協會研究基金會(AwwaRF, American Water Works Association Research Foundation, 2006) 使用一至五級為嚴重程度和一至五級為頻率做為評估自來水的風險分類系統。以下是由AS/NZS4360:1999風險管理標準得出風險因素矩陣(表1)來考慮風險，在量化評分的計算及判斷方面，風險因素 = 可能性\*後果的嚴重性，危害評估最高估分為25分，得分等於或大於六分的所有風險因素應被危害分析和關鍵控制點(Hazard Analysis and Critical Control Point, HACCP)小組視為顯著並調查更多的細節。水與食品均為日常生活中重要攝取來源，因此本研究將此自來水風險評分做為原料危害程度之評分參考。用來計算風險因素之可能性和後果的嚴重性定義如表2。

表 1 風險因素矩陣

風險因素矩陣 (Risk Factor Matrix)		後果的嚴重性(Severity of Consequences)				
		無關緊要 (Insignificant)	輕微 (Minor)	中等 (Moderate)	重要 (Major)	嚴重的 (Catastrophic)
可能性 (Likelihood)	幾乎肯定(Almost Certain)	5	10	15	20	25
	可能(Likely)	4	8	12	16	20
	中等(Moderate)	3	6	9	12	15
	不可能(Unlikely)	2	4	6	8	10
	少見(Rare)	1	2	3	4	5

表 2 可能性和後果的嚴重性定義

項目	定義	權重
幾乎肯定	每天一次(Once a day)	5
可能	每週一次(Once per week)	4
中等	每月一次(Once per month)	3
不可能	每年一次(Once per year)	2
少見	每五年一次(Once every 5 years)	1
嚴重的	公共衛生風險(Public health risk)	5
重要	對經營許可的影響(Impact on Operating Licence)	4
中等	對顧客約章的影響(Impact on Customer Charter)	3
輕微	顯著影響(Significant impact)	2
無關緊要	沒有影響或無法檢測(No impact or not detectable)	1

## 3. 研究方法

本研究欲探討決策者如何在考量到食品供應鏈可追溯性的情況下，有效的選擇適合之供應商。以考慮食品供應鏈的可追溯性，結合最小化食品加工原料來源、原料危害程度及成本作為目標函數，並考量現實環境中的資源限制，選定其供應商評估準則進而採用max-min演算法來發展模糊多目標規劃模式。

### 3.1 供應商評估準則

Pal et al. (2013) 從文獻整理出對供應商的選擇各種重要的標準是：價格、品質、交貨期、歷史績效、保證與賠償政策、生產設施與產能、技術、財務狀況、遵守程序、聲譽與地位、包裝及位置...等 18 項標準。沈榮祿(2012) 探

討食品/餐飲服務業供應商選擇模式研究中，發現因為現今的市場趨勢，除了成本、運送能力、品質、服務及公司形象外，綠色供應、原料可追溯性、食品安全衛生也是選擇供應商重要的準則。許輔 (2010)提到從各種食品安全問題事件中，除了事件的危害點並損失大筆金額外，也將危及企業體的聲譽。因此，為方便執行追溯，在現行產品追溯實務上作以下建議：

- (1) 控制進貨量。
- (2) 減少批次數量。
- (3) 降低不同來源原料之混合。

因此，本研究將對使用的準則分別為原料危害程度、成本、原料可追溯性和供應商產能進行評估，建構多目標規劃模式期望能使食品加工原料來源、原料危害程度及成本極小化，進而從候選選的供應商之間選擇出合適的供應商。

### 3.2 符號定義

符號定義的定義如下所示：

$i$ ：食品加工原料編號

$j$ ：供應商編號

$k$ ：完成品編號

決策變數：

$X_{ijk}$ ：完成品  $k$  中供應商  $j$  供應食品加工原料  $i$  的數量

$Y_{ijk}$ ：完成品  $k$  中供應商  $j$  是否供應食品加工原料  $i$ ,  $Y_{ijk} = \begin{cases} 1 & \text{完成品 } k \text{ 中供應商 } j \text{ 供應食品加工原料 } i \\ 0 & \text{其他} \end{cases}$

參數：

$D_k$ ：完成品  $k$  的總需求量

$W_{ik}$ ：食品加工原料  $i$  占完成品  $k$  總需求量的百分比

$C_{ij}$ ：供應商  $j$  供應食品加工原料  $i$  的產能

$P_{ij}$ ：供應商  $j$  供應食品加工原料  $i$  的價格

$CR_{ij} = f(R_{ij})$ ：降低供應商  $j$  供應食品加工原料  $i$  的原料危害程度的成本，為一函數值

$R_{ij}$ ：供應商  $j$  供應食品加工原料  $i$  的原料危害程度

$m_{ij}$ ：向供應商  $j$  購買食品加工原料  $i$  的最小重量

$M$ ：一個極大正數

### 3.3 建立多目標規劃模式

本研究綜合 Pal et al. (2013)、沈榮祿(2012)與許輔 (2010) 所提出的供應商評估準則，並針對各項成本及品質進行評估，之後建構多目標規劃模式期望能使食品加工原料來源、原料危害程度及成本極小化，進而從一些評選的供應商之間選擇出適合的供應商。選擇供應商的多目標規劃模型建構表示如下：

目標函數一：食品加工原料來源極小化

$$\text{Min } Z_1 = \sum_i \sum_j \sum_k Y_{ijk} \quad (1)$$

目標函數二：原料危害程度極小化

$$\text{Min } Z_2 = \sum_i \sum_j \sum_k R_{ij} Y_{ijk} \quad (2)$$

目標函數三：成本極小化

$$\text{Min } Z_3 = \sum_i \sum_j \sum_k P_{ij} X_{ijk} + \sum_i \sum_j \sum_k CR_{ij} X_{ijk} \quad (3)$$

限制式：

$$\sum_j X_{ijk} \geq \sum_j W_{ik} D_k \quad \text{for each } i, k \quad (4)$$

$$\sum_k X_{ijk} \leq \sum_k C_{ij} Y_{ijk} \quad \text{for each } i, j \quad (5)$$

$$\sum_k X_{ijk} \geq \sum_k m_{ij} Y_{ijk} \quad \text{for each } i, j \quad (6)$$

$$\sum_j Y_{ijk} \geq 1 \quad \text{for each } j, k \quad (7)$$

$$X_{ijk} \leq M Y_{ijk} \quad \text{for each } i, j, k \quad (8)$$

$$X_{ijk} \geq 0 \quad \text{for each } i, j, k \quad (9)$$

$$Y_{ijk} \in \{1, 0\} \quad \text{for each } i, j, k \quad (10)$$

本研究所建議的供應商選擇模式是一種多目標混合整數規劃模型，在這個模型中其定義說明如下：

目標函數 1：表示食品加工原料來源極小化

目標函數 2：表示原料危害程度極小化

目標函數 3：表示成本極小化

限制式 1：表示需求被滿足

限制式 2：表示全體供應商產能的限制

限制式 3：表示為購買食品加工原料的最小重量

限制式 4：表示確保能做成完成品

限制式 5：表示預防決策變數衝突的限制

限制式 6：表示決策變數非負及整數的限制

限制式 7：表示二元的決策變數，若完成品  $k$  中供應商  $j$  供應食品加工原料  $i$  時為 1；若無供應於完成品則為 0。

### 3.4 建立模糊多目標規劃模型

在傳統數學方法中，通常利用明確且精準的資料來建立與評估其目標值，然而在現實的情境中，決策者通常無法擁有精確完整的決策準則和限制條件的資訊，且為了選擇供應商所收集的資料通常是模糊而不精確，因此使用模糊理論，或許會得到比較好的結果。為了處理這模糊現象本研究將發展一個具有明確及模糊限制式的模糊多目標規劃模型。在此模糊多目標規劃供應商選擇模式中有明確目標和一些模糊或明確的限制式，因此一個模糊供應商選擇數學規劃模式其表示方法如下所示：

目標函數一：食品加工原料來源極小化

目標函數一：食品加工原料來源極小化<sup>4</sup>

$$\text{Min } Z_1 = \sum_i \sum_j \sum_k Y_{ijk} \quad (11)^4$$

目標函數二：原料危害程度極小化<sup>4</sup>

$$\text{Min } Z_2 = \sum_i \sum_j \sum_k R_{ij} Y_{ijk} \quad (12)^4$$

目標函數三：成本極小化<sup>4</sup>

$$\text{Min } Z_3 = \sum_i \sum_j \sum_k P_{ij} X_{ijk} + \sum_i \sum_j \sum_k CR_{ij} X_{ijk} \quad (13)^4$$

限制式：<sup>4</sup>

$$\sum_j X_{ijk} \cong \sum_j W_{ik} D_k \quad \text{for each } i, k \quad (14)^4$$

$$\sum_k X_{ijk} \leq \sum_k C_{ij} Y_{ijk} \quad \text{for each } i, j \quad (15)^4$$

$$\sum_k X_{ijk} \geq \sum_k m_{ij} Y_{ijk} \quad \text{for each } i, j \quad (16)^4$$

$$\sum_j Y_{ijk} \geq 1 \quad \text{for each } i, k \quad (17)^4$$

$$X_{ijk} \leq M Y_{ijk} \quad \text{for each } i, j, k \quad (18)^4$$

$$X_{ijk} \geq 0 \quad \text{for each } i, j, k \quad (19)^4$$

$$Y_{ijk} \in \{1, 0\} \quad \text{for each } i, j, k \quad (20)^4$$

在本模型中，第一個目標是食品加工原料來源極小化(11)，第二個目標是原料危害程度極小化(12)，第三個目標是成本極小化(13)。另外，在需求限制式(14)中應確保需求被滿足。產能限制(15)在嚴格限制供應商最大產能。(16)為購買食品加工原料的最小重量限制。(17)為確保能做成完成品的限制。(18)預防決策變數衝突的限制。(19)決策變數非負及整數的限制。(20)二元的決策變數，若食品加工原料*i*含第*k*個食品加工原料批次用供應商*j*的產品在完成品時為1；無用於完成品則為0。一般而言，符號 $\cong$ 表示是模糊不精確的。在本模型中需求限制的參數是模糊不明確的。

### 3.5 模糊多目標供應商選擇模型求解方法

一個模糊多目標供應商選擇模式，其求解步驟如下所示(Amid et al., 2006)：

步驟一：

根據買賣雙方的準則和限制來建構模糊多目標供應商選擇模式。對於不同的食品加工原料、供應商與完成品的需求及產能建立限制式。

步驟二：

選擇目標將其當成單目標供應商選擇問題求得最大值與最小值解，以當作每一個目標函數和需求限制的隸屬函數之上下界，並重複此步驟將所有目標一一求解。本研究將採用 Zimmermann (1978) max-min 演算法求解，找出目標函數的下界(lower bounds)與上界(upper bounds)，由於需求被建模為三角模糊數( $L, M, U$ )，其計算方法分別說明如下：

目標函數極大化：

$$U = \text{Max} \sum_i \sum_j \sum_k Y_{ijk} \quad (21)$$

$$U = \text{Max} \sum_i \sum_j \sum_k R_{ij} Y_{ijk} \quad (22)$$

$$U = \text{Max} \sum_i \sum_j \sum_k P_{ij} X_{ijk} + \sum_i \sum_j \sum_k CR_{ij} X_{ijk} \quad (23)$$

限制式：↵

$$\sum_j X_{ijk} \geq \sum_j W_{ik} (D_k)^U \quad \text{for each } i, k \quad (24)$$

$$\sum_k X_{ijk} \leq \sum_k C_{ij} Y_{ijk} \quad \text{for each } i, j \quad (25)$$

$$\sum_k X_{ijk} \geq \sum_k m_{ij} Y_{ijk} \quad \text{for each } i, j \quad (26)$$

$$\sum_j Y_{ijk} \geq 1 \quad \text{for each } i, k \quad (27)$$

$$X_{ijk} \leq MY_{ijk} \quad \text{for each } i, j, k \quad (28)$$

$$X_{ijk} \geq 0 \quad \text{for each } i, j, k \quad (29)$$

目標函數極小化：↵

$$L = \text{Min} \sum_i \sum_j \sum_k Y_{ijk} \quad (31)$$

$$L = \text{Min} \sum_i \sum_j \sum_k R_{ij} Y_{ijk} \quad (32)$$

$$L = \text{Min} \sum_i \sum_j \sum_k P_{ij} X_{ijk} + \sum_i \sum_j \sum_k CR_{ij} X_{ijk}$$

(33)↵

限制式：↵

$$\sum_j X_{ijk} \geq \sum_j W_{ik} (D_k)^L \quad \text{for each } i, k \quad (34)$$

$$\sum_k X_{ijk} \leq \sum_k C_{ij} Y_{ijk} \quad \text{for each } i, j \quad (35)$$

$$\sum_k X_{ijk} \geq \sum_k m_{ij} Y_{ijk} \quad \text{for each } i, j \quad (36)$$

$$\sum_j Y_{ijk} \geq 1 \quad \text{for each } i, k \quad (37)$$

$$X_{ijk} \leq MY_{ijk} \quad \text{for each } i, j, k \quad (38)$$

$$X_{ijk} \geq 0 \quad \text{for each } i, j, k \quad (39)$$



$$Y_{ijk} \in \{1,0\} \quad \text{for each } i, j, k \quad (40)$$

步驟三：

找出目標函數的隸屬函數值。方程式(41)和(42)為模糊極大化與極小化目標函數的隸屬函數 $\mu_r(x_r)$ ，而 $L$ 表示模糊目標函數的下界， $U$ 表示模糊目標函數的上界。

$$\mu_r(Z_r(x)) = \begin{cases} 1 & \text{if } Z_r(x) \geq U_r \\ \frac{Z_r(x) - L_r}{U_r - L_r} & \text{if } L_r \leq Z_r(x) \leq U_r \\ 0 & \text{if } Z_r(x) \leq L_r \end{cases} \quad (41)$$

$$\mu_r(Z_r(x)) = \begin{cases} 1 & \text{if } Z_r(x) \leq L_r \\ \frac{U_r - Z_r(x)}{U_r - L_r} & \text{if } L_r \leq Z_r(x) \leq U_r \\ 0 & \text{if } Z_r(x) \geq U_r \end{cases} \quad (42)$$

步驟四：

用加權平均法(weighted average approach)  $\beta$  機率密度函數(beta probability function)對模糊限制式解模糊化。

步驟五：

使用步驟二到四得到的結果，加入目標函數偏好權重，建立明確單一目標線性規劃模式，並求解此單一目標模型。

#### 4. 研究結果與分析

本研究將利用所發展之模糊多目標模式，以一食品加工廠之案例為例並假設其相近的數據，透過代入本模式流程來說明其應用方法。

##### 4.1 案例簡介

針對本研究所發展的模糊多目標模式，將以A食品加工廠案例為例，藉由假設相近之數據來驗證本研究所發展之供應商評選模式之可行性。A食品加工公司主要產品為魚丸及蝦丸，堅持只用100%的新鮮肉品製作純肉漿，過程注重衛生、產品的新鮮度，隨時掌控產品每一個細節與流程，使產品達到最佳的品質狀態，並要求食品衛生安全，讓消費者食用更安心。

此研究假設案例中，透過買方決策者(Buyer)向賣方供應商(Supplier)購買新鮮食品原料進行食品之加工生產，依據不同系列之產品，希望評選出高品質、低成本與低危害程度之賣方，而不同之賣方供應商因為其產品特性、生產產能或是設備器具的不同，對於其品質、成本以及危害程度亦有不同之結果；而食品加工的原料將會混合不同或相同之供應商原料，並加工製成完成品(圖3、圖4)。

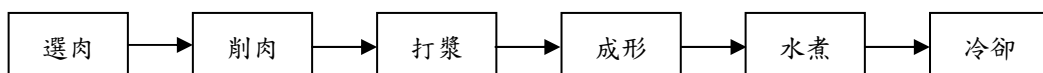


圖3 丸子(原料加工至完成品)製造過程

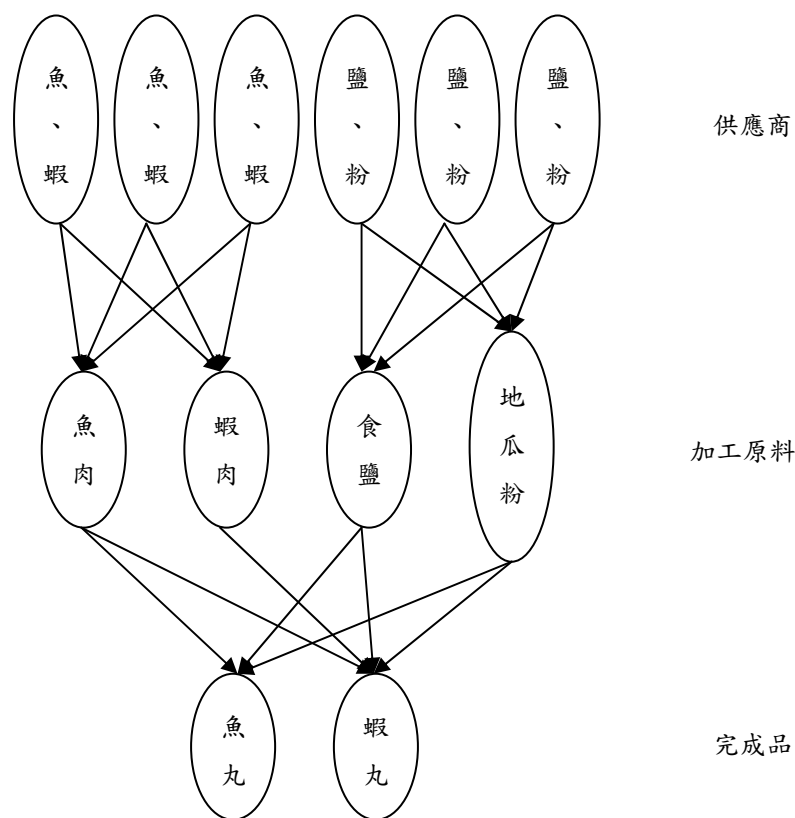


圖 4 魚丸、蝦丸(原料加工至完成品)製造過程

A 公司主要生產的產品有魚丸及蝦丸。因此，A 公司須選擇食品原料供應商來購買原料，並將原料加工製成完成品，由於魚肉及蝦肉的用量較多，因此可向多家供應商購買，而食鹽及地瓜粉用量較少，因此只各向一家供應商購買。

A 公司向三家魚貨及鮮蝦供應商( $j=1, j=2, j=3$ )購買魚肉( $i=1$ )及蝦肉( $i=2$ )、三家食鹽及地瓜粉供應商( $j=4, j=5, j=6$ )購買食鹽( $i=3$ )及地瓜粉( $i=4$ )，來加工製成魚丸( $k=1$ )及蝦丸( $k=2$ )。其每一種完成品的需求量為模糊不固定的，如表 3 所示。

四種食品加工原料占每一完成品總需求量的百分比如表 4 所示。四種食品加工原料之供應商產能限制如表 5 所示。每一個供應商最小訂購量如表 6 所示。四種食品加工原料之供應商供應食品加工原料的價格如表 7 所示。每一個供應商之食品加工原料的原料危害程度如表 8 所示。每一個供應商之食品加工原料的原料危害程度成本如表 9 所示。

表 3 完成品需求量

完成品 $k$	需求量(悲觀值、最可能值、樂觀值)		
魚丸(1)	1900	2000	2300
蝦丸(2)	800	1000	1100

表 4 原料占總需求量的百分比

完成品 $k$	食品加工原料 $i$ 百分比 (%/單位)			
	魚肉(1)	蝦肉(2)	食鹽(3)	地瓜粉(4)
魚丸(1)	0.7		0.02	0.05
蝦丸(2)	0.2	0.6	0.02	0.05

表 5 供應商產能

供應商 $j$	食品加工原料 $i$ 產能限制(公斤/單位)			
	魚肉(1)	蝦肉(2)	食鹽(3)	地瓜粉(4)
1	1000	550		
2	950	600		
3	1100	500		
4			120	240
5			100	250
6			110	200

表 6 最小訂購量

供應商 $j$	食品加工原料 $i$ 最小訂購量(公斤/單位)			
	魚肉(1)	蝦肉(2)	食鹽(3)	地瓜粉(4)
1	115	110		
2	100	120		
3	125	100		
4			60	120
5			70	130
6			50	100

表 7 供應商價格

供應商 $j$	食品加工原料 $i$ 價格(元/公斤)			
	魚肉(1)	蝦肉(2)	食鹽(3)	地瓜粉(4)
1	150	165		
2	130	180		
3	170	150		
4			20	48
5			12	60
6			10	40

表 8 原料危害程度

供應商 $j$	食品加工原料 $i$ 危害程度			
	魚肉(1)	蝦肉(2)	食鹽(3)	地瓜粉(4)
1	16	20		
2	20	15		
3	12	25		
4			3	8
5			4	6
6			5	10

表 9 原料危害程度成本

供應商 <i>j</i>	食品加工原料 <i>i</i> 危害程度成本(危害程度之 10 倍)			
	魚肉(1)	蝦肉(2)	食鹽(3)	地瓜粉(4)
1	160	200		
2	200	150		
3	120	250		
4			30	80
5			40	60
6			50	100

#### 4.2 案例模型之建立與求解

本研究將利用上述所提出之模型來建立案例公司之模糊多目標數學規劃模式。其求解步驟如下所示：

##### 步驟一：將案例原始資料帶入模糊多目標供應商選擇數學模式

根據上述的案例資訊來建構模糊多目標供應商選擇模式。

##### 步驟二：以單目標問題形式來求解並決定各目標函數與限制式可行解區域之上下界

本研究將利用單目標的最佳解為參考依據，來決定每一個目標函數的上下邊界，採用 Zimmermann (1978) max-min 演算法求解， $\{x, y\}$  表示  $\{U_k, L_k\}$ ，其結果為  $(Z_1, Z_2, Z_3) = (\{13, 8\}, \{186, 73\}, \{2,558,390, 629,100\})$ 。

##### 步驟三：根據各目標函數上下界，找出所對應線性隸屬函數值

運用各目標值上下界，界定模糊混合整數多目標數學規劃問題三個目標函數及限制式所對應的線性隸屬函數；隸屬函數的值域範圍介於  $[0,1]$  區間，可以適切表示各目標函數的模糊渴望水準。如表 10 所示：

表 10 各目標之隸屬函數值

	$\mu=1$	$\mu=0$
$Z_1$	8	13
$Z_2$	73	186
$Z_3$	629,100	2,558,390

##### 步驟四：將模糊限制式解模糊化

本研究運用 Lai and Hwang (1994) 的加權平均法解模糊，在最低可接受水準  $\beta=0.5$  下，分別指派權重為最可能值=4/6、最悲觀值=1/6 以及最樂觀值=1/6，經解模糊計算後其需求量分別為魚丸=2033、蝦丸=983。

##### 步驟五：考慮決策者偏好權重，建立明確單一目標線性規劃模式

使用步驟二到四得到的結果，加入決策者對目標函數偏好權重，建立明確單一目標線性規劃模式，並求解此單目標模型，食品加工原料來源、原料危害程度及成本三個決策因子之權重分別為： $\omega_1=8/10$ ， $\omega_2=1/10$ ， $\omega_3=1/10$ 。

#### 4.3 案例實證結果與分析

經計算後所求得選擇供應商之模糊多目標數學規劃輸出解分別為：食品加工原料來源( $Z_1$ )為 8、原料危害程度( $Z_2$ )為 73、成本( $Z_3$ )為 708,470 元。在魚丸中，向供應商 1 購買魚肉 324 公斤、供應商 3 購買魚肉 1100 公斤、供應商 4 購買食鹽 60 公斤以及供應商 5 購買地瓜粉 130 公斤；在蝦丸中，向供應商 2 購買蝦肉 590 公斤、供應商 3 購買魚肉 197 公斤、供應商 4 購買食鹽 60 公斤以及供應商 5 購買地瓜粉 130 公斤；決策者對於該決策的總體滿意度及各目標滿意程度分別為  $L=0.9955$ ， $\mu_{z_1}(x) = \lambda_1 = 1$ ， $\mu_{z_2}(x) = \lambda_2 = 1$ ， $\mu_{z_3}(x) = \lambda_3 = 0.9550$ 。

由上述資料分析發現，最後選擇的食品原料供應商不論是魚肉、蝦肉、食鹽及地瓜粉，均選擇危害程度較低的食物原料供應商，可能原因為低危害程度的食品原料供應商，對於決策者來說原料來源為低危害程度者較不易發生

食品安全問題，而低危害程度的原料價格雖高，但一般來說成本較高的話，原料品質也會隨之有所提升，決策者也願意先付出高成本以保障食品安全； $Z_1$ (食品加工原料來源)的決策滿意水準(1)等於 $Z_2$ (原料危害程度)的決策滿意水準(1)並優於 $Z_3$ (成本)的決策滿意水準(0.9589)。總結來說，經由本研究所建構之模糊多目標數學模式計算後所產生總目標之滿意度為0.9959。這就表示在此多目標的原則下本研究所建構之模式不但可以兼顧食品加工原料來源、原料危害程度和成本最小等三個目標，而且各目標均能達到決策者的偏好標準。

## 5. 結論

在建立食品原料供應商選擇的模式上，本研究主要是以模糊多目標數學規劃法，建構一套兼顧食品加工原料來源、原料危害程度和成本最小等三個目標的供應商選擇模式；並且透過模糊多目標數學規劃可以同時處理多個不同目標的特性求解此供應商選擇問題，綜合以上彙整討論後，將對本研究做總結說明和研究的成果，並且針對研究不足之處以及未來研究方向提出建議。

### 5.1 結論

民以食為天，儘管經濟再不景氣，國人還是需要飲食，但近期連續爆發的食品安全問題，從吃的到用的生活上每日都要消費的食品都有問題，甚至影響食品供應鏈上游的原料到下游的成品，而食品安全也不是特定地區的問題，因為國與國之間的交流頻繁，食品安全問題也成為全球化的問題，食品供應鏈也因此被拉長，顯現出可追溯性的重要。

供應商選擇在食品供應鏈的體系中是重要的課題，有許多的因素會影響食品原料供應商選擇策略，所以單目標建構模式並無法完全表達現實決策之所需，有些重要的因素例如成本、危害程度、食品加工原料來源及供應商產能也會影響供應商的選擇。在食品原料供應商的評估準則當中，本研究採用成本、危害程度、食品加工原料來源、需求量及供應商產能來做為評選供應商的評估準則，並考量到資源可使用量之限制，再針對食品原料供應商選擇問題建構出模糊多目標數學規劃模式，且以案例進行分析，接著加入目標函數偏好權重，以找出最適合之食品原料供應商。

綜合以上所述，本論文可歸納出下列幾點結論：

- 一、 本文結合了多目標及模糊數概念建構出食品原料供應商評選模式，經案例實驗證實本模式能夠在不確定的環境下，選擇出合適的供應商以及採購數量，同時亦考量到食品加工原料來源多寡之影響，使其能夠更符合實務上食品加工公司所追求之策略目標考量。
- 二、 相較於先前之研究，因為較少有同時考慮食品加工原料來源與其他評估準則之供應商評選標準組合，以目前供應鏈愈趨於重視可追溯性所帶來之影響，因此本研究認為應同時考慮食品加工原料來源及其他重要的評估準則才能夠符合目前實務上食品供應鏈之執行。
- 三、 運用模糊多目標方法求解優於最佳解模式每次僅能求解單一目標函數的限制，本文模式可同時追求最小食品加工原料來源、原料危害程度和成本等三個目標函數，並加入決策者之偏好權重，使決策者可視實務情況來決定各模糊目標的相對重要性，以求得較高的滿意度及最佳解。
- 四、 經過實證測試後，結果顯示本研究所建構之食品原料供應商選擇模式，在食品加工原料來源、原料危害程度和成本等三個目標上均有不錯的滿意程度，此亦證明本研究所建構模式在現實上之可行性。

### 5.2 研究貢獻

不論是在實務上或是學術上，對於可追溯性之衡量計算存在著數種評估方法，採用哪一種方法確實是個難題，但無論運用何種可追溯性評估方法也都具有不確定之特性存在；由於食品安全問題一再爆發出來，漸漸地國人開始注意到食的安全之重要性，對於生產方式、過程與明確標示等限制與建議逐漸被討論，相關規定亦更加嚴格，而這個問題在食品供應鏈上是環環相扣的，並非獨自努力就能得到改善，唯有選擇正確的合作夥伴共同致力於減緩食品安全之影響，才能提升食的安全之目標，而本研究所建構之食品原料供應商評選模式，能提供供應鏈解決上述之問題。

本研究模型在管理以及應用上有以下幾點主要貢獻，其分述如下：

- 一、雖然國內研究供應商評選的論文不在少數，但針對食品業為樣本的量化研究卻很少，本研究模型將食品加工原料來源、原料危害程度和成本三個極為重要的選擇標準列入目標式中作為本研究基礎，以建立一個較完整的供應商選擇模式，期望日後能夠給於學術界在研究食品業相關議題時，賦予一個新的參考架構。
- 二、模型中納入目標權重的概念，因此，即便決策者對目標的重視程度不同，本研究模型也能精確地改變權重係數，進而計算食品加工原料來源、原料危害程度和成本的目標值以及各目標值的滿意程度，這種加權的機制有助於決策者篩選出合適的供應商。
- 三、本模式用食品加工原料來源做為可追溯性之量化研究，提供一新的思考模式，並應用了模糊需求限制因素，來提高模式對實際情況的實用性，希望在考慮食品原料供應商評選供應商之議題上，對實務以及學術上能有所幫助。

## 6. 參考文獻

### 中文部分

- 人民日報海外版。毒澱粉再致台灣民眾陷恐慌。2013-5-28/亞太日報。
- 日經能源網。<http://big5.nikkeibp.com.cn/eco/todaykw/2972-20120615.html>(2012年6月20日)。
- 中央畜產會。<http://www.naif.org.tw/infoRetailSaleDaily.aspx?frontTitleMenuID=37&frontMenuID=161>(2013年8月28日)。
- 台灣農產品安全追溯資訊網。可追溯性對消費者具有決定性作用。<http://taft.coa.gov.tw/> (2008年6月號)。
- 沈榮祿(2012)。食品/餐飲服務業供應商選擇模式。採購與供應雙月刊，94期，13-26。
- 海瑞食品股份有限公司。<http://www.hairei.com.tw/web/> (2013年2月)。
- 徐博、吳晶。新華視點：I級響應發出以後--中國政府全力處置三鹿奶粉事件。2008-9-16/新華網。
- 莫聞。2011台灣回顧：塑化劑風暴 食品安全亮紅燈。2012-1-11/環境資訊電子報。
- 許明倫。安民心 重建食品供應鏈管理！。2013-7-15/中國時報。
- 許輔(2010)。介紹歐盟良好食品追溯規範。臺大農業推廣通訊雙月刊，84期，6-12。
- 黃聖儒。台灣食品產業安全綠色供應鏈。2010-3-1/綠色環保電子報。
- 趙元穎。不是黃瓜是豆芽 毒大腸桿菌新禍首。2011-6-6/TVBS新聞。
- 漁產品全球資訊網。<http://efish.fa.gov.tw/efish/statistics/reportmap.htm>(2013年)。

### 英文部分

- AwwaRF (American Water Works Association Research Foundation) (2006). Application of HACCP for Distribution System Protection.
- Amid, A., Ghodsypour, S.H., & O'Brien, C. (2006). Fuzzy multi objective linear model for supplier selection in a supply chain. *International Journal of Production Economics*, 104, 394-407.
- Dupuy, C., Botta-Genoulaz, V., & Guinet, A. (2005). Batch dispersion model to optimise traceability in food industry. *Journal of Food Engineering*, 70, 333-339.
- Lai, Y.J., Hwang, C.L. (1994). *Fuzzy Multiple Objective Decision Making, Methods and Applications*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- Moe, T. (1998). Perspectives on traceability in food manufacture. *Trends in Food Science & Technology*, 9, 211-214.
- Pal, O., Gupta, A. K., & Garg, R. K. (2013). Supplier Selection Criteria and Methods in Supply Chains : A Review. *International Journal of Management Sciences*, 7(10), 137-143.
- Ruiz-Garcia, L., Steinberger, G., & Rothmund, M. (2010). A model and prototype implementation for tracking and tracing agricultural batch products along the food chain. *Food Control*, 21, 112-121.

Sandrine Tranchard. New ISO standard on traceability of fish products will help improve food safety. 2011-10-20/ ISO News.

Schwägele, F. (2005). Traceability from a European perspective. *Meat Science*, 71, 164-173.

Stringer, M.F., Hall, M.N. & The Breakdowns in Food Safety Group (2007). A generic model of the integrated food supply chain to aid the investigation of food safety breakdowns. *Food Control*, 18, 755-765.

Wang, X., Li, D., & O'Brien, C. (2009). Optimization of traceability and operations planning an integrated model for perishable food production. *International Journal of Production Research*, 47(11), 2865-2886.

Zimmermann, H. J. (1978) Fuzzy programming and linear programming with several objective functions. *Fuzzy Sets and Systems*, 1(1), 45-55.