

# 應用線性規劃模式來建立精製茶廠之產銷計畫

楊明璧\* 周世玉\*\* 李龍斌\*\*\*

\*大葉大學國際企業管理學系

\*\*中興大學農產運銷學系

\*\*\*鴻海精密公司

(收稿日期：87 年 11 月 2 日；第一次修正：88 年 4 月 30 日；

接受刊登日期：88 年 8 月 18 日)

## 摘要

在目前一般精製茶廠仍使用觀察法和經驗法則來作產銷計畫，考慮不夠周全，而且也不具客觀性；如何建立科學化的產銷計畫，以及如何決定擴充產能以提昇經營績效是否值得，實為現階段亟需研究之課題。本研究應用線性規劃模式建立精製茶廠最佳之產銷計畫，並應用隱藏價格 (shadow price) 以及敏感度分析來評估精製茶廠再投資之可行性，以及增購各項資源之經濟效益。

關鍵詞彙：線性規劃，精製茶廠，產銷計畫，敏感度分析，隱藏價格

## 壹 導論

### 一、研究背景

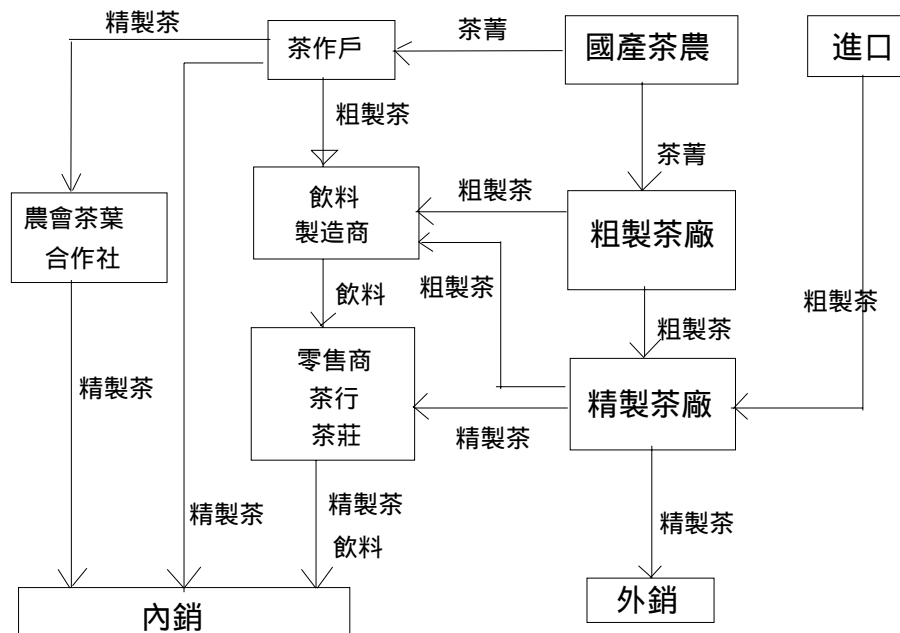
台灣光復初期，茶葉是政府賺取外匯之主要農產品之一，昔有“南糧北茶”之稱。根據記錄，民國 43 年台茶外銷總值高達 946 萬 9 千美元，約佔當年全國外銷產品總收入之 10%，僅次於食米之輸出金額，而位居外銷產品第二位 (黃正敏，民 80)。

30 年來，由於工商業發展，許多茶園相繼變更為其他用地；根據農業年報統計，民國 83 年實際種植面積已降至 21218 公頃，不及 40 年代鼎盛時期之一半，生產價值更遽降為不及全部農畜產品之 1%；加之以勞力大量流入其他產業，同時物料價格及工資均大幅上漲，茶葉生產成本顯著增加，外銷之競爭力因而急速下降，使得製茶產業有日益沒落之趨勢。民國 71 年省政府廢除“製茶管理規則”，還茶於農，解禁後茶作戶興起日與遽增；據台灣區製茶工業同業公會估計，至民國 84 年已達六千餘戶。茶作戶即茶農兼小茶廠，本身種植茶菁，並自行製茶銷售，不屬於同業公會會員，亦不受相關法令規範，銷售茶

葉不用發票亦不需繳付營業稅，也因此對原先的製茶廠造成相當不公平之競爭壓力。上述環境及背景變遷的情況，在在皆顯示製茶廠之經營已愈來愈困難。

## 二、研究目的

進年來，因台灣經濟繁榮，國民所得大幅提高，台茶已由外銷為主的產業型態，轉變為內需型產業。由於台茶運銷通路（如圖一）之環節甚多，從茶葉的運銷過程來看，精製茶廠是粗製茶和精製茶之間的再加工生產業者，它是粗製茶的買方，也是精製茶的賣方，每年經手處理台灣所有粗製茶葉二分之一以上（甘子能，民 84）。因為精製茶廠每年處理的粗製茶數量很大，且經營者在作產銷決策以及評估是否要擴充產能時，往往依經驗法則或觀察法。所作的決策是否正確實在無從評估；因此吾人希望將現代管理科學方法導入精製茶廠的產銷規劃中，使現有精製茶廠改善其獲利能力，協助此一傳統產業能延續下去。綜合上述，本研究之目的可分為二部份：一、建立精製茶廠最佳之產銷計畫，以及二、評估精製茶廠再投資之可行性。



圖一 台灣國產與進口茶葉運銷通路圖  
(整理自甘子能「民 84」及廖武正「民 80」)

本研究擬採用線性規劃來幫助精製茶廠作產銷計畫；由於之前並未有類似的研究，所以本研究將以個案研究的方式進行之，以一具有代表性的精製茶廠來進行探索性的研究，藉由實地訪談了解製茶廠的各種限制條件，並收集各

種相關資料，然後建立精製茶廠之產銷計畫數學模式，最後以追求精製茶廠利潤最大化為目標，利用 LINDO 電腦套裝軟體，求得各期最佳之原料（粗製茶）購入量，以及各期最佳精製茶銷售量，同時對資源之擴增進行敏感度分析。

### 三、研究限制

在執行本研究時有以下兩個主要的限制：

- 1.由於農業產銷受到總體運銷，諸如經濟景氣循環、天候變化、人口增減、法令更改、文化改變和市場需求之影響，以及個體運銷如精製茶廠本身的人力、場地面積、資金、設備等因素之限制，涉及層面極為複雜；若將這些因素全部納入考量，勢必耗費時日；因此本研究僅選擇與精製茶廠有直接密切關聯，且其本身可控制或有能力預測者，加以納入考量範圍，主要包括市場需求、人力、場地、資金、冷藏設備等五項資源限制條件。
- 2.由於市場需求受到許多因素的影響，且不易掌握，而產品的價格大部份又由市場決定，故很難估算利潤；為了簡化此一問題，本研究乃引用精製茶廠對市場需求之主觀預測值，以及過去各種茶葉的平均價格來估算各期收入，同時引用該受訪茶廠提供的各種生產成本資料來估算各期費用。

## 貳 文獻探討

在此節我們首先對農產運銷的研究作探討，接著探討茶葉分類的方法，最後針對茶葉產銷的研究作整理。

### 一、農產運銷問題

劉用中（民國 78 年）在「農業資源經濟學」一書中指出，台灣農業資源利用規劃之目的主要有(1)促進農業資源的合理分配與調整，達成最有效的開發、利用；(2)調節農產物之種類與產量，以合乎最大需要。

黃欽榮（民國 79 年）研究當時的農產運銷問題時指出，為改善農產運銷問題，應注意農業生產所具有的基本特性，並加強穩定產品價格的措施。除產地價格應顧及生產成本，並需能充分正確反映市場供需的變化。政府應採取以下措施予以輔導與支持：(1)建立計畫產銷制度；(2)做好生產調查及產量預測；(3)預先研擬平衡供需的緊急措施。

李皇照、袁壽廉（民國 83 年）曾針對台灣過去與未來的農產運銷作研究。

他們指出，要分析農產運銷系統可由兩種立場切入，其一是由整個社會觀點切入，討論農產運銷系統如何滿足社會需求，稱之為總體運銷。其二是從個別廠商觀點，探討經濟個體如何在不可控制的環境中，就可控制的因素推展營運業務及企業成長，稱之為個體運銷。

以上兩位學者探討的是農業運銷的問題而不包括生產的配合。洪進雄、呂明雄（民國 84 年）則對農業產銷經營型態作分類並對各類經營型態之經營策略作研究。他們將農業產銷過程依生產及銷售時間長短分為六種主要的經營型態，其中一種型態為短期製造且長期供應者，如罐頭食品和茶葉等。此類產業所需注意及調整的經營策略有：(1)注意產品在市場的經濟壽命；(2)研發差異化的產品；(3)將產品的供應期和消費市場的需求做緊密的配合及調查。

## 二、茶葉的分類

茶葉分類的方法多且複雜。郭周武（民國 79 年）依茶葉產製時的發酵程度將茶分為不發酵茶：如龍井、眉茶等綠茶；半發酵茶：如包種茶、烏龍茶等；和全發酵茶：如紅茶。安田環（民 79 年）則針對日本茶葉分類作研究；他指出，日本茶葉多以製造方法來加以分類，大體上可分為不發酵茶和發酵茶。但亦有以其栽培法、採摘期、產地、色澤或形狀來分類者。

台灣區製茶工業同業公會（民國 84 年）於「簡述台灣茶業」一文中說明，目前台灣產製的茶葉種類有紅茶、綠茶、包種茶、烏龍茶四大種類。這四類茶依製茶過程中是否要發酵及其發酵程度高低，又可再加以細分。

此外陳壺墩（民國 82 年）曾對海拔高度與茶的關係作研究，其研究指出，在海拔 1300 公尺以下茶葉品質與海拔高度呈正相關，超過 1300 公尺品質反而有趨低之傾向。

由於茶葉分類依據各有不同，如發酵程度、製造方法、採摘季節、產地、栽培法、色澤、形狀等。因此也造成茶葉分類的困難且不具客觀性。一般而言，品質與價格有密切的關聯，由上述得知海拔 1300 公尺以下茶葉品質與海拔高度呈正相關。本研究為簡化問題將以國產茶葉採摘季節和種植海拔高度，以及進口與否，作為茶葉分類之依據。

## 三、茶葉的產銷

在茶葉產銷方面，過去國內的研究並不多見，黃欽榮（民國 77 年）是首位對台灣茶葉運銷作研究者。他將台灣茶葉運銷制度劃分為五個演進階段，即

副業時期、洋行獨霸外銷時期、日商優勢經營時期、光復後自行外銷時期、內銷為主時期。他在民國 80 年的文章中，更針對台茶的內銷問題作研究，並提出一些發展策略。

劭志忠 (民國 80 年) 曾針對台灣區製茶工業同業公會之會員製茶廠進行經濟分析；他發現國內茶葉內銷通路網主要涵蓋五個市場：即茶菁產地市場、茶菁批發市場、茶葉零批市場、茶葉批發市場、茶葉零售市場；以及六種通路成員：即茶農、茶菁販運商、茶廠、批發茶商、零售茶商、消費者等。他並由訪問公會會員而歸納出幾個國內茶葉內銷方面的主要問題。

黃正敏 (民國 80 年) 和屈先澤 (民國 82 年) 則針對台茶外銷所面臨的問題提出外銷策略。包括開放大陸茶進口，以傳統製茶方式為主體，配合市場消費趨勢，研究不同的茶葉新產品，提高茶葉附加價值。在運銷方面應藉由農民團體或合作組織，以個別或集體之方式進行分級包裝，建立行銷體系如直接行銷、委託行銷、成立茶葉交易市場。

甘子能 (民國 84 年) 對台灣茶葉產銷計畫現況之研究指出，今後茶葉生產宜以內銷為主；在運銷通路方面，由於進口茶係經由精製茶廠流向外銷、飲料製造廠及茶行等零售商，為了與進口茶葉區隔市場今後茶農經由農會、茶葉合作社及其他農民團體之運銷通路將更形重要。

由於過去國內研究茶葉運銷的文獻並不多見，而且大多是研究總體環境與整體運銷系統的關係和運銷通路的改進 (黃欽榮 民 77、民 80，邵志忠 民 80，黃正敏 民 80)，以及交易制度的建立 (屈先澤 民 82，甘子能 民 84)。本研究將另闢途徑，選擇茶葉運銷通路中之重要成員 - 精製茶廠，為研究對象，研究如何提昇其產銷效率，達成其營運目標。本研究將應用線性規劃理論建立精製茶廠最佳產銷計畫模式，以求得各期原料粗製茶的最佳購入量，並應用敏感度分析評估資源再擴增的可行性。

## 參 精製茶廠產銷計畫通用模式之建立

要建立精製茶廠產銷計畫模式之前，首先我們必須認定影響精製茶廠產銷計畫之因素，再考量因素之間的關係，最後才建立數學模式。而在說明這些影響因素之前，我們先大略介紹精製茶廠的日常運作。

### 一、影響因素

影響精製茶廠產銷計畫之因素甚多，它包含總體環境和個體環境因素。

因為總體環境因素多為不可控制因素，因此在此僅列舉個體環境中可控制之七項重要因素，並分述如下：

### 1.精製茶廠經營之目標

一般農產經營的總體目標可說是在追求社會性的生活安定、生產力的提高及利益的最大(李美枝，民國 83 年)。由於本研究主要是以經濟的觀點來研究個別精製茶廠產銷計畫之擬定，故僅以賺取最大利潤為規劃目標，而不考慮非經濟目標。

### 2.精製茶廠生產資源的限制

精製茶廠的生產資源或生產因素，在特定的期間內其供給數量均會受到限制，這些生產資源包括：加工設備、冷藏設備、原料、人力、資金、能源、市場需求、時間等。本研究以人力、資金、市場需求，處理茶葉的場地使用面積，冷藏設備等五項因素為主要資源限制。這裏要說明的是，原料粗製茶在買入當季就必須處理成精製茶，在購入的粗製茶中，只有那些單價較高的及其加工後的精製茶才需用到冷凍庫，以保持其品質；那些不需冷凍庫存放的茶葉可以放置在普通倉庫。因為一般茶廠的普通倉庫空間很大，所以普通倉庫的空間可以不當作限制。另外要說明的是，處理後的精製茶若非當季賣出，則在賣出時僅需作小處理，對人力及場地之使用沒有很大的影響。

### 3.市場需求

市場需求除受價格影響外，還受到許多其它因素的影響，例如社會因素、文化因素、自然因素、個人因素、心理因素等。由於它並不容易掌握，為了簡化此一問題，本研究擬將精製茶廠對市場需求之預測值，作為產銷計劃期間市場需求的依據。

### 4.存貨制度

一般茶廠為了保持茶葉新鮮和品質穩定，常採先進先出之存貨管理制度(天野恒男，1992)。基於對茶葉品質之要求，及一般茶廠的慣例，本研究假設茶廠自購入原料(粗製茶)到產品(精製茶)出售之期間，一般以不超過三季為原則。因粗製茶購入當期就必須處理成精製茶，所以處理後的精製茶若超過三季還沒賣出則必須報廢。另外若精製茶不敷需求則當作損失。

### 5.產銷計劃期間

由於一年四季皆有粗茶的供應(包括國產粗茶和進口茶)，而在各季購入的粗茶，其在當季處理完後的精製茶可存放的期限亦不同，例如用進口粗茶烘

培而成的精製茶可庫存三季，(即當季、隔季及二季後)，國產春、冬精製茶則僅可庫存二季。因此本研究假設一年四季都有粗製茶原料投入，即春、夏、秋、冬四季，而其精製茶出售的期間可涵蓋一年半，即春、夏、秋、冬、隔春、隔夏六季。

### 6. 產品之單位售價、資源需求量和成本 (投入常數)

本研究利用調查訪問的資料以確立精製茶廠的產品項目，及各種產品項目之單位售價，以及生產各種產品項目對人力、資金、場地、冷藏庫存設備四種主要生產因素之需求量。

### 7. 利潤

本研究主要探討的是，如何在現有資源限制下建立利潤最大的產銷計畫；其利潤是以稅前息前利潤為基準。但因為我們假設茶廠在短期內並不考慮增購任何固定資產，而現有設備的折舊攤提屬固定費用，並不受精製茶種類及產量之影響，因此在決定各期各種粗製茶購入量以及計算利潤時，可以不考慮折舊費用。另外因為存貨會造成資金之積壓而喪失其它投資機會，因此我們計算淨利潤時必須將存貨的機會成本扣除，以正確反映產銷計畫的績效。

## 二、茶葉產銷模式

依據上面影響精製茶廠產銷計畫因素之認定，以及精製茶廠實際的經營狀況，我們建立如下之產銷計畫模式：

$$\text{Max} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^4 \sum_{k=0}^{(K_j)-1} X_{ijk} (P_{ijk} - C_{ijk} - C_{ij0} \times I \times k)$$

S.T.

$$(1) X_{ijk} \leq D_{ijk};$$

$$(2) \sum_{i=1}^n \sum_{k=0}^{(K_j)-1} X_{ijk} \leq L_j; (j = 1,2,3,4)$$

$$(3) \sum_{i=1}^n \sum_{k=0}^{(K_j)-1} X_{ijk} \leq F_j; (j = 1,2,3,4)$$

$$(4) \sum_{i=1}^n \sum_{k=0}^{(K_j)-1} X_{ijk} \times C_{ij0} \leq M_j; (j = 1,2,3,4)$$

$$(5) \left[ \sum_{i \in \beta[i]} \sum_{k=0}^{(K_{ij})-1} X_{ijk} \right] + S_j \leq R_j; (j = 1, 2, 3, 4)$$

$$(6) S_j + \left\{ \sum_{i \in \beta[i]} \left[ \sum_{k=0}^{(K_{ij})-1} X_{ijk} - (X_{ij0} + X_{i(j-1)1} + X_{i(j-2)2}) \right] \right\} = S_{j+1}$$

$$(7) X_{ijk} \geq 0; (i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, 3, 4; k = 0, 1, 2)$$

這裡

$X_{ijk}$ ：表示第  $i$  種粗製茶在第  $j$  季節購入並處理成精製茶，而等  $k$  季後出售之數量（以台斤為單位）。若  $k=0$  表示當季就出售。

$P_{ijk}$ ：表示第  $i$  種粗製茶在第  $j$  季節購入並處理成精製茶，而於  $k$  季後出售之單位價格。因為精製茶放久後品質會受影響，所以價錢會有差異。

$C_{ij0}$ ：表示第  $i$  種粗製茶在第  $j$  季節購入並處理成精製茶，並於當季出售之單位總成本。包括粗製茶購入和精製處理成本。

$C_{ijk}$ ：表示第  $i$  種粗製茶在第  $j$  季節購入並處理成精製茶，並於  $k$  季後出售之單位總成本。它等於  $C_{ij0}$  加上出售前的一些小加工成本。

$I$ ：表示每季的庫存成本率，相當於存貨放置一季的機會成本。

$K_{ij}$ ：表示第  $i$  種粗製茶在第  $j$  季購入並處理成精製茶，其可保存的最大季節數。

$D_{ijk}$ ：表示第  $i$  種粗製茶在第  $j$  季購入並處理成精製茶，其在  $k$  季後之市場需求量。

$L_j$ ：表示第  $j$  季節茶廠工人最多可處理原料粗製茶的台斤數。

$F_j$ ：表示第  $j$  季節茶廠場地可處理原料粗製茶的台斤數。

$R_j$ ：表示第  $j$  季節冷藏設備可存放高單價原料粗茶及處理後精製茶的台斤數

$M_j$ ：表示第  $j$  季節可用於購入原料粗製茶及用於加工的最大資金數額。

$S_j$ ：表示第  $j$  季節的期初冷藏庫存數量。

$\beta[i]$ ：表示需冷藏設備之茶葉種類的集合。

以上式子中目標函數中的  $C_{ij0} \times I \times k$  表示第  $i$  種粗製茶在第  $j$  期購入並處理成精製茶後存放  $k$  期才出售的庫存機會成本。第(2) (3)限制式表示，當季購入原料粗製茶後必須當季處理完所需的人力及場地的限制；第(4)限制式為資金限制，而第(5)限制式是冷凍庫空間的限制。第(6)限制式則用以表示前後期冷凍庫存量的關係；它指出下一期冷凍庫的期初庫存量為，本期期初庫存



量加上本期購入須冷藏的粗茶數量，減去在冷凍庫中本期處理完且本期售出、上期處理完本期賣出以及前兩期處理完本期賣出的數量。而我們僅考慮前兩期的原因是，因為一般需要冷凍的粗製茶葉都屬於國產茶，它們最多只存放兩季。另外我們令  $Q_{ij}$  表示第  $i$  種茶在第  $j$  季節購入原料粗製茶的數量，則

$$(8) Q_{ij} = \sum_{k=0}^{K_{ij}-1} X_{ijk}; (i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, 3, 4)。$$

## 肆 個案研究

本研究將選定在精製茶廠業界具代表性之廠商，同時也是台灣四大精製茶廠之一的 SS 茶廠作為研究的對象，進而建立 SS 茶廠的實際產銷計畫模式並加以分析。

首先我們依茶葉種植海拔高度，將 SS 茶廠現有購入的國產粗製茶分成四大類（即高海拔、中海拔、低海拔、丘陵地），另外再加上進口紅茶，共有五大類。而每一大類粗製茶的購入季節又有春、夏、秋、冬四季；其中丘陵地之冬茶均不採收，留待隔年春季才一併採收，所以我們在冬季不購入丘陵地之冬茶。另外依據 SS 茶廠實際經營的經驗與茶葉批發市場的特性，本研究將加工後的精製茶產品依可出售之季節區分為兩大類。其一是出售期間只有兩季者，即在當季及隔季必須賣完者，此類產品有在春、冬二季採收並加工之高、中、低海拔和丘陵地茶，以及在夏、秋二季採收並加工之高、中海拔茶。其二是出售期間可達三季者，即當季、隔季和再隔季均可出售者，此類產品有夏、秋二季採收並精製之低海拔、丘陵地茶，以及春、夏、秋、冬四季之進口茶。出售期可拖三季之粗製茶及其精製後成品，因為單價低，品質要求不高而不需冷藏。

依茶葉分類及產品可出售之季節，我們訪問 SS 茶廠後，獲得其產銷計劃期間各種精製茶葉的市場需求預測，以及各種精製茶在各季節的單位售價及加工總成本，整理成附表一（見附錄）。

接著藉由每人每天之理想產能及場地每單位面積每天之理想產能，乘上每季之工作天數，再分別乘上 SS 茶廠之工作人數及場地面積，即可得到每季最高之人力資源產能及場地資源產能。不過依據 SS 茶廠經營現況及市場特性，當季購入之粗製茶原料若欲在當季精製且出售，則需在該季前兩個月完成精製過程才能滿足市場需求，而欲在當季之後出售的精製茶，也需在該季第三個月完成加工。也因此我們必須將人力、場地資源限制分為各季前兩個月與第三個月兩部份。因此前面模式的第(2)個限制式可以修改為：

$$(2'-1) \quad \sum_{i=1}^5 X_{ij0} \leq L_{j1} + L_{j2}; (j = 1,2,3,4)$$

$$(2'-2) \quad \sum_{i=1}^5 \sum_{k=1}^{(K_j)-1} X_{ijk} \leq L_{j3}; (j = 1,2,3,4) ;$$

而第(3)個限制式可以修改為：

$$(3'-1) \quad \sum_{i=1}^5 X_{ij0} \leq F_{j1} + F_{j2}; (j = 1,2,3,4)$$

$$(3'-2) \quad \sum_{i=1}^5 \sum_{k=1}^{(K_j)-1} X_{ijk} \leq F_{j3}; (j = 1,2,3,4) ;$$

這裡  $L_{jt}$  和  $F_{jt}$  分別表示第  $j$  季第  $t$  個月的人力和場地限制，而  $i$  的範圍由 1 到 5 的原因是因為，所有購入的粗茶分成五大類（即高、中、低海拔，丘陵地及進口）。另外要註明的是，本研究所列之季節、月份、日數均採農曆制。

針對資金限制我們請 SS 茶廠推估其春、夏、秋、冬四季需要準備，用於購買粗製茶及生產成本的資金。冷藏設備限制則可由，每單位面積冷藏庫可冷藏之量，乘上 SS 茶廠之冷藏庫面積即可得知，也是以台斤表示。我們將這些限制以及人力和場地限制整理成表一。

表一 SS 茶廠人力、場地資源限制表

限制	春		夏		秋		冬	
	1,2	3	4,5	6	7,8	9	10,11	12
人力資源限制 (台斤)	158,850	96,250	192,500	96,250	158,400	72,600	158,400	82,500
場地資源限制 (台斤)	146,575	89,375	178,750	89,375	171,600	78,650	171,600	89,375
資金限制 (元)	21,500,000		16,500,000		17,800,000		18,000,000	
冷藏設備限制	44,200		44,200		44,200		44,200	

由於國產高、中海拔之夏、秋茶需求量不大，冷藏設備在夏、秋兩季不構成限制；此外，大量之丘陵地冬茶均不採收，其他國產冬茶需求量亦不大，故冷藏設備在冬季亦不形成限制，只有國產春茶之需求量相當大，加之以另有 6500 台斤之去年冬季精製茶庫存至今年春季，故冷藏設備只會對春季之購入量造成限制。依據 SS 茶廠往年的經驗推估，國產春季粗製茶於春季期初即購入之量約佔整個春季購入量之三分之二；因此上面一般模式的第(5)個限制式可以改為

$$(5) \quad 2/3 \left[ \sum_{i=1}^4 \sum_{k=0}^{(K_{ij})-1} X_{ijk} \right] + 6500 \leq R_j, (j = 1);$$

這裏因為進口紅茶不需冷凍，故  $i=1$  到 4。

在庫存成本方面，一般而言它包含利息損失、倉儲費用、搬運費、冷藏費用等，SS 廠的年庫存成本率為 6%，換算平均季庫存成本率為 1.5%。

## 伍 運算結果與分析

在建立 SS 茶廠實際之產銷計畫模式後，本研究利用電腦套裝軟體 LINDO 程式運算，找出各季各種粗茶最佳購入量，以及各種精製茶銷售量，我們整理成附表 2 (見附錄)；另外，各限制式的影子價格整理成表二。預期可得到最大目標利潤為 7,785,921 元。由於受資源限制，十九種茶中有八種的規劃購入量少於市場需求預測量，例如低海拔春茶的隔季需求；且它們的需求限制式的影子價格為零。這表示在現有資源限制下，縱使這些茶的需求量增加也不能增加茶廠的利潤；因此茶廠沒必要針對這些茶作促銷。而其餘那些符合每季需求的茶種，它們的需求限制式的影子價格皆大於零，例如高海拔春茶當季的需求，其影子價格為 \$79.17，這表示在現有資源限制下，該茶需求增加一斤可為茶廠多賺 \$79.17 的利潤。但要注意的是，這些影子價格在需求不斷增加下並非一直不變；它們只能在一個範圍內保持不變。例如當季高海拔春茶的影子價格，\$79.17，只有在需求落在 710 和 1515 台斤之間才保持不變；落在這範圍以外都不能替茶廠增加利潤，因此若茶廠要用促銷該茶來增加利潤，最多不要超過 1515 台斤。另外我們發現，高海拔的春季精製茶每賣一台斤可獲得 \$180 的淨利潤；而它的影子價格只有 \$79.19，遠低於其淨利潤 (\$180)；究其原因乃因為資源有限，若要多購入一斤高海拔春茶，勢必得少購入其它茶種，如此會損失其它茶種所帶來的利潤，約 \$100 (\$180-79.19)；這也是購入春茶的機會成本。

由上面的分析我們知道，在現有資源下茶廠欲增加其利潤可以考慮加強推銷影子價格較高的茶類，使其需求上升；但同時必須犧牲購入其它茶類。至於要優先推廣那一種茶則必須看何者的影子價格減去推廣費用後的淨值最大，且其最大銷售量不超過敏感度分析的需求上限。我們以下面的例子來說明。

表二 SS 茶場規則劃後各種資源之影子價格表

資源	月份	影子價格	可增加上限
人力	秋 9 月	0.94	6050 (台斤)
場地	春季 3 月	0.62	586 (台斤)

	夏季 6 月	1.01	6875 (台斤)
資金	春季	0.0639	1118900 (元)
	夏季	0.0530	381300
	秋季	0.0551	851600
	冬季	0.0750	1370000
冷凍庫	春季	4.91	167 (台斤)

假設該茶廠每次推廣的費用以一萬元為單位，準備由下列三種茶，高海拔春茶、高海拔秋茶、高海拔冬茶中，選一種來推廣。由 LINDO 運算出來的結果，我們得到這三種茶的影子價格，以及在影子價格下最多可增加的需求量，分別列於表三。此外，花一萬元可增加銷售量也列於下表：

表三 不同茶種的推廣狀況

	影子價格	花一萬元推廣可增加銷售量 (台斤)	最多可增加需求量 (台斤)
高海拔春茶	\$79.19	200	15
高海拔秋茶	\$54.91	180	476
高海拔冬茶	\$67.50	220	253

資料來源：參考附表三 (見附錄)

由上表我們知道，花一萬元作推廣雖可增加 200 台斤高海拔春茶的銷售量，但其最多可增加的需求量為 15 台斤，多出的 185 台斤對茶廠一點貢獻都沒有，因此其每單位淨利潤，即影子價格減去單位推廣費用，為  $-\$587.5$  ( $\$79.19 - \$10,000/15$ )。而另外兩種茶的淨利潤分別為  $\$0$  ( $\$54.91 - \$10,000/180$ )，及  $\$22.1$  ( $\$67.5 - \$10,000/220$ )。因此我們會建議該茶廠將促銷經費花在推廣高海拔冬茶。不過我們建議茶廠最多花一萬元來推廣高海拔冬茶，因為在影子價格下的需求上限為 253 台斤，花第一筆一萬元的推廣費用可增加 220 台斤的銷量，再多花一萬元最多只能為茶廠帶進另外 33 台斤 (253-220) 的好處；這還不夠一萬元的推廣費。茶廠應該再跑一次 LINDO 看看新的採購量和影子價格，然後再考慮是否作其它茶類的推廣。

在人力資源使用方面，雖然在夏季未會有一人離職，但在現有需求下並未對春、夏、秋、冬各季前兩個月的生產量 (即各季精製茶在當季之市場需求量) 產生限制，相反地仍有人力資源過剩的情形，故其影子價格為零。只有在秋季九月份會受到人員離職的影響，其影子價格為 0.94 元。這表示九月份若能增加一台斤產能的人力，將可為茶廠帶進 0.94 元的利潤。至於是否要用加班或多聘一個人則需看每台斤的加班費是否低於 0.94 元。因為工人一天可以處理 550 台斤的茶，其工資每天 800 元，處理每一台斤的人工費用高於 0.94 元，所以沒必要多請一個工人或用加班來增加九月份的產量。因為茶廠工人領

的是固定工資且不能支遣，所以當茶廠有過剩的人力時應妥善應用。我們建議 SS 廠可替其它茶廠代工部份精製工作（揀除茶枝），而依目前代工行情每台斤 16 元，若 SS 廠多餘的人力可為它廠代工，則這將是一筆可觀的額外收入。

在場地資源使用方面，春季三月份及夏季六月份之生產量受到場地限制，其影子價格分別為 0.62 元及 1.01 元。分析三月份之場地資源稟賦，可擴充場地產能 586 台斤達上限 89,961 台斤，(需 3.6 坪場地)，六月份更可擴充 6875 台斤至 96,250 台斤。但依目前造價每坪為 20,000 元且耐久年限為 15 年，如不考慮時間價值每年每坪應攤提折舊費用 1333 元。該年若擴建廠地 3.6 坪則全年可增加  $(\$0.62+\$1.01)\times 586=\$955$  之利潤，但一年需分攤近 4800 元的折舊；另外若擴建超過 3.6 坪，則多出的部份只能供六月份使用，且多一坪只多增加 164 元  $(\$1.01\times 162.4)$ ，遠小於每坪 1333 元的折舊，所以茶廠實在沒必要擴廠。另外當地的廠房租金一坪一個月將近 150 元，而三月份茶廠每坪廠地的邊際利潤為 \$100  $(\$0.62\times 162.5)$ ，六月份為 \$164，故租廠地來擴充產能也沒必要。

在資金資源使用方面，春、夏、秋、冬四季的資金均被充分利用。觀察其影子價格，可能由於銷售春茶或冬茶之單位利潤較高，所以反應在其影子價格也較高，每增加一元的春季資金或冬季資金分別會產生 \$0.064 或 \$0.075 的邊際價值（其它兩季分別為 \$0.053 和 \$0.055）。依目前向銀行申請不動產設定抵押借款，年利率大約為 9.75%，向銀行借一元一季的利息不會超過 0.03 元，卻可帶進高於 0.05 元的利潤；所以茶廠可以向銀行借錢。不過各季借款也有其上限，例如在春季就不要借超過 111 萬 9 千元（因在春季茶葉需求量下其資金需求上限為 2261 萬 9 千，而茶廠的資金為 2150 萬），否則徒增資金成本。

在冷藏設備資源使用方面，由於春季時冷藏設備將被充分利用，其影子價格為 4.91 元，亦即每增加一單位的冷藏設備資源，將會增加 4.91 元的邊際價值。分析春季冷藏設備資源稟賦，如擴充冷藏容量 167 台斤達上限 44,367 台斤，將可增加邊際價值 820 元，但 SS 茶廠應增建 0.06 坪。考慮施工因素以一坪計算，依目前造價每坪為 22,000 元，且耐久年限為 8 年，如不考慮時間價值，每年應攤提折舊費用 2750 元，比較所增加之邊際價值尚不足以攤提擴建後每年的折舊費用，故 SS 茶廠維持冷藏設備現狀即可。此外坊間亦有出租冷凍庫，計價方式為每坪每月租金 1500 元，由於擴充冷藏容量 167 台斤，所能增加之邊際價值 820 元，並不足以支付冷凍庫租金，故 SS 茶廠亦毋需大費周章承租冷凍庫，仍維持現狀即可。

本案例研究的廠商為台灣前三大製茶廠之一，其業主的經驗與經營方式皆在一般同業之上；但因為產品種類多，且資源限制條件很多，該茶廠只能憑

經驗作產銷計劃。所以雖然本研究發現在最佳解下該茶廠將會有多餘的人力，但該茶廠仍常需要加班；這是因為該茶廠為了滿足既定的計劃而必須增加一些資源的投入。由我們的分析發現，多生產這些產品是不符經濟效益的，但該茶廠仍在生產。該茶廠的負責人經驗已如此豐富，但仍無法決定最佳產銷計劃，更何況一些經驗較差的茶廠。而應用本研究的建議，在有限資源下使用線性規劃來作產銷規劃，將可使業者對有限資源作最佳應用。除此之外，本研究所建議的分析方法，還可以幫茶廠作推廣策略及決定增加那些資源。

## 陸 結論與建議

過去雖有應用線性規劃理論於農產運銷決策之研究，但本研究卻是第一位將線性規劃理論應用於精製茶廠之產銷計畫，並對其所擁有之市場需求、人力、場地、資金、設備等各項資源進行敏感度分析者。

由個案分析我們知道，就 SS 茶廠所擁有資源而言，人力及場地資源剩餘量最大，SS 茶廠應善加利用，以創造額外之收入，此外資金是此模式最受限制之因素，也是經過擴充後所能帶來較高邊際價值之因素，SS 茶廠應另闢資金來源以增加其利潤。

在本研究中 SS 茶廠之產銷計畫模式雖經過簡化，但是模式的實際功能並不會減少，且其理念亦未改變，可預料的是以後若建立更完整正確的資料，將使得此產銷計畫模式更為完備，更能適切地反應精製茶廠之現況與規劃之目的。依本研究規劃 SS 茶廠產銷計畫模式之經驗，其他精製茶廠業者欲引用本研究建立之產銷計畫通用模式之前，必先就其個別產銷狀況及所擁有資源進行調查，收集與分析，以得到模式中所需之係數與常數。

本研究所建立之產銷計畫模式雖以茶葉為研究對象，但其概念則可推廣應用在其他和茶葉經營型態相似的其它農產品上；例如洋菇、鳳梨、蘆筍、香菇等這些種植期間較長，經過短期製造加工後，可耐貯存以延長其在市場供應期間之農產品。

不過因為本研究假設市場需求量為可正確預測者，並未考慮需求不確定下的決策分析；而農產品的市場需求深受經濟景氣循環和天候變化之影響，因此未來應將市場需求的變化納入考量。此外因為大陸茶與台灣茶葉同質性相當高，而且價格低廉，未來政府允許大陸茶葉間接進口必定會對台灣茶廠的產銷環境帶來重大衝擊；如此本研究的模式也需作適當的修正。這些都可作為未來研究的方向。

## 參考文獻

- 台灣區製茶工業同業公會，「簡述台灣茶業」，*中華民國 84 年茶與花卉特展特刊*，1995 年。
- 天野恒男，「商品、存貨、採購計畫與管理」，*清華管理科學中心*，1992 年，頁 160。
- 甘子能，「台灣茶葉產銷現況及展望」，*農政與農情月刊*，1995 年 10 月。
- 安田環，「茶葉之新用途開發的現狀與展望」，*茶訊月刊*，1991 年 4 月。
- 李美枝，「地區農業產銷計畫擬訂之研究」，*中興大學農經所碩士論文*，1994 年。
- 李皇照、袁壽廉，「台灣農產運銷研究之過去與未來」，*台灣農業*，第 30 卷第 2 期，1994 年。
- 屈先澤，「台灣茶葉產銷現況、問題與今後努力方向」，*茶訊月刊*，1993 年。
- 邵志忠，「茶葉經營困難，亟需整頓上游市場」，*台灣商品雜誌*，1991 年 1 月。
- 洪進雄、呂明雄，「如何利用農企業產銷經營型態來調整農業經營策略」，*台灣農業*，第 31 卷第 6 期，1995 年。
- 徐英祥，「包種、烏龍茶的精製」，*茶訊月刊*，1993 年 6 月。
- 許漢卿，「台灣茶葉交易制度之研究」，*中興大學農產運銷所碩士論文*，1993 年。
- \_\_\_\_\_，「台茶產銷與供需動向」，*台灣農業*，第 31 卷第 3 期，1995 年。
- 黃正敏，「台灣茶葉的外銷問題與發展策略」，*台灣茶葉發展研討會論文*，1991 年。
- 黃欽榮，「台灣農產品運銷問題與改進措施」，*台灣農業*，第 26 卷第 6 期，1990 年。
- \_\_\_\_\_，「台灣茶葉的運銷」，*農產運銷季刊*，1988 年 3 月。
- \_\_\_\_\_，「台灣茶葉的內銷問題與發展策略」，*台灣茶葉發展研討會論文*，1991 年。
- 郭周武，「農業概論」，*復文書局*，1990 年，頁 159。
- 陳壺墩，「水土資源與高山茶」，*茶訊月刊*，1993 年 9 月。
- 廖武正，「台灣茶葉產業發展策略規劃」，*中興大學農產運銷系*，1991 年。
- 劉用中，「農業資源經濟學」，*中興大學*，1989 年，頁 7。

## 附錄

附表一 各類精製茶市場需求 (D)、售價 (P) 及生產成本 (C)

銷售 採收		當季	隔季	二季後	銷售 採收		當季	隔季	二季後
春	高海拔	D=1500 P=1680 C=1500	D=500 P=1650 C=1505		秋	高海拔	D=1500 P=1100 C=1000	D=1000 P=1080 C=1005	
	中海拔	D=2700 P=1130 C=1000	D=800 P=1110 C=1005			中海拔	D=3000 P=770 C=700	D=2000 P=755 C=705	
	低海拔	D=7000 P=560 C=500	D=3000 P=550 C=505			低海拔	D=3500 P=330 C=300	D=2500 P=330 C=300	D=1500 P=330 C=300
	丘陵	D=31000 P=135 C=120	D=14000 P=135 C=120			丘陵	D=24000 P=110 C=100	D=16000 P=110 C=100	D=8000 P=110 C=100
	進口	D=97000 P=40 C=36	D=61000 P=40 C=36	D=23000 P=40 C=36		進口	D=114000 P=40 C=36	D=36000 P=40 C=36	D=15000 P=40 C=36
夏	高海拔	D=1500 P=880 C=800	D=700 P=865 C=805		冬	高海拔	D=1800 P=1680 C=1500	D=1000 P=1650 C=1505	
	中海拔	D=3200 P=550 C=500	D=1800 P=540 C=505			中海拔	D=3750 P=1130 C=1000	D=2300 P=1110 C=1005	
	低海拔	D=3800 P=280 C=250	D=2300 P=280 C=250	D=1400 P=280 C=250		低海拔	D=8000 P=560 C=500	D=3500 P=550 C=505	
	丘陵	D=26000 P=77 C=70	D=15500 P=77 C=70	D=6500 P=77 C=70		丘陵			
	進口	D=144000 P=40 C=36	D=60000 P=40 C=36	D=31000 P=40 C=36		進口	D=56000 P=40 C=36	D=26000 P=40 C=36	D=13000 P=40 C=36



附表二 SS 茶場各季粗茶購入量 (X) 及各精茶銷售量 (Y) 及其影子價格 (S)

銷售 購入	春			銷售 購入	秋			
	當季	隔季	二季後		當季	隔季	二季後	
春	高海拔	X=2000 Y=1500 S=79.17	Y=500 S=21.05		高海拔	X=2500 Y=1500 S=54.91	Y=100 S=3.97	
	中海拔	X=3500 Y=2700 S=61.14	Y=800 S=20.53		中海拔	X=3717 Y=3000 S=31.44	Y=717 S=0	
	低海拔	X=7056 Y=7000 S=23.12	Y=56 S=0		低海拔	X=7500 Y=3500 S=13.47	Y=2500 S=8.04	Y=150 S=3.54
	丘陵	X=43994 Y=31000 S=2.42	Y=12944 S=0		丘陵	X=48000 Y=24000 S=4.49	Y=16000 S=2.05	Y=8000 S=0
	進口	X=172025 Y=97000 S=1.7	Y=61000 S=0.54	Y=14025 S=0	進口	X=156883 Y=114000 S=2.02	Y=36000 S=0.54	Y=6883 S=0
夏	高海拔	X=2200 Y=1500 S=37.62	Y=700 S=4.61		高海拔	X=2800 Y=1800 S=67.5	Y=1000 S=10	
	中海拔	X=4178 Y=3200 S=23.51	Y=978 S=0		中海拔	X=6000 Y=3700 S=55	Y=2300 S=15	
	低海拔	X=7500 Y=3800 S=16.76	Y=2300 S=11.99	Y=1400 S=8.24	中海拔	X=8760 Y=8000 S=22.5	Y=760 S=0	
	丘陵	X=48000 Y=26000 S=3.29	Y=15500 S=1.23	Y=6500 S=0.18	丘陵			
	進口	X=205997 Y=144000 S=2.09	Y=60000 S=0.54	Y=1997 S=0	進口	X=95000 Y=56000 S=1.3	Y=2600 S=0.26	Y=13000 S=0.22
冬	高海拔	X=2200 Y=1500 S=37.62	Y=700 S=4.61		高海拔	X=2800 Y=1800 S=67.5	Y=1000 S=10	
	中海拔	X=4178 Y=3200 S=23.51	Y=978 S=0		中海拔	X=6000 Y=3700 S=55	Y=2300 S=15	
	低海拔	X=7500 Y=3800 S=16.76	Y=2300 S=11.99	Y=1400 S=8.24	中海拔	X=8760 Y=8000 S=22.5	Y=760 S=0	
	丘陵	X=48000 Y=26000 S=3.29	Y=15500 S=1.23	Y=6500 S=0.18	丘陵			
	進口	X=205997 Y=144000 S=2.09	Y=60000 S=0.54	Y=1997 S=0	進口	X=95000 Y=56000 S=1.3	Y=2600 S=0.26	Y=13000 S=0.22

附表三 SS 茶廠市場需求限制之影子價格 (S)，最多可增加量 (U)，及最多可增加利潤 (W)

銷售 購入		春			銷售 購入		秋		
		當季	隔季	二季後			當季	隔季	二季後
春	高海拔	S=79.17 U=15 W=1188	S=21.05 U=15 W=3705		秋	高海拔	S=54.91 U=476 W=26137	S=3.97 U=681 W=2703	
	中海拔	S=61.14 U=23 W=1406	S=20.53 U=24 W=492.72			中海拔	S=31.44 U=681 W=21611		
	低海拔	S=23.12 U=51 W=1179				低海拔	S=13.47 U=1588 W=21390	S=8.04 U=1805 W=14512	
	丘陵	S=2.42 U=1586 W=3838				丘陵	S=4.49 U=4764 W=21390	S=2.05 U=8444 W=17310	S=0.55 U=7444 W=4094
	進口	S=1.7 U=586 W=996	S=0.54 U=14025 W=7573.5			進口	S=2.02 U=12400 W=25048	S=0.54 U=6883 W=3716.8	
夏	高海拔	S=37.62 U=250 W=9405	S=4.61 U=594 W=2738		冬	高海拔	S=6705 U=253	S=10 U=253	
	中海拔	S=23.51 U=250 W=5877				中海拔	S=55 U=380 W=17078	S=15 U=760 W=11400	
	低海拔	S=16.76 U=250 W=4190	S=11.99 U=2121 W=25430	P=8.24 U=2121 W=17477		低海拔	S=22.5 U=760 W=17100		
	丘陵	S=3.29 U=250 W=822	S=1.23 U=2155 W=2651	P=0.18 U=2155 W=388		丘陵			
	進口	S=2.09 U=250 W=522	S=0.54 U=1997 W=1078			進口	S=1.3 U=556 W=722.8	S=0.76 U=10556 W=8023	S=0.22 U=10556 W=2322

---

---

# The Application of Linear Programming Model in Production and Marketing Planning of A Tea Factory

MIRNG BIH YANG\*, SHI-YU ZOU\*\*, LONG-BIN LI\*\*\*

*\*Department of International Business, Da-Yeh University*

*\*\*Department of Agriculture Marketing, National Chung Hsing University*

*\*\*\*Hong-Hai Precision Co., Manager*

## ABSTRACT

When developing a production and marketing plan, most of the tea factories still rely on observation and experience, which is ineffective and subjective. How does a tea factory generates a production and marketing plan by applying the scientific method, and how to determine if an expansion plan is worth are two very important issues. In this research, a linear programming model is applied to generate the production and marketing plan for a tea factory. By applying the concept of shadow price and sensitivity analysis technique, we evaluate the feasibility of factory expansion plan and the worthiness of purchasing additional resources.

Keywords: linear programming, tea factory, production and marketing planning, sensitivity analysis, shadow price

