

# 茶葉中兒茶素類萃取及純化之研究

阮逸明<sup>1</sup> 陳英玲<sup>2</sup>

## 摘 要

兒茶素類是茶葉中對人體具有生理活性的物質之一。本試驗利用 PVPP (polyvinylpolypyrrolidone) 吸附法、極性吸附法及親和性吸著法等三種方法，分別嘗試分離茶葉中的粗兒茶素類。結果顯示親和性吸著法能成功地分離出粗兒茶素類，尤其對酯型兒茶素類具有較高之專一性。萃取出之兒茶素類經脫鹽及冷凍乾燥後，可得粗兒茶素粉末。由於酯型兒茶素類具較高之抗氧化活性，故在抽取時宜選擇酯型兒茶素含量多之茶葉原料以得到較多之產物。

關鍵字：茶、兒茶素類、萃取、純化

## 前 言

茶在我國早期是作為藥材使用，至西漢初期（西元前 200 年）才漸轉為日常飲料。因此飲茶在中國已有數千年歷史，亦形成一種獨特的文化。更由於茶中含有多種機能性保健成分，所以茶又稱為「保健飲料」。

茶湯中的一般營養成分包括維生素及礦物質。這些物質雖很珍貴，但以我們今日食品多樣化的生活水準，不難從其他食物中充分攝取。所以現今研究者對茶葉成分的探討焦點集中於茶葉中具生理功效的物質。

咖啡因（佔乾重 2~4%）及兒茶素類（俗稱茶單寧，佔乾重 10~30%）是茶中重要的兩種生理活性成分。有些研究報告甚且認為它們具有藥效的功能。其中以兒茶素類為茶中特有成分，且為茶湯中的主要成分（佔可溶分 40~50%），其對人體的功效頗受研究人員的重視。

兒茶素類為多元酚類之一種，具有苦澀味。在茶湯中對滋味的影響頗大。茶中之兒茶素類主要由 EC (Epicatechin)，ECG (Epicatechin gallate)，EGC (Epigallocatechin) 及 EGCG (Epigallocatechin gallate) 四種所組成。其中 EC, EGC 為游離型兒茶素而 ECG 及 EGCG 為酯型兒茶素。在茶湯中之兒茶素可與咖啡因結合而減緩咖啡因對人體之刺激作用。根據國內外學術刊物歸納兒茶素類對人體的生理效應有下列數點：

---

1 台灣省茶業改良場 場長

2 台灣省茶業改良場 副研究員

- (一)抑制油脂氧化及減緩衰老<sup>(1,11,12)</sup>。
- (二)除臭<sup>(2)</sup>。
- (三)抑制血壓上昇與降低血糖<sup>(4,7)</sup>。
- (四)降低血液中膽固醇及低密度脂蛋白的含量<sup>(3,9)</sup>。
- (五)抗菌及改變人體腸內微生物之分佈相<sup>(5)</sup>。
- (六)抗癌及抗突變<sup>(6,8)</sup>。
- (七)抗輻射及紫外線照射<sup>(5)</sup>。

由於兒茶素類功能廣泛，本試驗利用熱水及可使用於食品工業之有機溶劑抽取及純化茶中之兒茶素類，以供食品加工業之用。

## 試驗材料與方法

### 一、茶湯之製備

茶葉經粉碎(20目)，以3克加100ml沸水萃取半小時，經過濾及離心，取上層液加水至150ml備用。

### 二、粗兒茶素類與咖啡因之分離

(一)以PVPP(polyvinylpolypyrrolidone)吸附法分離：

150ml茶湯以5克PVPP吸附兒茶素類，經水清洗後以0.1N KOH溶離出兒茶素類，並快速中和至pH6.5。溶離液加入適量之Amberlite XAD-4以吸附兒茶素類，以水清洗過濾以除去未被吸附之鹽類，再以酒精溶離出兒茶素類，經冷凍乾燥即為成品。

(二)以固相萃取法(Solid phase extraction)管柱分離：

1.以極性之Aminopropyl管柱分離：

茶湯以等體積之醋酸乙酯萃取，取9ml有機層萃取液分三次通入已經醋酸乙酯平衡之Amino-propyl管柱(Supelco出品；3ml/500mg)，再以醋酸乙酯洗去未被吸附之雜質，最後分別以3ml之水、0.5N NaCl及1N NaCl溶離出兒茶素類。

2.以親和性之PBA(phenyl-boronic acid)管柱分離：

茶湯9ml加入1ml pH6.5 1N之磷酸緩衝液混合後通入已經pH6.5 0.1N磷酸緩衝液平衡之PBA管柱。以10ml平衡緩衝液洗去未被吸附之雜質；再以9ml pH3 0.1N之檸檬酸緩衝液溶離出兒茶素類。溶離液快速與1ml pH6.5 2N磷酸緩衝液混合並通入已經水平衡過之C-18管柱(Supelco出品；12ml/2000mg)，以水洗管柱數次，最後用酒精溶離出兒茶素類經冷凍乾燥成產物。

### 三、個別兒茶素之分離

經PBA管柱純化之粗兒茶素溶液，通入Sephadex-LH20管柱，並以水清洗未吸附之物質。再分別以55,65,75%之酒精溶液溶離出兒茶素類，並以分液接收器定時收集。收集液以HPLC定性分析。

### 四、個別兒茶素類及咖啡因含量之測定

個別兒茶素標準品計有五種：(C)、(EC)、(ECG)、(EGC)、(EGCG)等五種。C與EC之標準品購自Sigma公司。ECG、EGC及EGCG標準品為日本茶葉試驗場所贈。

1克茶樣加85ml沸水煮1小時，以Whatman No.41濾紙過濾後定量為100ml。取50ml稀

釋為 150ml，再以 0.45um 濾紙過濾後以 HPLC 分析。

粗兒茶素樣品以熱水溶解後，稀釋成適當濃度並經 0.45um 濾紙過濾後以 HPLC 分析。

分離條件：

HPLC 儀器：Perkin Elmer Series 200

分離管：Merck100 RP-18 column (4mm×250mm)

注射體積：20ul 分離溫度：35℃

偵測器：UV280nm，Range 0.2

時間：25 分鐘

動相：0.05% phosphoric acid: acetonitrile:ethyl acetate  
=88:9.6:2.4

pump 壓力：2070 psi，流速 1.0ml/min

## 結果與討論

### 一、以不同萃取方式分離茶湯中之兒茶素類

#### (一) 以 PVPP 吸附法分離粗兒茶素類

以 PVPP 吸附茶湯中之兒茶素類，再以 0.1N KOH 洗出兒茶素類並中和，回收率約 40% (表一)，此法能成功的除去茶湯中的咖啡因 (圖一)。由於使用強鹼溶離，產品有氧化物或分解物產生，產物顏色偏紅。

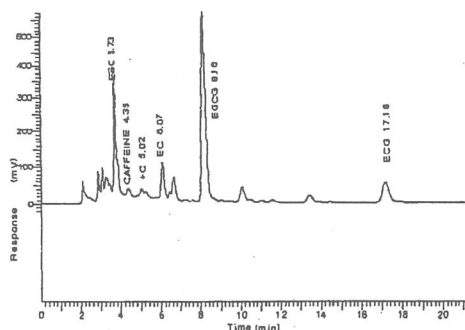
表一 以 PVPP 吸附法分離兒茶素類之回收率

Table 1: The yield of catechins isolated by PVPP adsorption

|            | Components (mg) |        |       |        |        | Total catechins | Caffeine |
|------------|-----------------|--------|-------|--------|--------|-----------------|----------|
|            | EGC             | EC     | C     | EGCG   | ECG    |                 |          |
| Tea liquor | 670.56          | 182.53 | 48.71 | 708.54 | 105.88 | 1716.22         | 450.80   |
| Product    | 185.47          | 163.46 | 21.58 | 284.17 | 82.59  | 737.27          | 1.21     |
| Yield (%)  | 27.65           | 89.55  | 44.30 | 40.10  | 78.00  | 42.95           | 0.26     |

EGC:Epigallocatechin, C:Catechin, ECG:Epicatechin gallate

EC:Epicatechin, EGCG:Epigallocatechin gallate

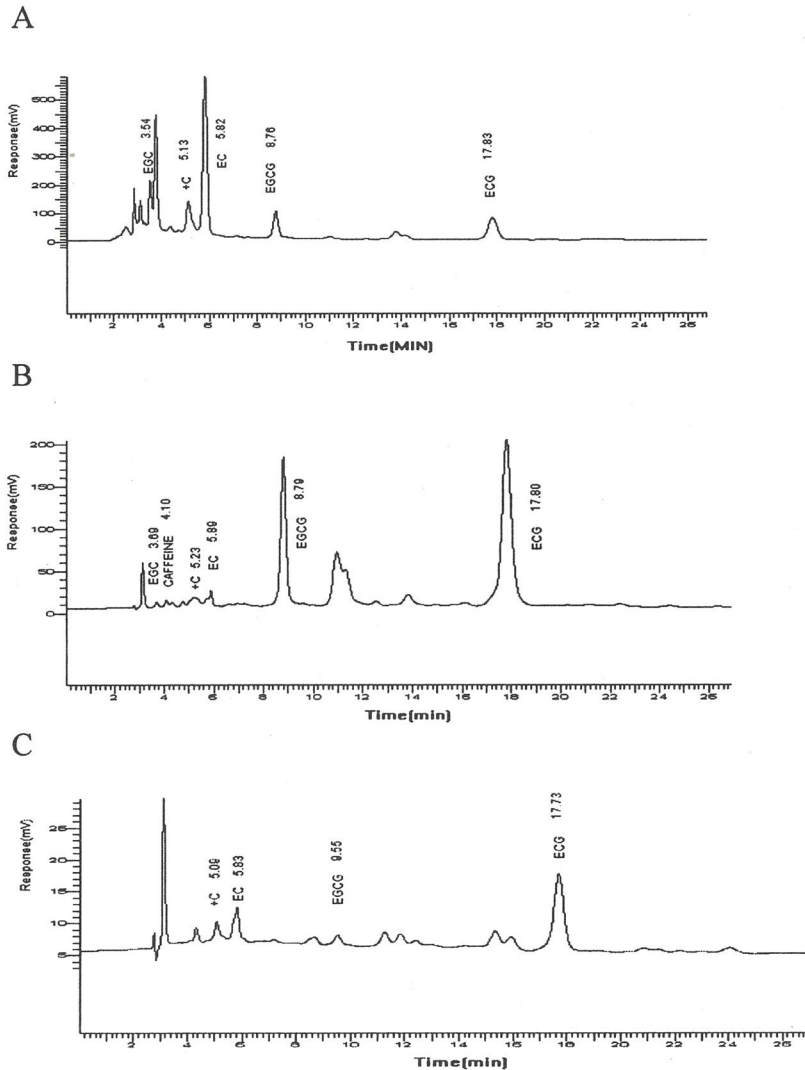


圖一：以 PVPP 吸附法分離兒茶素類之 HPLC 分析圖譜

Fig1: The HPLC chromatogram of tea catechins isolated by PVPP adsorption

## (二)以 Amino-propyl 管柱分離茶湯中之兒茶素類

以 Amino-propyl 管柱分離茶湯中之兒茶素類，雖然亦能成功的去除茶湯中的咖啡因，但因 Amino-propyl 管柱分離原理為吸附茶湯中比醋酸乙酯極性大的物質，所以溶離出的產物含有多量其他非兒茶素類物質（圖二）。



圖二：以 Amino-propyl 管柱分離兒茶素類之 HPLC 圖譜

A:水溶離之粗兒茶素類產物

B:0.5N NaCl 溶離之粗兒茶素類產物

C:1N NaCl 溶離之粗兒茶素類產物

Fig2:The HPLC chromatograms of tea catechins isolated by amino-propyl column.

A: crude catechins eluted with water.

B: crude catechins eluted with 0.5N NaCl

C: crude catechins eluted with 1N NaCl

(三)以 PBA 管柱分離茶湯中之兒茶素類：

PBA 是利用分子結構中具有同一平面上兩個-OH 基及-NH<sub>2</sub> 基者即被吸附<sup>(10)</sup>。基於此一原理，PBA 可吸附兒茶素類而分離去除咖啡因，兒茶素類的回收率約為 40%（表二），而由 HPLC 分析圖譜（圖三）可知絕大部份產物（以 UV280nm 檢測）均為兒茶素類。

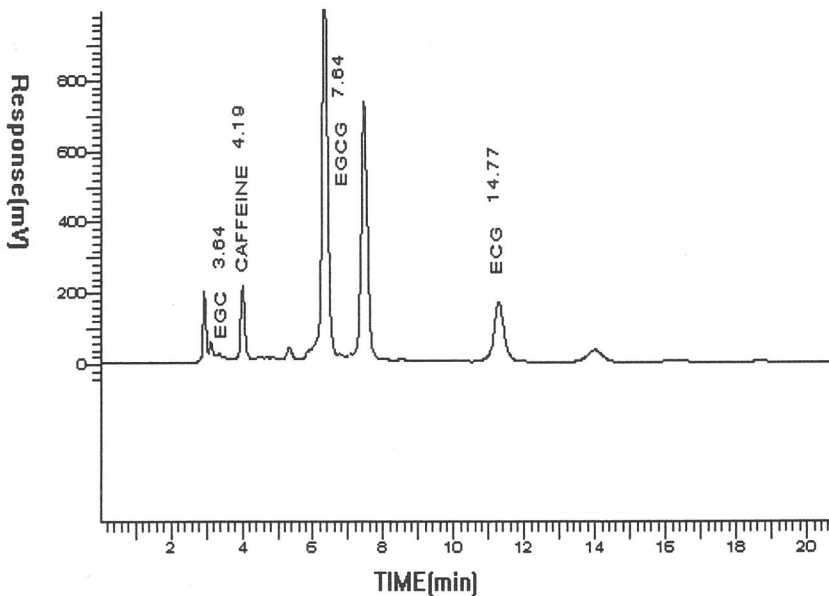
表二：由 PBA 管柱分離粗兒茶素類含量

Table2:Content of crude tea catechins isolated by PBA column

|                 | % (dry weight) |
|-----------------|----------------|
| EGC             | 23             |
| C               | 0.5            |
| EGCG            | 14.6           |
| EC              | 1.5            |
| ECG             | 0.5            |
| Total catechins | 39.6           |
| caffeine        | 0.01           |

catechins:caffeine=39.60:0.01 (w/w)

=3960:1



圖三：以 PBA 管柱分離之兒茶素類的 HPLC 圖譜

Fig3:The HPLC chromatogram of tea catechins isolated by PBA column.

(四)兒茶素類分離法之評估：

由於兒茶素類為不穩定物質，在常溫下容易氧化且在鹼性溶液中發生變色而分解，故在

三種分離方法中以 Amino-propyl 吸附法沒有酸鹼改變，產品破壞最小，但是根據其產物 HPLC 分析圖譜（圖二）顯示含非兒茶素類的雜質頗多，未達到本試驗之分離目的，故予以放棄。

PVPP 及 PBA 兩種吸附法均可達到本試驗之目的，但各有其優缺點（表三），可按兒茶素類的用途而決定採用何種分離方法。

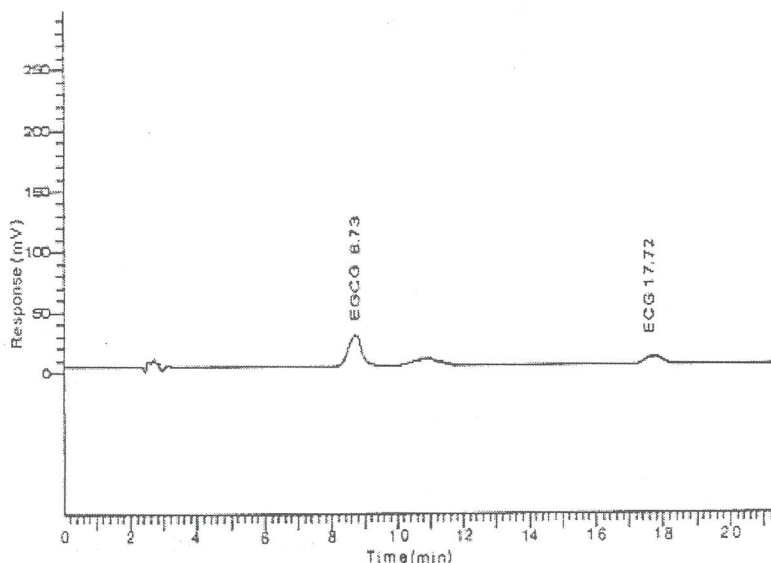
表三：PVPP 及 PBA 兩種兒茶素類分離法之比較

Table 3: The comparison of the isolation methods for catechins from tea liquor by PVPP and PBA.

| 抽取方法 | 優點              | 缺點                | 適用性                      |
|------|-----------------|-------------------|--------------------------|
| PVPP | 樹脂可重複使用<br>價錢便宜 | 產物品質較低            | 一般食品添加物及健康食品             |
| PBA  | 產物品質較高          | 分離管不宜重複使用多次，消耗量大。 | 個別兒茶素分離之前處理，作為藥用或其他高價值之用 |

## 二、個別兒茶素之分離

經 PBA 管柱分離之粗兒茶素類，再利用 Sephadex-LH20 管柱以不同濃度之酒精溶液溶離純化個別兒茶素類，結果發現 55% 及 65% 酒精之流洗液中，經 HPLC 定性分析，均未發現兒茶素產物，在 75% 酒精流洗液中可發現 EGCG 及 ECG 兩種酯型兒茶素類並有少許雜質（圖四）。在 65% 及 75% 間是否可找出分離兩種酯型兒茶素的正確濃度，有待進一步的研究。



圖四：以 Sephadex-LH20 純化兒茶素之 HPLC 圖譜

Fig4 :The HPLC chromatogram of catechins purified by Sephadex-LH20.



圖五：以 PBA 管柱萃取純化之粗兒茶素類成品

Fig5 : The product of crude tea catechins obtained by PBA column.

## 誌 謝

本研究承農委會 86 科技-1.3-糧-22 計畫補助經費及承文山分場鄭課長正宏協助兒茶素類分析，謹此致謝。

## 參考文獻

1. 李敏雄等. 1984. 農業化學會誌. 22,226-231.
2. 安田英之. 1992. 食品工業.35 ( 18 ),23-28.
3. 竹尾忠一. 1992. 食品工業.35 ( 17 ),32-40.
4. Hara,Y.etal.1987. Nippon Nogeikagaku Kaishi.61,803-813.
5. Hasan,M.et al.1993. Proceed.of the International Symp. on Green tea.35-46.
6. Heiburn,L.K. et al.1986. Brit.J.Cancer. 54,677-683.
7. Isigaki,K.et al.1991.Proceed.of the International Symp.on Tea Sci.240-243.Japan
8. Kinlen,L.J.et al.1988. Brit.J.Cancer.58,397-401.
9. Lou,F.Q.et al.1989.Chin.Med.J.102,579-583.
10. Nial,S.,Van Horne, K.C.1993. Sorbent extraction technology, Varian sample preparation products.90.
11. Sparnius,V.L.et al.1989.J.Nat.Cancer Inst.61,493-496.
12. Wang,Z.Y.et al.1988.Drug Matabo.and Disp.16,98-103.

# Studies on the Extraction and Purification of Catechins in Tea

I-Ming Juan<sup>1</sup>      Ying-Ling Chen<sup>2</sup>

## Summary

Catechins are the important compounds of tea that have effective physiological activities on human bodies. Three methods were used to extract and purify catechins from tea liquor. There are the adsorption of polyvinylpyrrolidone (PVPP), the polar interactions of aminopropyl group, and the covalent retention of phenyl-boronic acid group (PBA). It was shown that the PBA method was the best method. It could successfully separated the caffeine and catechins exclusively with the other polar compounds. The powder of crude catechins were obtained by freeze-drying the desalt extracts which were passed through the PVPP or PBA adsorption.

Key words: Tea, Catechins, Extraction, Purification

---

<sup>1</sup> Director, Taiwan Tea Experiment Station.

<sup>2</sup> Associate Biochemist, Taiwan Tea Experiment Station.

# 茶捲葉蛾性費洛蒙田間誘蟲效果測試

蕭素女<sup>1</sup>

## 摘 要

茶捲葉蛾 (*Homona magnanima* Diakonoff) 的性費洛蒙合成劑於田間誘引結果顯示以三成分 (Z)-11-tetradecenyl acetate (Z11-TDA)、(Z)-9-dodecenyl acetate (Z9-DDA) 及 11-dodecenyl acetate (11-DDA) 的比為 80：10：10 的效果最佳，其次為 88：9：3；三種成分單獨誘引，皆無法發揮效果，但 Z11-TDA 及 Z9-DDA 兩種成分比為 80：20 時，效果比三種成分比為 80：10：10 為佳。由田間測試結果，Z11-TDA 有激發交尾的作用，而 Z9-DDA 有誘引的作用。誘蟲盒以黏著式誘蟲盒效果較佳；冬季性費洛蒙合成劑可持續誘引一個月。誘引源的劑量以 1mg 效果較佳。

關鍵詞：茶捲葉蛾、性費洛蒙、田間測試。

## 前 言

茶捲葉蛾，*Homona magnanima* Diakonoff (Lepidoptera: Tortricidae) 是本省北部及東部茶園常見的害蟲之一，民國 76 年至 78 年在花蓮瑞穗茶區發生相當嚴重，導致茶樹枯死，民國 81 年及 82 年 10 月在龍潭銅鑼圈及高原等地茶園大發生，甚至路邊的行道樹都可採到大量的卵塊。茶捲葉蛾幼蟲吐絲將兩、三片成葉疊在一起，棲於內面取食葉肉，留下黃褐色的表皮，嚴重時葉片被取食殆盡，茶樹因而枯死。本蟲之防治除了施用藥劑外，亦曾推廣利用赤眼卵蜂防治，但因商品購得不易，無法普及。

臺灣所發生的茶捲葉蛾，根據南川仁博 (1951) 的記載為 *Homona coffearia* Nietner。筆者在 1981 年 10 月至 1982 年 1 月，利用日本信越所提供的性費洛蒙進行誘蟲試驗，發現利用 *H. magnanima* 的性費洛蒙可誘利 266 隻雄蛾，而同時期利用 *Homona coffearia* 之性費洛蒙卻誘不到雄蛾 (蕭，1984)；此外，石及周 (1985) 在南港茶園利用茶捲葉蛾性費洛蒙誘引，亦未曾誘到 *H. coffearia*，由此推測臺灣所發生的茶捲葉蛾應為 *H. magnanima*，和日本所發生的種類相同 (南川，1951；1957)。茶捲葉蛾，*H. magnanima* 的性費洛蒙經鑑定為 (Z)-11-tetradecenyl acetate、(Z)-9-dodecenyl acetate 及 11-dodecenyl acetate，三種成分天然的比例為 30:3:1 (Noguchi et al., 1979)；室內生物檢定的方法亦已發展 (Noguchi, 1979)。至於另一種茶捲葉蛾 *H. coffearia*，其

性費洛蒙爲 1-dodecanol、dodecyl acetate 及 (E)-9-dodecenyl acetate (Kochansky, et al., 1978), 並應在茶園以監測其發生 (Sivapalan & Vitarana, 1975)。茶捲葉蛾, *H. magnanima* 雌雄蛾皆在羽化後 2 日其交尾率最高, 一般交尾一次, 雖有交尾多次情形, 但產卵數及受精卵數並沒有增加 (加納昌彥等, 1983)。鑑於茶捲葉蛾交尾的特性, 因此可利用性費洛蒙來做防治。

本報告係將茶捲葉蛾性費洛蒙合成劑於田間的誘引效果整理成文, 俾供田間應用時參考。

## 材料與方法

### 一、性費洛蒙合成劑不同配方田間誘引效果

將茶捲葉蛾性費洛蒙合成劑 3 種成分 (Z) 11-tetradecenyl acetate (Z11-TDA)、(Z)-9-dodecenyl acetate (Z9-DDA) 及 11-dodecenyl acetate (11-DDA) 依 88:9:3、80:10:10 及 60:20:20 的比例配好並以微注射針筒注入約 6 公分長的塑膠微管內, 每支 0.1mg, 兩端封好備用。田間誘蟲試驗係於關西及龍潭兩地茶園進行, 將受茶捲葉蛾危害的茶園劃分成 4 小區, 每小區再劃分成 3 個處理, 將含有性費洛蒙不同配方的微管一端剪開, 並固定在黏著式誘蟲盒 (甲富公司出品) 上蓋內, 當做誘引源, 誘蟲盒懸掛高度爲盒底距離樹冠面約 20 公分, 每一誘蟲盒相隔 15 公尺, 採逢機完全區集排列, 每兩星期更換性費洛蒙及誘蟲盒位置。

第二年增加 80:20:0 的配方, 於銅鑼圈及高原兩地茶園進行試驗, 受茶捲葉蛾危害的茶園劃分成 4 小區, 每小區劃分成 4 個處理, 其他方法同前, 但每星期更換性費洛蒙及誘蟲盒位置。

### 二、性費洛蒙合成劑各成分之誘引效果

供試性費洛蒙爲 Z11-TDA、Z9-DDA、11-DDA 單獨一種成分, 以及 Z11-TDA:Z9-DDA 爲 80:20、Z11-TDA:11-DDA 爲 80:20 等, 連同對照 Z11-TDA:Z9-DDA:11-DDA 爲 80:10:10, 共計六個處理, 四重複, 依前述方法放置性費洛蒙及誘蟲盒, 於銅鑼圈兩區茶園進行誘蟲試驗。

### 三、不同型式誘蟲盒誘引效果之比較

供試誘蟲盒有中改式誘蟲盒及黏著式誘蟲盒, 中改式誘蟲盒成蛾飛入孔之孔徑有兩種, 一爲 1.7 公分, 一爲 1 公分。性費洛蒙的配方爲 Z11-TDA:Z9-DDA 爲 80:20, 配製方法及劃區方法同前, 於高原茶區進行試驗, 依前述方法放置性費洛蒙及誘蟲盒並不定期到田間調查。

### 四、性費洛蒙合成劑於田間持久性之試驗

於田間進行誘引試驗時, 另劃一小區, 懸掛四個黏著式誘蟲盒, 誘引源的配方爲 Z11-TDA:Z9-DDA:11-DDA 爲 80:10:10, 試驗期間不更換誘引源, 調查誘引雄蛾數, 與每次更換誘引源的處理做比較, 共比較三次。試驗期間爲每年十一月至次年二月。

### 五、性費洛蒙合成劑不同劑量之誘引效果比較

民國 84 年 12 月於銅鑼圈選擇茶捲葉蛾危害的茶園, 劃分成四小區, 每小區每隔 10 公尺設立一個黏著式誘蟲盒, 盒內安裝茶捲葉蛾性費洛蒙合成劑, Z11-TDA、Z9-DDA 及 11-DDA 三種成分比爲 80:10:10, 但劑量分別爲 0.01mg, 0.1mg 及 1mg 等三種, 每隔一段時間調查所誘到的雄蛾數並更換性費洛蒙及誘蟲盒, 以比較不同劑量的誘引效果。民國 85 年 12 月又於銅鑼圈兩處茶園進行不同劑量誘蟲效果之探討, 方法和第一年相同, 但所用的劑量爲 0.1mg, 1mg 和 5mg。

## 結果與討論

### 一、性費洛蒙合成劑不同配方田間誘引效果

於關西 121 天的試驗結果，三種配方誘引雄蛾的效果差異不顯著，但以 Z11-TDA : Z9-DDA : 11-DDA 為 80 : 10 : 10 的配方誘到最多的茶捲葉蛾雄蛾，共有 49.3 隻，而在龍潭 36 天的試驗期間，三種配方的誘引效果差異亦不顯著，但以 Z11-TDA : Z9-DDA : 11-DDA 為 60 : 20 : 20 的配方誘到的雄蛾最多，有 17.0 隻（表一），不過，在調查期間茶捲葉蛾成蟲密度並不高。此外，三種配方在兩地茶園也都誘到茶姬捲葉蛾及一種類似茶姬捲葉蛾的雄蛾，二者（*Adoxophyes*-sp.）合併計算列如表一。

第二年於銅鑼圈及高原兩處茶園的試驗結果，四種配方的誘引效果差異亦不顯著，其中以 Z11-TDA : Z9-DDA : 11-DDA 為 80 : 10 : 10 的配方誘引到最多的雄蛾，分別為 175.5 隻及 80 隻（表二）。

表一 茶捲葉蛾性費洛蒙合成劑之誘引效果（雄蛾數 / 誘蟲盒）

Table 1. Attractiveness of the synthetic sex pheromone of tea tortrix, *Homona magnanima* Diakonoff in the field (male moths/trap)

| Z11 : Z9 : 11-DDA<br>(0.1mg) | 關西 (121 天)          |                       | 龍潭 (36 天)           |                       |
|------------------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|
|                              | Kuan-his (121 days) |                       | Long-Tan (36 days)  |                       |
|                              | <i>H. magnanima</i> | <i>Adoxophyes</i> sp. | <i>H. magnanima</i> | <i>Adoxophyes</i> sp. |
| 60 : 20 : 20                 | 47.8a*              | 26.8a*                | 17.0a*              | 6.5a*                 |
| 80 : 10 : 10                 | 49.3a               | 29.3a                 | 10.0a               | 2.5a                  |
| 88 : 9 : 3                   | 44.8a               | 17.0a                 | 10.5a               | 1.5a                  |

\*Means in the same column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by Duncan's Multiple Range Test.

表二 茶捲葉蛾性費洛蒙合成劑之誘引效果（雄蛾數 / 誘蟲盒）

Table 2. Attractiveness of the synthetic sex pheromone of tea tortrix, *Homona magnanima* Diakonoff in the field (male moths/trap)

| Z11 : Z9 : 11-DDA<br>(0.1mg) | 銅鑼圈 (123 天)              | 高原 (93 天)          |
|------------------------------|--------------------------|--------------------|
|                              | Tung-Lo-Chyan (123 days) | Kao-Yuan (93 days) |
| 88 : 9 : 3                   | 171.0a*                  | 67.3a*             |
| 80 : 10 : 10                 | 175.5a                   | 80.0a              |
| 80 : 20 : 0                  | 168.8a                   | 61.0a              |
| 60 : 20 : 20                 | 161.3a                   | 71.8a              |

\*Means in the same column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by Duncan's Multiple Range Test.

根據野口浩等人 (1981) 在田間的試驗，茶捲葉蛾性費洛蒙三種成分 Z11-TDA : Z9-DDA : 11-DDA 為 60 : 3 : 1，且劑量為 3.2mg 時，其誘蟲效果較天然比例 30 : 3 : 1 為佳。筆者於田間並未測試 60 : 3 : 1 的誘蟲效果，但供試的幾組比例，劑量為 0.1mg，與天然比例 88 : 9 : 3 比較時其差異並不顯著。綜合四區茶園的結果顯示茶捲葉蛾合成性費洛蒙的配方以 Z11-TDA :

Z9-DDA : 11-DDA 爲 80 : 10 : 10 的誘蟲效果最佳。

## 二、性費洛蒙合成劑各成分之誘引效果

爲了解性費洛蒙各成分的誘引效果，將性費洛蒙單一成分與不同配方在兩區茶園進行誘引，結果顯示只有 Z11-TDA 或 Z9-DDA 或 11-DDA 一種成分時，一個誘蟲盒所誘到的雄蛾平均只有 11.5 隻、1.5 隻僅 6.5 隻（表三），而 Z11-TDA 與 Z9-DDA 兩種成分比爲 80:20 的配方，在 A、B 兩區的試驗分別誘到 284.0 隻及 294.3 隻的雄蛾，甚至比對照組 80 : 10 : 10 還多，且差異顯著，而 Z11-TDA 與 11-DDA 之比爲 80 : 20 時僅誘到 3.5 隻雄蛾，顯示茶捲葉蛾性費洛蒙三種成分中，Z11-TDA 及 Z9-DDA 在交尾行爲上是很重要的訊息素，二者缺一不可，而 11-DDA 即使缺如，亦可誘到雄蛾，唯日本的報告卻指出三種成分在誘引雄蛾上是絕對必要的（Noguchi et al., 1979）。

利用三角瓶及風洞進行茶姬捲葉蛾性費洛蒙的生物檢定，結果顯示 Z11-TDA 有激發交尾的作用，Z9-TDA 有誘引雄蛾的作用（蕭，1990；1992）。本試驗在田間誘引結果，同時有 Z11-TDA 及 Z9-DDA 兩種成分的誘引源，誘到相當多的雄蛾，但同時有 Z11-TDA 及 11-DDA 兩種成分的誘引源，卻僅誘到少數雄蛾，顯示 Z9-DDA 的功能是在誘引雄蛾，而 Z11-TDA 的功能是在激發交尾，前者將遠處的雄蛾吸引過來，而後者刺激靠近的雄蛾進行交尾。至於 11-DDA 的功能尙待進一步探討。

表三、茶捲葉蛾性費洛蒙各成分誘引效果

Table 3: Efficacy of each component of synthetic sex pheromone of tea tortrix, *Homona magnanima* Diakonoff in the field.

| 性費洛蒙成分及比例<br>Component or blend ratio | 誘引雄蛾數（隻 / 誘蟲盒）<br>No. of male moths attracted by one trap |                        |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------|
|                                       | Plantation A (23 days)                                    | Plantation B (21 days) |
| Z11                                   | 11.5c*                                                    | —                      |
| Z9                                    | —                                                         | 1.5c*                  |
| 11-DDA                                | —                                                         | 16.5c                  |
| Z11 : Z9 (80 : 20)                    | 284.0a                                                    | 294.3a                 |
| Z11 : 11-DDA (80 : 20)                | 3.5c                                                      | —                      |
| Z11 : Z9 : 11-DDA (80 : 10 : 10)      | 225.8b                                                    | 221.0b                 |

\*Means in the same column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by Duncan's Multiple Range Test.

## 三、不同型式誘蟲盒的誘引效果

爲比較黏著式及中改式誘蟲盒的誘捕效果，於田間設置不同型式的誘蟲盒，並分別經 7 天、23 天、19 天及 44 天共計四次不定期調查，結果顯示黏著式誘蟲盒的效果比中改式誘蟲盒的效果爲佳，在 93 天的調查期間，黏著式誘蟲盒誘到的雄蛾數爲中改式誘蟲盒誘到的三到七倍，而大孔（孔徑 1.7 公分）的中改式誘蟲盒和小孔（孔徑 1 公分）的中改式誘蟲盒的誘捕效果雖然差異不顯著，但大孔誘到的雄蛾數比小孔爲多（表四），從誘捕效果來考量以採用黏著式誘蟲盒爲宜。

表四、不同型式誘蟲盒之誘引效果

Table 4: Attractiveness of different types of trap in the field

| 誘蟲盒型式<br>Types of the trap           | 誘引雄蛾數 (隻 / 誘蟲盒)<br>No. of male moths attracted by one trap |         |         |         | 合計<br>Total<br>93days |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|-----------------------|
|                                      | 7 days                                                     | 23 days | 19 days | 44 days |                       |
| 黏著式<br>Sticky trap                   | 19.0a*                                                     | 4.5a*   | 21.8a*  | 33.3a*  | 78.5a*                |
| 中改式 (大孔)<br>Trap with 1.7cm aperture | 3.8b                                                       | 1.5b    | 7.8b    | 11.5ab  | 24.5b                 |
| 中改式 (小孔)<br>Trap with 1.0cm aperture | 2.5b                                                       | 0.3b    | 3.0b    | 4.5b    | 10.3b                 |

\*Means in the same column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by Duncan's Multiple Range Test.

#### 四性費洛蒙合成劑於田間持久性之調查

性費洛蒙合成劑置於田間誘引，會漸漸釋出其成分，但其釋放速率受到氣溫及風速的影響，使其有效期間會改變。冬季氣溫較低，合成劑的持久性一般較夏季為長，本試驗於三個冬季，從十一月至次年二月進行，前兩年性費洛蒙的劑量為 0.1mg，第一年的結果，不更換性費洛蒙一直到 28 天，誘到的雄蛾比每次更換費洛蒙所誘到的還多（表五），顯然性費洛蒙裝填在塑膠微管中，到了 28 天還有效果。第二年的結果，在第 25 天及 48 天更換與不更換性費洛蒙所誘到的雄蛾都不多（表六），因為當時不是成蟲羽化盛期，性費洛蒙持續用到 67 天仍可誘到雄蛾，但比對照少很多。由此結果推測在害蟲密度高時極微量的性費洛蒙仍可誘利雄蛾。第三年性費洛蒙劑量改用 1mg，在第 32 天，更換與不更換性費洛蒙所誘到的雄蛾相差不多（表七），但到了第 45 天，兩者所誘到的雄蛾數就有差別。由本調查得悉冬季時性費洛蒙的有效性超過一個月，田間應用時一個月更換一次即可。

表五、性費洛蒙合成劑應用於田間之持久性（第一次測試）

Table 5: Persistence of the synthetic sex pheromone of tea tortrix, *Homona magnanima* Diakonaff in the field (first trial)

| Z11 : 29 : 11-DDA<br>80 : 10 : 10<br>(0.1mg) | 誘引雄蛾數 / 誘蟲盒<br>No. of male moths attracted by one trap |         |         |         |         |        |
|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|--------|
|                                              | 7 days                                                 | 14 days | 21 days | 28 days | 35 days | 42days |
| 不更換<br>Continuous trapping                   | 17.5                                                   | 49.5    | 59.0    | 65.8    | 0.75    | 2.8    |
| 每星期更換<br>Renewed every week                  | —                                                      | 59.5    | 100.3   | 48.5    | —       | —      |

表六、性費洛蒙合成劑應用於田間之持久性

Table 6: Persistence of the synthetic sex pheromone of tea tortrix, *Homona magnanima* Diakonaff in the field (2<sup>nd</sup> trial)

| Z11 : Z9 : 11-DDA<br>88 : 9 : 3<br>(0.1mg) | 誘引雄蛾數 / 誘蟲盒<br>No. of male moths attracted by one trap |         |         |         |
|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------|---------|---------|
|                                            | 11 days                                                | 25 days | 48 days | 67 days |
| 不更換<br>Continuous trapping                 | 0.5                                                    | 1.8     | 3.0     | 32.0    |
| 每次更換<br>Renewed each collection            | —                                                      | 7.8     | 28.3    | 57.0    |

表七、性費洛蒙合成劑應用於田間之持久性 (第三次測試)

Table 7: Persistence of the synthetic sex pheromone of tea tortrix, *Homona magnanima* Diakonoff in the field (3<sup>rd</sup> trial)

| 性費洛蒙<br>Z11 : Z9 : 11-DDA<br>80 : 10 : 10<br>(1mg) | 誘引雄蛾數 / 誘蟲盒<br>No. of male moths attracted by one trap |         |         |         |         |        |
|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|--------|
|                                                    | 10 days                                                | 21 days | 32 days | 45 days | 59 days | 73days |
| 不更換<br>Continuous trapping                         | 57.8                                                   | 73.5    | 42.8    | 28.5    | 17.3    | 3.3    |
| 每次更換<br>Renewed each collection                    | —                                                      | 31.8    | 46.0    | 71.5    | 68.5    | 210.0  |

## 五、性費洛蒙合成劑不同劑量之誘引效果

先前試驗，性費洛蒙用量都以 0.1mg 做試驗，而野口浩等人 (1981) 曾用到 3.2mg 之用量，因此，在田間比較不同劑量之誘引效果，首先比較 0.01mg、0.1mg 和 1mg 的效果，共計調查四次，每次調查後更換性費洛蒙及誘蟲盒，在四次調查資料中 (表八)，除一次因雄蛾密度很低，三種劑量的誘引效果差異不顯著外，其它三次結果都以 1mg 的誘引效果最好，且差異顯著，由共計 63 天的調查資料顯示 1mg 的誘引效果最好。接著再以 0.1mg，1mg 和 5mg 在兩區茶園做比較，每次調查後亦更新性費洛蒙及誘蟲盒，第一區茶園 (表九) 六次資料中 1mg 和 5mg 的誘引效果有三次和 0.1mg 的效果差異顯著，第二區茶園 (表十) 六次資料中 5mg 的誘引效果有兩次和 1mg 及 0.1mg 的效果差異顯著，而兩處茶園於兩個多月的誘引效果總計比較，5mg 和 1mg 的劑量都比 0.1mg 的效果好，5mg 的劑量雖比 1mg 的劑量誘到較多的雄蛾，但其差異不顯著。由此三次劑量的試驗，顯示茶捲葉蛾性費洛蒙合成劑宜採用 1mg。

表八、茶捲葉蛾性費洛蒙合成劑不同劑量誘引效果比較 (第一次測試)

Table 8: Attractiveness of the synthetic sex pheromone of tea tortrix, *Homona magnanima* Diakonoff at different dosages in the field (1<sup>st</sup> trial)

| 性費洛蒙<br>Z11 : Z9 : 11-DDA<br>80 : 10 : 10 | 誘引雄蛾數 / 誘蟲盒<br>No. of male moths attracted by one trap |        |         |         |         |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------|---------|---------|---------|
|                                           | 9 days                                                 | 8 days | 28 days | 18 days | Total   |
| 0.01mg                                    | 1.0b                                                   | 0.0a   | 1.3b    | 0.0b    | 3.0b    |
| 0.1mg                                     | 2.8b                                                   | 0.3a   | 4.0b    | 1.8b    | 8.8b    |
| 1mg                                       | 8.0a*                                                  | 1.0a*  | 123.3a* | 23.3a*  | 155.5a* |

\*Means in the same column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by Duncan's Multiple Range test.

表九、茶捲葉蛾性費洛蒙合成劑不同劑用量誘引效果比較 (第二次測試)

Table 9: Attractiveness of the synthetic sex pheromone of tea tortrix, *Homona magnanima* Diakonoff at different dosages in the field (2<sup>nd</sup> trial)

| 性費洛蒙<br>Z11 : Z9 : 11-DDA<br>80 : 10 : 10 | 誘引雄蛾數 (隻 / 誘蟲盒)<br>No. of male moths attracted by one trap |         |         |         |         |         |         |
|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                                           | 7 days                                                     | 10 days | 11 days | 11 days | 13 days | 14 days | Total   |
| 0.1mg                                     | 5.5a*                                                      | 6.5b*   | 40.5b*  | 79.3a*  | 48.5b*  | 31.5b*  | 211.8b* |
| 1mg                                       | 9.0a                                                       | 24.5ab  | 109.3a  | 126.3a  | 122.8a  | 81.8a   | 473.5a  |
| 5mg                                       | 15.0a                                                      | 32.0a   | 123.0a  | 114.8a  | 130.8a  | 95.5a   | 511.0a  |

\* Means in the same column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by Duncan's Multiple Range test.

表十、茶捲葉蛾性費洛蒙合成劑不同用量誘引效果（第三次測試）

Table 10: Attractiveness of the synthetic sex pheromone of tea tortrix, *Homona magnanima* Diakonoff at different dosages in the field (3<sup>rd</sup> trial)

| 性費洛蒙<br>Z11 : Z9 : 11-DDA<br>80 : 10 : 10 | 誘引雄蛾數（隻 / 誘蟲盒）<br>No. of male moths attracted by one trap |         |         |         |         |         | Total   |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                                           | 10 days                                                   | 11 days | 11 days | 13 days | 14 days | 14 days |         |
| 0.1mg                                     | 31.3a*                                                    | 35.3b*  | 21.3a*  | 21.8a*  | 23.3b*  | 46.8b*  | 179.5b* |
| 1mg                                       | 57.8a                                                     | 31.8b   | 46.0a   | 71.5a   | 68.5b   | 210.0a  | 485.5a  |
| 5mg                                       | 81.0a                                                     | 74.0a   | 51.8a   | 94.5a   | 152.8a  | 138.0b  | 592.0a  |

\*Means in the same column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by Duncan's Multiple Range test.

## 結 論

經過多次於田間探討茶捲葉蛾性費洛蒙合成劑適用的配方及使用方法，結果以三成分 Z11-TDA、Z9-DDA 及 11-DDA 的比為 80 : 10 : 10，且劑量為 1mg 誘引效果最佳，將來田間應用時，可採用此配方裝填於塑膠微管內，懸掛在黏著式誘蟲盒上蓋內，冬季時一個月更換一次誘引源；至於利用性費洛蒙大量誘殺法防治茶捲葉蛾的效果，則尚待進一步評估。

誌謝：本試驗承行政院農業委員會經費補助，謹致謝忱。

## 參考文獻

1. 石韻嵐、周延鑫 1985 茶捲葉蛾與茶姬捲葉蛾合成性費洛蒙之田間誘蟲試驗 中華農學會報 132:108-113。
- ✓ 2. 蕭素女 1984 臺灣茶捲葉蛾及茶姬捲葉蛾性費洛蒙合成劑田間誘蟲試驗 臺灣茶業研究彙報 3:25-30。
3. 蕭素女 1990 茶姬捲葉蛾 *Adoxophyes* sp. (Lepidoptera Tortricidae) 性費洛蒙之生物檢定中華昆蟲 10:443-450。
4. 蕭素女 1992 茶姬捲葉蛾 *Adoxophyes* sp. (Lepidoptera; Tortricidae) 性費洛蒙擾亂交尾之研究 臺灣茶業研究彙報 11 : 91-102。
5. 加納昌彥、桐谷圭治、川崎建次郎 1983 チャハマキの配偶行動と産卵 日本應用動物昆蟲學會誌 27 (1) : 40-45。
6. 南川仁博 1951 臺灣產茶樹害蟲目錄 茶業技術研究 4 : 49-53。
7. 南川仁博 1957 日本產茶樹害蟲目錄 防蟲科學 22 : 149-154。
8. 野口 浩、玉木佳男、新井 茂、下田美智子、石川嚴 1981 チャハマキの合成性つエロモンの野外における誘引性 日本應用動物昆蟲學會誌 25 (3) : 170-175。
9. Kochansky, J.P., W.L. Roelofs, and P. Sivapalan. 1978 Sex pheromone of the tea tortrix moth (*Homona coffearia* Neitner) Journal of the Chemical Ecology 4 (6) :623-631. (summary)
10. Noguchi, H., Y. Tamaki, and T. Yushima. 1979 Sex pheromone of the tea tortrix moth: Isolation and identification. Japanese Journal of Apply Entomology and Zoology 14 (2) :225-228.
11. Noguchi, H. 1979 Bioassay method for determination of female sex pheromone of tea tortrix moth.

*Homona magnanima* Diakonoff ( Lepidoptera: Tortricidae ) . Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology 23 ( 1 ) : 22-27.

12. Sivapalan, P., S.I. Vitarana. 1975 Assessment of sex pheromone activity in virgin female moths of the tea tortrix ( *Homona coffearia* Lepidoptera: Tortricidae and its utilization in monitoring moth populations in tea fields. Tea Quarterly 45 ( 1/2 ) :24-28. ( summary ) .

# Field Efficacy Tests on the Sex pheromone of Tea Tortrix, *Homona magnanima* Diakonoff in the Field

Suh-Neu Hsiao

## Summary

Three components of the synthetic sex pheromone of tea tortrix (*Homona magnanima* Diakonoff), namely, (Z)-11-tetradecenyl acetate, (Z)-9-dodecenyl acetate and 11-dodecenyl acetate were mixed in different ratios for test of attractiveness in the field. The best blend ratio of the components was 80:10:10, followed by the ratio of 88:9:3. No attractiveness was shown if any component was used alone. Whereas two components, (Z)-11-tetradecenyl acetate and (Z)-9-dodecenyl acetate in the ratio of 80:20 was better than the three components in the ratio of 80:10:10. The result of bioassay in the field indicated that (Z)-11-tetradecenyl acetate stimulated mating while (Z)-9-dodecenyl acetate guided in orientation. The efficacy of sticky trap is better than other kind of traps. The efficacy of the synthetic sex pheromone in plastic micro-tube could last a month in winter. The pheromone dosage of 1mg is recommended for field use.

**Key words:** tea tortrix, *Homona magnanima*, sex pheromone, field efficacy

# 模糊統計分類及其在茶葉品質評定的應用

陳國任<sup>1</sup> 林雅慧<sup>2</sup> 吳柏林<sup>3</sup> 謝邦昌<sup>4</sup>

## 摘 要

本試驗將69個茶樹品種以四種群落分析法，依其形狀、色澤、水色及香味等評鑑項目分為五等級，採用的方法為模糊分類法及加權模糊分類法，比較結果摘要如下：

白毛猴茶種因其製茶品質優良，不論任何分類法，春、夏、秋季皆屬第一級。經模糊分類後，台灣四大品種中青心烏龍及青心大有在春季歸類於第一級，大葉烏龍及硬枝紅心歸類於第三級；而經加權模糊分類後，香味品質有平均表現之大葉烏龍種則歸類提高至第二級。鐵觀音春夏茶屬第二級及秋茶屬第三級，經加權模糊分類後提升至第一級及二級。模糊分類後青心烏龍、紅心烏龍、白心烏龍及大葉烏龍秋茶皆屬第一級。而竹葉系之小葉竹葉及竹葉種，其全年製茶品質同屬第四級。適製紅茶之阿薩姆等品種，製茶品質較差，而歸類至第四及第五級。

**關鍵字：**集群分析、隸屬度函數、模糊評鑑表、模糊權重

## 前 言

群落分析 (cluster analysis) 屬於多變量統計分析的一種；是利用群體內具有相同的統計特性，而在群體與群體間卻有顯著差異的理念，將某些事物歸併在一起。

傳統的分類方法乃根據一個適當的統計量，將母體分成數個族群；此在變數因子太多的情況下，往往不具效率，而且亦未能解決論域各因子的權數比重。反之，以模糊C 平均分類法 (fuzzy c mean clustering method) 加上模糊相對權重的概念，可使分類結果更為合理並增加分類的精確度。因此本文應用模糊統計方法來決定權數比重，即以無母數統計觀點對分配型態未知之資料進行分類，該法分類的論域為模糊語意，且權重的分佈為模糊集合 (陳、謝,1996)。

加權模糊統計分類法，若以依隸屬度的觀念定義模糊權重及模糊相對權重，可使權重的意義更具代表性。Sato (1994) 曾以一個多標準的模糊分類法，並加入時間因素，對兒童成長的三維資料進行模糊分類；但其未決定各因子的權重，且對時間因素的權重也僅取其平均，此事實

---

1 台灣省茶業改良場研究員兼課長

2 國立政治大學統計系研究生

3 國立政治大學應用數學研究所教授

4 私立輔仁大學統計系系主任

上違反了模糊理論真正的宗旨。本文針對不同時期的資料定義不同的模糊權重，使分類結果及品質更趨完善。

茶葉的種類繁多，不同消費群及環境所要求的品質或喜好的程度不同，以致茶葉的價值難以評量。因此，茶葉品質評定方式是依據人的感覺官能及其經驗，在最短時間內判斷各種茶葉的外觀和湯質。茶葉的品質受到品種、栽培管理、氣候環境及製茶技術等因素所影響，再加上評茶人員不同的主觀喜好及表達方式，造成了評分標準的差異，相對地也增加茶葉品質分類的困難度。

對茶葉品質進行分析與鑑定不僅是為了分級，對於品種改良、栽培、製茶與貯存方法等都有很大的幫助，所以茶種品質的鑑定與分類是一件非常重要的工作。本文將以茶葉資料為應用材料，比較不同分類方法在分析結果上之差異性，以探討模糊統計分類法的適用性。

## 材料及方法

### 一、試驗材料：

將台灣省茶業改良場品種園所栽植之白毛猴等 69 個茶樹品種，分別對其春、夏、秋三季製茶品質進行茶葉官能品質評鑑，以探討茶葉品種間的品質差異。

### 二、品質評鑑：

隨機秤取茶樣 3 公克，倒入審茶杯中，注入沸水 150 毫升，加蓋靜置 5 分鐘，倒出茶湯於茶碗中，再分別依形狀、色澤、水色及香味等四項目進行成績評審（吳，1964）。邀請 10 位評茶專家對每種茶葉進行茶葉品質的鑑定，各項目採取 25 分制之直接評分，則滿分為 100 分。然後將所有評分員對某一茶葉、某一項目的評分進行算術平均，以評定分數的高低作為決定茶葉品級的標準。

### 三、模糊分類統計分析及理論探討：

模糊分類法中之模糊 C 平均法(fuzzy c mean clustering method, FCM)，是由 Bezdek(1981)根據 Dunn 的 C 平均法(Dunn,1974)修正而來，其主要目的是利用模糊理論的方法來解決最佳分類的問題(Bezdek,1981)。

模糊分類法與傳統分類法最大的不同在於隸屬度函數(membership function)與特徵函數(characteristic function)的差別；因此，我們要先對隸屬度函數下一個明確的定義。

#### 定義 1 隸屬度函數

假設論域為  $X$ ，則一個模糊集合  $A$  的隸屬度函數以  $\mu_A$  表示，即  $\mu_A: X \rightarrow [0,1]$ ；很明顯地，隸屬度函數的值域為介於 0 到 1 之間的所有實數。故定義一個模糊 C 分割矩陣  $M_{fc} = \{ U \mid (\mu_{ik} \text{ 滿足式 (1a), (1b), (1c)}) \}$  (1)

$$\mu_{ik} \in [0,1] \quad ; \quad 1 \leq i \leq C; 1 \leq k \leq n \quad (1a)$$

$$\sum_{i=1}^c \mu_{ik} = 1 \quad ; \quad 1 \leq k \leq n \quad (1b)$$

$$0 < \sum_{k=1}^n \mu_{ik} < n \quad ; \quad 1 \leq i \leq c \quad (1c)$$

且模糊群落之準則函數為

$$J_{FC}(U, v) = \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^c (\mu_{ik})^m \|x_k - v_i\|^2 \quad (2)$$

其中 $m$ 為模糊指數。

在(1)的條件下可對(2)式求其最小值，即 $\mu_{ik}$ 及 $v_i$ 為

$$\mu_{ik} = \frac{1}{\sum_{j=1}^k \left[ \frac{d_{ik}}{d_{jk}} \right]^{1/(m-1)}} \quad (3)$$

$$v_i = \frac{\sum_{k=1}^n (\mu_{ik})^m x_k}{\sum_{k=1}^n (\mu_{ik})^m} \quad (4)$$

其中  $d_{ik} = d(x_k - v_i) = \left[ \sum_{j=1}^m (x_{kj} - v_{ij})^2 \right]^{1/2}$  為第 $k$ 個樣本到第 $i$ 組群落中心的歐里德距離 (Euclidean distance)。

四加權模糊分類法：

進行多變量分類時，在分類前應釐清並決定各因子的權重，不同的因素其權重也不相同，但對各因素重視的程度則因人而異，故不易評估。傳統的分類法未考慮此問題，且多以主觀的個人意識判斷來定義權重，因此產生不適當的分類結果，而誤導決策。

(一)模糊權重分析

權重的分佈，是因素集上的一模糊子集。模糊統計法是將所有因子以模糊問卷的形式依重要程度收集資訊，並採用統計方法轉換得到權重值。一般而言社會調查中傳統問卷總是使用某些固定的回答模式以測度喜好程度，並以整數所衍生的名義尺度來記錄此評量與行為結果間的統計相關性。然而，人類的思維與行為其實都只是反映出對事物模糊性的概念，其所表現出來的自然語言也都是模糊語言。因此，對社會合理調查而言，模糊式反而較適合於評估人類模糊思維的可能性及可行性 (Park, 1996)。

為求論域因子的模糊相對權重，首先設計一個模糊評鑑表 (fuzzy judgement table) 的問卷形式，如表一所示。

為有利於模糊權重分析的運算之前，必須先介紹偏好序列、模糊權重及模糊相對權重的基本定義。

定義2 偏好序列 (utility sequence)

假設偏好序列為  $U = \{U_1, U_2, \dots, U_n\}$ ，則定義  $U_1, U_2, \dots, U_n$  為偏好遞增序列，反之為偏好遞減序列。

定義3 模糊權重 (fuzzy weight)

假設論域集合  $A = \{A_1, A_2, \dots, A_k\}$  及偏好序列  $U = \{U_1, U_2, \dots, U_n\}$ ，且  $A_i$  在  $U_i$  的隸屬度函數為  $\mu_{A_{ij}}$ 。則各因子的模糊權重  $FW = (FW_{A_1}, \dots, FW_{A_n})$  為以下所決定

$$FW_{A_i} = \sum_{j=1}^n \mu_{A_{ij}} / U_i = \mu_{A_{i1}} / U_1 + \mu_{A_{i2}} / U_2 + \dots + \mu_{A_{in}} / U_n \quad (5)$$

模糊權重代表各因子的權重分佈，但模糊權重分析的主要目的在求得因子所代表的權

重值，亦即相對的權重。從這個基礎上，進一步地定義模糊相對權重，以供我們在作模糊權重分析時使用。

#### 定義 4 模糊相對權重 (fuzzy relative weight)

基本假設與模糊權重之定義相同；則模糊相對權重  $FRW = (FRW_{A_1}, \dots, FRW_{A_k})$  為由模糊權重  $FW$  採  $n$  等第評分標準法轉換所得，即將幾個偏好系列  $U$  視為幾個等第，對此幾個偏好系列取數量化。

$$FRW_{A_i} = \frac{\sum_{j=1}^n j \times \mu_{A_{ij}}}{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n j \times \mu_{A_{ij}}} \quad (6)$$

#### (二)加權模糊分類

所謂加權模糊群落分析法，即加權模糊  $C$  平均分類法 (weighted fuzzy  $c$  mean clustering method, WFCM)。設有  $n$  個樣本  $X_1, X_2, \dots, X_n$ ，每個樣本有  $m$  種特性指標，以  $X_{kj}$  表示第  $k$  個樣本第  $j$  個指標之觀測值， $\bar{x}_j$  和  $S_j$  表示第  $j$  個指標的樣本平均值和樣本標準差。

當評鑑項目的單位不同時，為了除去評判依據因單位差異而造成不公平的影響，可將原始資料先行標準化，即

$$x_{kj}^* = \frac{x_{kj} - \bar{x}_j}{S_j} \quad \begin{matrix} k = 1, 2, \dots, n \\ j = 1, 2, \dots, m \end{matrix}$$

反之，若評鑑項目的單位相同時，為了避免原始資料因轉換而造成移轉或變形，應保留最初資料的型態而毋須行標準化。

加權模糊群落分析法是以最小誤差平方標準為基礎的群落演算法。假設模糊相對權重為  $FRW = (FRW_1, FRW_2, \dots, FRW_m)$ ，則加權模糊  $c$  分割矩陣的第  $t$  期聚類準則為

$$J_{wfc}^{(1)}(u, v^{(1)}) = \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^c (u_{ik})^{m'} (d_{ik}^{(1)})^2$$

$$\text{其中 } d_{ik}^{(1)} = d(\chi_k^{(1)} FRW - v_i^{(1)}) = \left[ \sum_{j=1}^m (\chi_{kj}^{(1)} FRW_j - v_{ij}^{(1)})^2 \right]^{1/2}$$

$U$  屬於加權模糊  $c$  分割空間，而  $\mu_{ik}$  為第  $i$  群隸屬度之第  $k$  個資料點， $v_i^{(1)}$  是第  $i$  個群落  $F$  中心。上式中的距離度量  $d_{ik}^{(1)}$ ，是第  $i$  個群落中心到第  $k$  個資料點的歐基里德距離。 $FRW_j$  為第  $j$  個評價因素的模糊相對權重值。式中的  $m'$  之加權參數控制著分類過程的模糊性。當  $m'$  愈接近 1，則分類結果愈趨近於傳統分類法；反之，當  $m'$  趨近無限大時，則  $J_{wfc}^{(1)}$  函數值將趨近於零，表示分類結果愈模糊 (Klir and Yuan, 1995)。根據經驗， $m'$  在介於範圍 1.25 到 5 之間最為適當 (Wang, 1996)。

如果考慮個別時期的分類，則只要對第  $t$  期聚類準則在下列條件下求  $\mu_{ik}$  及  $v_{ij}^{(1)}$

$$\text{使其最小化 } J_{wfc}^{(1)}(U, V^{(1)}) = \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^c (u_{ik})^{m'} (d_{ik}^{(1)})^2 \quad (8)$$

$$\begin{aligned}
\sum_{i=1}^c \mu_{ik} &= 1, \\
0 &< \sum_{k=1}^n \mu_{ik} < n, \\
\mu_{ik} &\geq 0,
\end{aligned} \tag{9}$$

即利用拉格朗氏乘數法 (Lagrange multiplier method)，將 (8) 式分別對  $\mu_{ik}$  及  $v_{ij}^{(1)}$  偏微分後，可得第  $k$  個樣本對第  $i$  組群落中心的隸屬度

$$\mu_{ik} = \left[ \sum_{l=1}^c \left\{ \frac{\sum_{j=1}^m (x_{kj}^{(l)} FRW_j - v_{ij}^{(l)})^2}{\sum_{j=1}^m (x_{lj}^{(l)} FRW_j - v_{ij}^{(l)})^2} \right\}^{\frac{1}{m'-1}} \right]^{-1} \tag{10}$$

及第  $i$  群組的群落中心

$$v_{ij}^{(1)} = \frac{FRW_j \sum_{k=1}^n (u_{ik})^{m'} x_{kj}^{(1)}}{\sum_{k=1}^n (u_{ik})^{m'}} \tag{11}$$

所以，總合  $t$  期準則函數的單一聚類準則為

$$J_{wfc}(U, V) = \sum_{i=1}^t \alpha^{(i)} J_{wfc}^{(i)}(U, V^{(i)}), \tag{12}$$

其中  $\alpha^{(i)}$  為第  $t$  期時間的模糊相對權重值，而  $J_{wfc}^{(i)}(U, V^{(i)})$  為第  $t$  期的模糊聚類準則。

同理，對總合後的單一聚類準則函數，可在下列條件下求得  $u_{ik}^*$  及  $v_{ij}^*$  使滿足

$$\text{使其最小化: } J_{wfc}(U, v) = \sum_{i=1}^t \alpha^{(i)} \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^c (U_{ik})^{m'} (d_{ik}^{(i)})^2 \tag{13}$$

$$\begin{aligned}
\sum_{i=1}^c \mu_{ik} &= 1, \\
0 &< \sum_{k=1}^n \mu_{ik} < n \\
\mu_{ik} &\geq 0, \\
\alpha^{(i)} &\geq 0, \\
\sum_{i=1}^t \alpha^{(i)} &= 1
\end{aligned} \tag{14}$$

換句話說，

$$J_{wfc}^*(U^*, v^*) = \min_{mfc \ wfc} J(U, v).$$

經過偏微分後，得到  $v_{ij}^* = v_{ij}^{(1)}$  及  $u_{ik}^*$  為

$$\mu_{ik}^* = \left[ \sum_{l=1}^c \left\{ \frac{\sum_{i=1}^T \alpha^{(l)} \sum_{j=1}^m (x_{kj}^{(l)} FRW_j - v_{ij}^{(l)})^2}{\sum_{i=1}^T \alpha^{(l)} \sum_{j=1}^m (x_{kj}^{(l)} FRW_j - v_{ij}^{(l)})^2} \right\}^{\frac{1}{m'-1}} \right]^{-1} \tag{15}$$

(三)演算法

Bezdek (1981) 所提出的模糊分類法仍有其缺點，例如未考慮權重且以靜態資料為主。因此必須對 Bezdek 之方法加以改進，以結合動態資料使達到最佳化分類,以 SAS/OR 及 SAS/STAT 運算下列過程。

模糊統計分類評定的步驟如下：

Step1. 定義FRW。

Step2. 決定 c (群落個數)、m' (模糊指數)、U<sup>(0)</sup> (隸屬度矩陣)。

Step3. 求群落中心 { V<sub>i</sub><sup>(r)</sup> }。

Step4. 更新隸屬度矩陣U<sup>(r)</sup> = ( μ<sub>ik</sub> )：

當對第 t 期作分群時，利用 (10) 式計算 μ<sub>ik</sub> ；

當對整體作群落分析時，則以 (15) 式計算之。

Step5. 令r=r+1,執行Step3直到 ||U<sup>(r+1)</sup> - U<sup>(r)</sup>|| ≤ ε<sub>1</sub> 後執行Step6;其中r為遞迴次數 (iterative), ε<sub>1</sub> 為一很小的數，在此定義為10<sup>-6</sup>。

Step6. 分類。

五不同分類法正確率之比較

由二因子母體中，利用統計軟體 Minitab 模擬 2 組資料：一為連續體 (N,U)，另一為間斷母體 (I,P)，皆各模擬 200 筆，其中 N 為常態分配 (normal distribution)、U 為均勻分配 (uniform distribution)、I 為整數分配 (integer distribution) 及 P 為波氏分配 (poisson distribution)。

其模式如下：

【模組一】

$$(N (0,1), U (-2,0)) \tag{16}$$

$$(N (1,1), U ( 0,2)) \tag{17}$$

$$(N (2,1), U ( 2,4)) \tag{18}$$

$$(N (3,1), U ( 4,6)) \tag{19}$$

$$(N (4,1), U ( 6,8)) \tag{20}$$

【模組二】

$$(I (0,2), P (1)) \tag{21}$$

$$(I (2,4), P (2)) \tag{22}$$

$$(I (4,6), P (3)) \tag{23}$$

$$(I (6,8), P (4)) \tag{24}$$

$$(I (8,10), P (5)) \tag{25}$$

現分別以傳統分類法、類神經網路分類法、無加權模糊分類法及加權模糊分類法對 200 筆資料作分類成五個群落分別模擬 12 次，判斷不同分類法之正確率。

六利用加權模糊分類法將 69 個品種之製茶品質予以分類，形狀、色澤、水色及香味均以相同分數作為滿分，依春、夏、秋時期將 69 種茶樹品種之製茶品質分為 5 群。

## 結 果

### 一品種間製茶品質之比較

#### (一)外觀形狀評定

條型包種外觀形狀以條索緊結、葉尖自然捲曲、幼枝嫩葉連理、碎葉粉末少為上品（阮，1995）；在春茶外觀形狀評定方面，依表二資料顯示，葉型小、節間短之黑毛猴所製包種茶之外觀緊結、勻稱而評定 22.3 分，屬春茶中最高者。台灣四大品種以青心大有評分較佳、青心烏龍次之，以硬枝紅心形狀粗鬆而評分較低。春茶香味評分最高之桂花種，其形狀粗大而不勻，形狀評定為 19.3 分而低於上述適製包種茶品種；柑仔種或黃心柑仔種條索自然捲曲而評分比青心烏龍種較高；大葉烏系之林口大葉烏及文山大葉烏評分相同而竹葉系之大葉竹葉及小葉竹葉評分上略有差異。夏茶外觀形狀評定方面，依表三資料顯示，白毛猴 24.3 分、貴仔坑白毛猴及大南灣白毛猴 23.5 分而評分較高；台灣四大品種青心大有 22.2 分評分較高，青心烏龍 21.1 分次之，而硬枝紅心 20.4 分較低，評定結果與春茶相同；鐵觀音形狀較佳而評分比春茶高；大葉烏系之文山大葉烏及林口大葉烏其形狀相似而評分相近。適製紅茶全發酵茶之阿薩姆、Japuri、山茶及 Kyang 等品種，由於葉形大、節間長、不易卷緊，所製包種茶成品形鬆而粗大，且梗部脫皮而評分低。秋茶外觀形狀評定方面，依表四資料顯示，仍以白毛猴系之白毛猴及大南灣白毛猴形狀美觀而評分較高。台灣四大品種中以大葉烏龍及硬枝紅心形狀較佳，而以青心大有形狀較差；適製部分發酵茶之鐵觀音及桂花品種，形狀較差而評定 19 分；烏龍系中以紅心烏龍形狀較佳而評定 21.5 分，竹葉系中大葉竹葉形狀比小葉竹葉較佳，結果與春夏茶相似。林口大葉烏外觀緊結而形狀比文山大葉烏較佳。Manipuri 等適製全發酵茶品種其形狀差而評分低。

#### (二)外觀色澤評定

條型包種茶外觀色澤以深綠泛黑而勻稱為上品（阮，1995），春茶色澤評定成績，依表二資料指出，屬白毛猴系之白毛猴及貴仔坑白毛猴同為 15.5 分而評分較高，大南灣白毛猴 12.0 分而評分較低；台灣四大品種青心烏龍、青心大有、大葉烏龍及硬枝紅心分別為 14.8、15.3、14.8 及 14.0 分，在色澤上明顯差異，其中硬枝紅心色澤呈黃綠而評分較低。同屬烏龍系之白心烏龍色及紅心烏龍色澤呈淡綠及褐綠而評分較低。屬大葉烏系文山大葉烏色澤評分比林口大葉烏高，而同屬竹葉系之大葉竹葉及小葉竹葉評分相同；黃心柑仔種色呈黃綠而評分比柑仔種低。黃茶種色呈黃綠而在春茶評鑑中分數最低。適製全發酵茶之阿薩姆等品種，由於色呈褐綠，帶黃片而梗紅，評分上普遍趨低。夏茶色澤評定方面，依表三資料指出，白毛猴系之白毛猴、貴仔坑白毛猴及大南灣白毛猴色呈墨綠而評分在 15.5 分以上；屬烏龍系品種中以紅心烏龍色澤較佳而大葉烏龍較差；屬竹葉系之大葉竹葉及小葉竹葉色澤差異不顯著。適製全發酵茶品種中以山茶色澤褐綠而評分最低。秋茶色澤評定方面，依表四資料指出，白毛猴系品種以大南灣白毛猴色呈深綠而評分較高，白毛猴次之而貴仔坑

白毛猴較差；烏龍系品種中以紅心烏龍種評分較高，結果與夏茶相同；適製部分發酵茶之鐵觀音及水仙種色呈暗綠而評分趨低；文山大葉烏及林口大葉烏色澤差異不顯著；大葉竹葉及小葉竹葉品種色澤差異不顯著，結果與春夏茶相同；三倍體皋盧種色呈黃綠而評分趨低。適製全發酵茶品種中 Shan 色呈紅綠而評分最低。

#### (三)水色評定

水色黃且翠綠，清澈鮮艷，亮麗顯油光，為質優包種茶的水色；春茶水色評定方面，依表二資料指出，白毛猴系之白毛猴及貴仔坑白毛猴其水色蜜黃、明而且鮮活而評分分高，但是大南灣白毛猴水色黃且暗，評分趨低。台灣四大品種水色以青心烏龍及青心大有評定 16.0 分最高，而硬枝紅心 13.7 分評分最低，烏龍系中青心烏龍水色綠黃鮮活而評定 16.0 分，紅心烏龍、大葉烏龍及白心烏龍評定同為 14.3 分而較低。文山大葉烏及林口大葉烏、大葉竹葉及小葉竹葉水色相近而評分差異不顯著；適製全發酵茶之阿薩姆茶品種其水色暗紅，平均評分在 12 分以下，其中以 Japuri 品種水色評分最低。夏茶水色評定方面，以青心早種水色蜜黃而評分最高、烏龍系中大葉烏龍水色清澈而評分較高，青心烏龍次之，紅心烏龍水色淡黃而評分較低。綜合表三資料指出，參試品種水色評定介於 13.5~15.4 分之間，其差距不若春秋茶大。秋茶水色評定方面，依表四資料指出，以青心烏龍及紅心大有評分最高；適製部分發酵茶之鐵觀音種水色暗黃而評分趨低，台灣四大品種以硬枝紅心評分較低；白心烏龍評分較春茶高，大葉烏龍水色與春茶差異不明顯；竹葉系品種以竹葉種評分較低，結果與春茶相同；適製全發酵茶之品種水分評分普遍趨低，其中以 Shan 品種評分最低。

#### (四)香味評定

香氣清純幽雅、滋味鮮活而甘醇、不具苦澀去菁者為質優包種茶之特色；春茶香味評定方面，依表二資料指出，桂花種所製包種茶香氣優雅、不苦澀，香味品質為參試品種中最高者；台灣四大品種青心烏龍其滋味細膩而鮮活，評分僅次於桂花種。白毛猴品種所製包種茶滋味甘醇而不澀，與同屬白毛猴系之大南灣白毛猴由於滋味具濃稠而評分上有所差距。鐵觀音品種雖然春茶形狀、色澤及水色評分較低，但滋味具有強勁及濃稠之特色，其香味評分與白毛猴相同。硬枝紅心滋味強，但粗而不滑，香氣稍嫌不足，在台灣四大品種中評分最低；白心武夷澀味重而評分趨低；Manipuri 等大葉種品種，所製包種茶澀味重且欠活性，評分在 16 分以下，其中以南投山茶評分最低。夏茶香味評定方面，依表三資料指出，以滋味濃稠而甘醇之鐵觀音種評分最高，滋味甘滑而具活性之福州種評分次之；台灣四大品種以青心大有評分最高，青心烏龍次之，以大葉烏龍滋味苦澀而評分最低。烏龍系品種紅心烏龍苦澀味低而評分最高，青心烏龍次之，而以大葉烏龍評分最低。竹葉系品種大葉竹葉滋味濃稠而優於小葉竹葉，林口大葉烏評分優於文山大葉烏。Manipuri 等適製全發酵茶品種其苦澀味重，評分在 12 分以下，其中以緬甸種評分最低。秋茶香味評定方面，以青心大有香氣濃郁、滋味甘醇而評分最高，鐵觀音及水仙種次之；白毛猴系品種仍以白毛猴滋味細膩而評分較高，貴仔坑白毛猴評分較低。柑仔種與黃心柑仔種滋味評分相近，其結果與春夏茶相同；福州種、晚種、桃仁種、埔心種其香味評分在 21.5 分，比春茶香味評分高；大葉烏龍秋茶香味品質有較佳表現，評定 22.5 分而比春夏茶高。大湖尾及黃枝種秋茶香味濃郁而評定 22 分，比春茶平均 19.5 分高。桃竹苗茶區早期種植面積廣之黃柑種、不論任何季節，其包種茶澀味強而評分趨低；Manipuri 等適製全發酵茶之品種其香味品質似春夏茶般地評分趨低，其中以南投山茶評分最低。

## 二不同分類法正確率之比較

分別以傳統分類法、類神經網路分類法、無加權模糊分類法及加權模糊分類法對 200 筆資料作分類成五個群落分別模擬 12 次，判斷不同分類法之正確率。依表五不同分類法正確率資料指出，使用模糊分類法比傳統分類法及神經網路分類法有較好的分類結果，若再考慮模糊權重，則有更高的正確率。另外，利用神經網路法作分類，雖然部分結構有不錯的效果，但某些結構卻呈現極低的正確率；故整體來說，加權模糊分類法有較令人滿意的分類效果。

表六中列出模組一以模糊加權及不加權的分類結果。隨機取樣以無加權法自群落一的資料分類至群落一的正確率為 92.3%，而錯分至群落二的比率為 7.7%；若以加權分類法者自群落一分類至群落一的正確率為 94.6%，而錯分至群落二的比率為 5.4%；無加權分類者自群落二的資料分類至群落二的正確率為 87.25%，而錯分至群落一及群落三的比率分別為 4.55% 和 8.2%；若以加權分類者其正確率為 92.2%，而錯分至群落一及群落三的比率分別為 0.15% 和 7.65%。故整體來說，加權模糊分類法有較令人滿意的分類效果。

## 三製茶品質之模糊統計分類

以模糊及加權模糊分類法將 69 個品種之製茶品質予以分類，依春、夏、秋時期將 69 種茶樹品種之製茶品質分為五群，結果如下：

### (一)春茶品質之模糊分類（表七）：

不論模糊分類加權與否，製茶品質評分前七名之白毛猴、黑毛猴、貴仔坑白毛猴、青心烏龍、桃仁種、淡水青心及不知春，總評分在 71 分以上而分類在第一群；經加權分類後，香味評分在 21 分以上鐵觀音、橫這大葉、桂花種、黑面早種及青心早種、紅心烏龍及福州種，則分類於第一群。模糊分類加權與否，形狀評分 19.7 分~20.5 分及香味評分 20 分~20.5 分之水仙種、牛埔種、大葉竹葉、漢口種及大吉嶺種，分類於第二群；經加權分類後，屬烏龍系之大葉烏龍及白心烏龍、色澤及香味品質平均表現之晚種、紅心大有、天公種、黃心柑仔種、林口橫這、楓仔林、早種及埔心種則分類第二群。未經加權分類屬第二群之桂花種，其春茶香味評分屬最高者，經加權評分後則提高分類至第一群。屬大葉烏系之文山大葉烏及林口大葉烏品種，形狀及香味評分極為接近，不論加權分類與否，均屬第三群。台灣四大品種之一硬枝紅心、及香味評分在 19 分以下之牛屎烏種、桃仁烏種、湖南種、鹽川種、黃柑種及白種、不論加權分類與否，亦同屬第三群。不經加權分類屬第四群之大南灣白毛猴、三叉枝蘭、竹葉種、白葉種及宇治種經加權分類後，則屬第三群；而香味評分在 18 以下之烏金種、金龜種、蒔茶、白心武夷、基隆白種、黃茶、皋盧種、及緬甸種，不論加權分類與否均屬第四群。適製紅茶之 Manipuri、南投山茶、Jaipuri、阿薩姆、山茶、Kyang 及 Shan 種、香味評分低於 14 分，不論加權分類與否，同屬第五群。

### (二)夏茶品質之模糊分類（表八）：

製茶品質總評分前五名之白毛猴、黑毛猴、青心大有、貴仔坑白毛猴及大南灣白毛猴，不論加權分類與否，均屬於第一群。香味評分高居夏茶首位之鐵觀音（23.2 分）及總評分第六名之紅心烏龍，經加權分類後屬第一群，以上品種不論形狀或香味均有平均表現。春茶隸屬第一群之青心烏龍種，不論形狀香味評分皆比夏茶第一群品種表現遜色，因此不論加權分類與否，皆屬第二群。不經加權分類，春茶隸屬第二群之橫這大葉、福州種、牛埔種、及柑仔種、其夏茶形狀及香味評分均有相似的表現，因此不論加權分類與否，仍屬第二群。香味評分 21.3~21.5 分之淡水青心、不知春、三叉枝蘭、硬枝紅心及金龜種，其夏

茶品質不論加權分類與否，均屬第二群。春茶品質隸屬同群之林口大葉烏及文山大葉烏，林口大葉烏夏茶香味品質較佳而分屬不同群。黑面早種、早種及青心早種品種其香味品質接近而同屬第三群；烏龍系之紅心烏龍、青心烏龍、白心烏龍及大葉烏龍分屬第一、二、三及四群，經加權模糊分類後，結果相同；其中青心烏龍春季屬第一群，加權與否夏茶群別不同，因此該品種屬春季適製品種。模糊分類屬第三群之桂花種經加權分類後屬第二群。大葉烏龍、牛屎烏及基隆金龜種等 17 個品種，不論加權與否皆屬第四群（表八），其香味評分平均 19.4 分；屬第四群之白葉種，其香味評分 20.1 分，經加權分類後屬第三群。適製紅茶之阿薩姆等 10 個品種，不論加權與否皆屬第五群，其滋味苦澀，水色暗黃、形狀粗鬆，其香味評分平均 10 分左右，同時評分名次在 60 名之後。

### (三)秋茶品質之模糊分類（表九）：

白毛猴系之白毛猴及大南灣白毛猴品種，其中香味評分在 21.5 以上；總分及名次相同之青心烏龍及紅心烏龍，與同系之白心烏龍及大葉烏龍、大葉烏系之文山大葉烏及林口大葉烏品種，不論加權分類與否，皆屬第一群。春茶屬第三群之早種及鹽川種及第四群之烏金種，秋茶香味評分在 21 分以上，經分類後皆屬第一群。適製性廣之青心大有品種，不論任何季節，其形狀、色澤、水色及香味品質均有平均表現（香氣優雅，水色蜜綠），香味評分爲所有有參試品種之冠，因此，不論加權分類與否皆屬第一群。春茶夏茶皆屬第一群之貴仔坑白毛猴，其秋茶滋味略爲淡薄，經分類後屬第二群；春茶屬第三群的台灣四大品種之一硬枝紅心品種，秋茶苦澀味低，經分類後提昇至第二群。春茶苦澀味重、色澤淡黃屬第四群之蔴茶，秋茶滋味略帶甘醇，經分類後屬第二群；春茶屬第三群之枝蘭種及黃柑種，秋茶香味評分同爲 19.5 分，不論加權分類與否皆屬第二群。春夏茶屬第四群之白心武夷，秋茶苦澀味降低而略帶甘醇，經分類後提昇至第二群。春夏茶屬第二群之鐵觀音品種，秋茶滋味略帶苦澀，水色偏黃，秋茶分類屬第三群；竹葉系之大葉竹葉品種，不論任何季節，其形狀、色澤水色及香味評分比小葉竹葉較優，群別分類略高一群。適製重發酵茶之鐵觀音品種，秋茶滋味苦澀低而帶喉韻，評分僅次於青心大有，經加權分類後屬第二群。湖南種、金龜種及基隆白種，香味評定同爲 19 分，原屬第四群，經加權分類後屬第三群。Indigenous、Japuri 及阿薩姆品種香味評定 16.5、15.5 及 14.3 分，在適製紅茶品種評分較高者，經加權分類後屬第四群，其餘 Kyang 及 Shan 等七個品種皆屬第五群。

## 參考文獻

1. 阮逸明，1995，茶葉品質鑑定法，茶業技術推廣手冊9：45-64。
2. 吳振鐸，1964，茶葉品質鑑定與茶湯中總多元酚類及花青素含量之相關研究，平鎮茶葉試驗所報告第19號。
3. 陳國任、謝邦昌，1996，集群分析在製茶品質分類之應用，台灣茶業研究彙報15:57-70。
4. Bezdek, J. C. 1981. Pattern Recognition with Fuzzy Objective Function Algorithms. New York:Plenum.
5. Dunn, J. C. 1974. A fuzzy relative of the ISODATA process and its use in detecting compact, well-separated clusters. J. Cybern, Vol. 3, p. 32-57.
6. Klir, G. J. and Yuan, B. 1995. Fuzzy Sets and Fuzzy Logic-Theory and Applications. Perntice-Hall,

Upper Saddle River, NJ.

7. Park, K. S. and Kim, S. H. 1996. A note on the fuzzy weighted additive rule. Fuzzy Sets and Systems, Vol. 77 p. 315-320.

8. Sato, M. and Sato, Y. 1994. On a multicriteria fuzzy clustering method for 3-way data. International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems, Vol. 2, p. 127-142.

9. Wang, H. and Bell, P. M. 1996, Fuzzy clustering analysis and multifactorial evaluation for students imaginative power in physics problem solving. Fuzzy Sets and Systems, Vol. 78, p. 95-105.

表 1 評鑑項目A在偏好序列U的一般隸屬度  $\mu_A$

Table 1. Evaluation item A at the preference sequence U for the membership function  $\mu_A$

| A        | U             |               |                        |               |
|----------|---------------|---------------|------------------------|---------------|
|          | $U_1$         | $U_2$         | ...                    | $U_n$         |
| $A_1$    | $\mu_{A_1 1}$ | $\mu_{A_1 2}$ | ...                    | $\mu_{A_1 n}$ |
| $A_2$    | $\mu_{A_2 1}$ | $\mu_{A_2 2}$ | ...                    | $\mu_{A_2 n}$ |
| $\vdots$ | $\vdots$      | $\vdots$      | $\vdots \vdots \vdots$ | $\vdots$      |
| $A_k$    | $\mu_{A_k 1}$ | $\mu_{A_k 2}$ | .                      | $\mu_{A_k n}$ |

表二 69 個茶樹品種春季製茶品質之評分比較  
Table 2. The quality rank for the 69 tea varieties in the Spring

| 茶葉品種    | 形狀   | 色澤   | 水色   | 香味   | 合計   | 名次 | 茶葉品種       | 形狀   | 色澤   | 水色   | 香味   | 合計   | 名次 |
|---------|------|------|------|------|------|----|------------|------|------|------|------|------|----|
| 白毛猴     | 22.3 | 15.5 | 15.7 | 21.0 | 74.5 | 1  | 牛屎烏        | 20.3 | 13.3 | 15.2 | 18.3 | 67.1 | 39 |
| 黑毛猴     | 22.0 | 15.4 | 16.5 | 21.4 | 75.3 | 2  | 桃仁烏        | 20.3 | 12.8 | 14.8 | 18.3 | 66.2 | 45 |
| 青心大冇    | 21.5 | 15.3 | 16.0 | 20.0 | 72.8 | 5  | 湖南種        | 20.2 | 13.5 | 14.5 | 19.0 | 67.2 | 38 |
| 貴仔坑白毛猴  | 22.0 | 15.5 | 16.3 | 20.5 | 74.3 | 3  | 黃枝種        | 19.0 | 12.3 | 14.5 | 19.5 | 65.3 | 51 |
| 大南灣白毛猴  | 21.0 | 12.0 | 13.0 | 19.0 | 65.0 | 52 | 大湖尾        | 20.3 | 13.6 | 14.3 | 19.4 | 67.6 | 34 |
| 青心烏龍    | 21.0 | 14.8 | 16.0 | 21.5 | 73.3 | 4  | 基隆金龜       | 20.0 | 13.8 | 14.8 | 19.2 | 67.8 | 33 |
| 紅心烏龍    | 20.0 | 13.5 | 14.3 | 21.0 | 68.8 | 28 | 平水種        | 20.1 | 13.5 | 16.1 | 20.5 | 70.2 | 15 |
| 福州種     | 20.8 | 14.2 | 14.8 | 21.2 | 71.0 | 9  | 鹽川種        | 20.4 | 13.1 | 14.6 | 18.2 | 66.3 | 44 |
| 淡水青心    | 20.9 | 14.0 | 16.4 | 20.6 | 71.9 | 7  | 烏金種        | 19.0 | 13.0 | 12.5 | 18.0 | 62.5 | 59 |
| 鐵觀音     | 19.0 | 14.0 | 15.0 | 21.0 | 69.0 | 26 | 金龜種        | 19.5 | 13.0 | 13.3 | 17.5 | 63.3 | 58 |
| 不知春     | 21.0 | 14.3 | 15.5 | 20.5 | 71.3 | 8  | 大吉嶺種       | 19.8 | 13.1 | 16.1 | 20.5 | 69.5 | 18 |
| 桃仁種     | 21.3 | 14.4 | 16.1 | 21.0 | 72.8 | 5  | 黃柑         | 19.8 | 13.6 | 14.4 | 18.9 | 66.7 | 42 |
| 晚種      | 20.7 | 14.3 | 15.2 | 19.3 | 69.5 | 18 | 枝蘭種        | 19.3 | 12.6 | 15.0 | 19.3 | 66.2 | 45 |
| 紅心大冇    | 20.6 | 14.3 | 15.4 | 19.2 | 69.5 | 18 | 蒔茶         | 20.6 | 13.7 | 15.0 | 17.2 | 66.5 | 43 |
| 橫遭大葉    | 20.0 | 13.9 | 15.4 | 21.3 | 70.6 | 12 | 白心武夷       | 20.0 | 13.5 | 13.5 | 18.0 | 65.0 | 52 |
| 白心烏龍    | 20.7 | 13.6 | 14.3 | 20.1 | 68.7 | 29 | 貓耳種        | 20.0 | 13.0 | 14.0 | 19.0 | 66.0 | 48 |
| 柑仔種     | 21.3 | 13.8 | 14.8 | 20.2 | 70.1 | 16 | 基隆白種       | 20.7 | 12.2 | 13.7 | 17.0 | 63.3 | 57 |
| 三叉枝蘭    | 20.5 | 13.4 | 13.4 | 18.8 | 66.1 | 47 | 小葉竹葉       | 20.0 | 13.3 | 15.0 | 19.3 | 67.6 | 34 |
| 硬枝紅心    | 20.3 | 14.0 | 13.7 | 18.8 | 66.8 | 41 | 伸蔓種        | 19.5 | 13.0 | 15.0 | 19.5 | 67.0 | 40 |
| 水仙      | 20.5 | 14.0 | 14.8 | 20.0 | 69.3 | 22 | 竹葉種        | 20.5 | 13.0 | 13.0 | 18.5 | 65.0 | 52 |
| 桂花種     | 19.3 | 13.7 | 15.5 | 22.0 | 70.5 | 13 | 白種         | 18.5 | 13.0 | 16.0 | 18.0 | 65.5 | 50 |
| 大葉烏龍    | 20.5 | 14.8 | 14.3 | 19.5 | 69.1 | 25 | 白葉種        | 19.8 | 12.1 | 14.4 | 18.3 | 64.6 | 55 |
| 牛埔種     | 20.3 | 13.9 | 16.3 | 20.0 | 70.5 | 13 | 宇治種        | 21.0 | 12.6 | 13.4 | 18.7 | 65.7 | 49 |
| 天公種     | 21.5 | 13.8 | 14.4 | 19.9 | 69.6 | 17 | 黃茶         | 19.0 | 10.0 | 14.0 | 18.0 | 61.0 | 60 |
| 柑仔種(黃心) | 21.3 | 12.5 | 13.8 | 20.0 | 67.6 | 34 | 皋廬種        | 19.1 | 12.1 | 12.6 | 16.8 | 60.6 | 61 |
| 文山大葉烏   | 20.5 | 14.5 | 15.2 | 18.7 | 68.9 | 27 | Manipuri   | 21.0 | 11.8 | 11.8 | 11.0 | 55.6 | 66 |
| 林口橫這    | 20.6 | 13.7 | 14.6 | 19.5 | 68.4 | 30 | Indigenous | 20.3 | 11.5 | 12.5 | 14.5 | 58.8 | 62 |
| 黑面早種    | 20.6 | 13.6 | 15.2 | 21.5 | 70.9 | 10 | 南投山茶       | 20.0 | 11.8 | 12.3 | 8.7  | 52.8 | 69 |
| 青心早種    | 19.8 | 13.7 | 15.6 | 21.8 | 70.9 | 10 | Japuri     | 21.0 | 11.0 | 11.5 | 11.5 | 55.0 | 67 |
| 楓仔林     | 21.6 | 13.2 | 14.0 | 19.5 | 68.3 | 31 | 阿薩姆        | 19.5 | 11.0 | 13.0 | 11.5 | 55.0 | 67 |
| 林口大葉烏   | 20.5 | 13.4 | 15.0 | 18.6 | 67.5 | 37 | 緬甸種        | 21.0 | 14.0 | 13.5 | 16.0 | 64.5 | 56 |
| 早種      | 20.4 | 14.0 | 15.3 | 19.6 | 69.3 | 22 | 山茶         | 20.3 | 11.0 | 12.5 | 12.7 | 56.5 | 65 |
| 大葉竹葉    | 20.4 | 13.3 | 15.1 | 20.4 | 69.2 | 24 | Kyang      | 20.3 | 12.3 | 12.0 | 12.7 | 57.3 | 64 |
| 埔心種     | 20.5 | 13.6 | 14.6 | 19.5 | 68.2 | 32 | Shan       | 21.0 | 10.6 | 12.2 | 14.3 | 58.1 | 63 |
| 漢口種     | 19.7 | 13.5 | 16.0 | 20.3 | 69.5 | 18 |            |      |      |      |      |      |    |

表三 69 個茶樹品種夏季製茶品質之評分比較  
Table 3. The quality rank for the 69 tea varieties in the Summer

| 茶葉品種    | 形狀   | 色澤   | 水色   | 香味   | 合計   | 名次 | 茶葉品種       | 形狀   | 色澤   | 水色   | 香味   | 合計   | 名次 |
|---------|------|------|------|------|------|----|------------|------|------|------|------|------|----|
| 白毛猴     | 24.3 | 15.9 | 14.4 | 22.5 | 77.1 | 1  | 牛屎烏        | 21.8 | 14.8 | 14.3 | 19.0 | 69.9 | 22 |
| 黑毛猴     | 23.0 | 15.5 | 14.7 | 22.5 | 75.7 | 2  | 桃仁烏        | 20.9 | 13.9 | 14.5 | 20.4 | 69.7 | 28 |
| 青心大冇    | 22.2 | 15.2 | 13.8 | 22.7 | 73.9 | 5  | 湖南種        | 20.4 | 14.0 | 14.3 | 20.8 | 69.5 | 30 |
| 貴仔坑白毛猴  | 23.5 | 15.8 | 13.8 | 21.8 | 74.9 | 4  | 黃枝種        | 20.0 | 13.4 | 13.9 | 21.0 | 68.3 | 42 |
| 大南灣白毛猴  | 23.5 | 15.5 | 14.0 | 22.0 | 75.0 | 3  | 大湖尾        | 20.5 | 13.5 | 14.3 | 20.3 | 68.6 | 39 |
| 青心烏龍    | 21.1 | 14.7 | 14.6 | 21.7 | 72.1 | 10 | 基隆金龜       | 20.7 | 14.5 | 14.3 | 18.7 | 68.2 | 43 |
| 紅心烏龍    | 21.6 | 15.0 | 14.3 | 22.6 | 73.5 | 6  | 平水種        | 19.8 | 13.2 | 13.8 | 19.1 | 65.9 | 56 |
| 福州種     | 21.0 | 14.1 | 14.9 | 22.9 | 72.9 | 7  | 鹽川種        | 20.0 | 13.3 | 14.1 | 19.7 | 67.1 | 50 |
| 淡水青心    | 20.7 | 14.1 | 14.1 | 21.5 | 70.4 | 20 | 烏金種        | 19.9 | 13.5 | 14.1 | 18.9 | 66.4 | 51 |
| 鐵觀音     | 21.2 | 14.5 | 13.7 | 23.2 | 72.6 | 8  | 金龜種        | 20.1 | 13.8 | 14.1 | 21.3 | 69.3 | 32 |
| 不知春     | 21.0 | 14.1 | 14.1 | 21.4 | 70.6 | 18 | 大吉嶺種       | 19.9 | 13.5 | 14.1 | 18.9 | 66.4 | 53 |
| 桃仁種     | 19.8 | 13.8 | 14.8 | 20.8 | 69.2 | 34 | 黃柑         | 20.2 | 13.8 | 14.3 | 19.4 | 67.7 | 49 |
| 晚種      | 20.5 | 14.4 | 14.4 | 20.4 | 69.7 | 28 | 枝蘭種        | 20.8 | 13.8 | 14.1 | 19.5 | 68.2 | 43 |
| 紅心大冇    | 20.5 | 14.3 | 14.6 | 21.8 | 71.2 | 13 | 蒔茶         | 20.4 | 14.0 | 14.5 | 19.2 | 68.1 | 46 |
| 橫這大葉    | 20.4 | 14.2 | 14.8 | 21.8 | 71.2 | 13 | 白心武夷       | 20.4 | 14.0 | 14.5 | 19.2 | 68.1 | 46 |
| 白心烏龍    | 21.8 | 14.8 | 14.8 | 20.1 | 71.5 | 12 | 貓耳種        | 19.7 | 13.8 | 14.2 | 20.5 | 68.2 | 43 |
| 柑仔種     | 21.9 | 15.0 | 14.2 | 20.9 | 70.1 | 15 | 基隆白種       | 20.4 | 13.8 | 14.8 | 19.4 | 68.4 | 41 |
| 三叉枝蘭    | 21.4 | 15.0 | 14.9 | 21.3 | 72.6 | 8  | 小葉竹葉       | 19.3 | 13.3 | 14.8 | 18.3 | 65.7 | 57 |
| 硬枝紅心    | 20.4 | 14.6 | 15.3 | 21.4 | 71.7 | 11 | 伸蔓種        | 19.5 | 13.0 | 15.0 | 19.5 | 67.0 | 40 |
| 水仙      | 20.4 | 14.5 | 15.0 | 20.6 | 70.5 | 19 | 竹葉種        | 21.0 | 13.5 | 15.0 | 19.0 | 68.5 | 40 |
| 桂花種     | 20.3 | 13.9 | 14.6 | 21.1 | 69.9 | 22 | 白種         | 19.7 | 13.3 | 14.3 | 19.0 | 66.3 | 54 |
| 大葉烏龍    | 20.9 | 14.5 | 15.0 | 19.4 | 69.8 | 25 | 白葉種        | 19.2 | 12.1 | 14.3 | 20.1 | 65.7 | 58 |
| 牛埔種     | 20.8 | 14.0 | 13.7 | 21.0 | 69.5 | 30 | 宇治種        | 19.9 | 13.0 | 14.4 | 18.6 | 65.9 | 56 |
| 天公種     | 21.2 | 14.3 | 14.3 | 20.0 | 69.8 | 25 | 黃茶         | 19.7 | 13.7 | 14.2 | 18.7 | 66.3 | 54 |
| 柑仔種(黃心) | 21.0 | 14.0 | 15.1 | 20.8 | 70.9 | 16 | 皋盧種        | 18.7 | 12.3 | 14.7 | 10.7 | 56.4 | 64 |
| 文山大葉烏   | 20.7 | 14.6 | 14.1 | 20.5 | 69.9 | 22 | Manipuri   | 20.6 | 13.3 | 14.2 | 12.2 | 60.3 | 60 |
| 林口橫這    | 20.8 | 14.0 | 14.8 | 21.2 | 70.8 | 17 | Indigenous | 19.2 | 12.6 | 14.4 | 10.6 | 56.8 | 62 |
| 黑面早種    | 20.8 | 14.1 | 13.9 | 20.3 | 69.1 | 35 | 南投山茶       | 20.2 | 13.2 | 14.6 | 11.6 | 59.6 | 61 |
| 青心早種    | 19.5 | 13.3 | 15.4 | 20.6 | 68.8 | 37 | Japuri     | 19.4 | 12.7 | 14.5 | 10.2 | 56.8 | 62 |
| 楓仔林     | 20.6 | 13.9 | 14.9 | 20.4 | 69.8 | 25 | 阿薩姆        | 19.5 | 12.3 | 14.6 | 9.8  | 56.2 | 66 |
| 林口大葉烏   | 20.8 | 14.2 | 14.0 | 21.4 | 70.4 | 20 | 緬甸種        | 19.5 | 12.3 | 14.3 | 9.0  | 55.1 | 69 |
| 早種      | 19.9 | 13.9 | 13.5 | 20.8 | 68.1 | 46 | 山茶         | 19.5 | 11.7 | 14.4 | 10.5 | 56.1 | 67 |
| 大葉竹葉    | 20.0 | 13.8 | 14.3 | 21.2 | 69.3 | 32 | Kyang      | 19.2 | 12.6 | 14.4 | 9.6  | 55.8 | 68 |
| 埔心種     | 20.2 | 13.9 | 14.6 | 20.4 | 69.1 | 35 | Shan       | 20.3 | 12.6 | 13.7 | 9.8  | 56.4 | 64 |
| 漢口種     | 20.5 | 13.8 | 13.8 | 20.7 | 68.8 | 37 |            |      |      |      |      |      |    |

表四 69個茶樹品種夏季製茶品質之評分比較

Table 4. The quality rank for the 69 tea varieties in the Autumn

| 茶葉品種    | 形狀   | 色澤   | 水色   | 香味       | 合計   | 名次 | 茶葉品種       | 形狀   | 色澤   | 水色   | 香味   | 合計   | 名次  |
|---------|------|------|------|----------|------|----|------------|------|------|------|------|------|-----|
| 白毛猴     | 23.8 | 15.8 | 15.8 | 22.3     | 77.7 | 1  | 牛屎烏        | 20.0 | 14.0 | 16.0 | 19.0 | 69.0 | 36  |
| 黑毛猴     | 21.0 | 14.3 | 16.0 | 21.8     | 73.1 | 6  | 桃仁烏        | 19.5 | 12.8 | 14.8 | 19.8 | 66.9 | 48  |
| 青心大冇    | 20.0 | 14.3 | 16.0 | 23.5     | 73.8 | 5  | 湖南種        | 20.0 | 13.5 | 14.0 | 19.0 | 66.5 | 49  |
| 貴仔坑白毛猴  | 20.8 | 14.0 | 15.0 | 20.5     | 70.3 | 27 | 黃枝種        | 20.5 | 13.8 | 14.0 | 22.0 | 70.3 | 27  |
| 大南灣白毛猴  | 23.0 | 16.0 | 16.0 | 21.5     | 76.5 | 2  | 大湖尾        | 19.0 | 13.0 | 16.0 | 22.0 | 70.0 | 31  |
| 青心烏龍    | 20.5 | 14.8 | 16.5 | 22.8     | 74.6 | 3  | 基隆金龜       | 20.0 | 14.0 | 15.0 | 20.0 | 69.0 | 36  |
| 紅心烏龍    | 21.5 | 15.0 | 15.8 | 22.3     | 74.6 | 3  | 平水種        | 19.3 | 13.3 | 15.5 | 20.0 | 68.1 | 42  |
| 福州種     | 20.3 | 13.8 | 14.8 | 22.5     | 71.4 | 17 | 鹽川種        | 20.5 | 14.3 | 16.3 | 21.3 | 72.4 | 11  |
| 淡水青心    | 21.0 | 14.3 | 15.3 | 21.0     | 71.6 | 16 | 烏金種        | 21.0 | 15.0 | 16.0 | 21.0 | 73.0 | 7   |
| 鐵觀音     | 19.0 | 13.0 | 14.5 | 23.0     | 69.5 | 35 | 金龜種        | 20.5 | 13.8 | 14.4 | 19.0 | 67.7 | 43  |
| 不知春     | 21.0 | 14.0 | 15.8 | 21.2     | 72.0 | 12 | 大吉嶺種       | 19.0 | 13.0 | 15.0 | 20.0 | 67.0 | 45  |
| 桃仁種     | 21.0 | 13.0 | 15.0 | 21.5     | 70.5 | 25 | 黃柑         | 19.8 | 13.8 | 15.8 | 19.5 | 68.9 | 38  |
| 晚種      | 21.5 | 14.4 | 15.5 | 21.3     | 72.7 | 9  | 枝蘭種        | 20.2 | 13.3 | 15.3 | 19.5 | 68.3 | 413 |
| 紅心大冇    | 20.5 | 14.5 | 16.5 | 21.5     | 72.5 | 10 | 蒔茶         | 21.0 | 14.3 | 15.0 | 19.5 | 69.8 | 32  |
| 橫這大葉    | 21.0 | 13.5 | 14.0 | 19.0     | 67.5 | 44 | 白心武夷       | 20.0 | 13.0 | 14.0 | 20.0 | 67.0 | 45  |
| 白心烏龍    | 21.0 | 14.5 | 15.7 | 20.5     | 71.7 | 15 | 貓耳種        | 21.0 | 13.0 | 14.0 | 19.0 | 67.0 | 45  |
| 柑仔種     | 20.5 | 13.8 | 14.5 | 21.5     | 69.8 | 32 | 基隆白種       | 19.7 | 13.0 | 14.8 | 18.7 | 66.2 | 50  |
| 三叉枝蘭    | 20.3 | 14.2 | 14.5 | 21.7     | 70.7 | 23 | 小葉竹葉       | 18.0 | 13.0 | 14.0 | 19.0 | 64.0 | 56  |
| 硬枝紅心    | 21.0 | 14.5 | 14.3 | 21.0     | 70.8 | 21 | 伸蔓種        | 19.0 | 13.0 | 14.0 | 20.0 | 66.0 | 51  |
| 水仙      | 19.0 | 13.0 | 15.5 | 23.0     | 70.5 | 25 | 竹葉種        | 20.0 | 13.3 | 13.0 | 18.0 | 64.3 | 55  |
| 桂花種     | 20.0 | 14.0 | 15.5 | 21.5     | 71.0 | 19 | 白種         | 20.0 | 13.0 | 14.0 | 19.0 | 66.0 | 51  |
| 大葉烏龍    | 21.0 | 14.8 | 14.5 | 22.5     | 72.8 | 8  | 白葉種        | 19.3 | 12.0 | 14.3 | 20.0 | 65.6 | 54  |
| 牛埔種     | 20.3 | 13.8 | 15.8 | 20.8     | 70.7 | 23 | 宇治種        | 19.0 | 13.0 | 12.3 | 16.5 | 61.1 | 59  |
| 天公種     | 21.0 | 14.5 | 15.5 | 21.0     | 72.0 | 12 | 黃茶         | 20.0 | 13.0 | 13.0 | 17.0 | 63.0 | 58  |
| 柑仔種(黃心) | 20.3 | 14.0 | 14.3 | 21.3     | 70.1 | 30 | 皋盧種        | 19.0 | 11.0 | 13.0 | 13.0 | 56.0 | 65  |
| 文山大葉烏   | 20.3 | 14.7 | 15.7 | 20.3     | 71.0 | 19 | Manipuri   | 18.7 | 11.8 | 12.5 | 14.0 | 57.0 | 64  |
| 林口橫這    | 20.0 | 13.5 | 15.2 | 21.0     | 69.7 | 34 | Indigenous | 18.0 | 12.0 | 13.5 | 16.5 | 60.0 | 60  |
| 黑面早種    | 20.0 | 14.0 | 15.3 | 19.5     | 68.8 | 39 | 南投山茶       | 18.7 | 13.0 | 12.8 | 13.0 | 57.7 | 63  |
| 青心早種    | 18.0 | 13.0 | 14.0 | 19.0     | 64.0 | 56 | Japuri     | 19.0 | 11.5 | 12.0 | 15.5 | 58.0 | 62  |
| 楓仔林     | 19.7 | 13.8 | 15.7 | 21.0     | 70.2 | 29 | 阿薩姆        | 19.0 | 12.0 | 13.7 | 14.3 | 59.0 | 61  |
| 林口大葉烏   | 21.5 | 14.8 | 15.0 | 20.0     | 71.3 | 18 | 緬甸種        | 19.0 | 10.0 | 11.0 | 12.0 | 52.0 | 68  |
| 早種      | 20.8 | 14.3 | 15.7 | 21.2     | 72.0 | 12 | 山茶         | 19.0 | 12.0 | 13.5 | 10.7 | 55.2 | 66  |
| 大葉竹葉    | 19.0 | 13.0 | 15.0 | 21.5     | 68.5 | 40 | Kyang      | 18.3 | 11.8 | 12.3 | 12.5 | 54.9 | 67  |
| 埔心種     | 20.0 | 13.8 | 15.5 | 21.5     | 70.8 | 21 | Shan       | 19.0 | 10.0 | 10.3 | 11.3 | 50.6 | 69  |
| 漢口種     | 18.0 | 13.0 | 16.0 | 19.66.00 | 51   |    |            |      |      |      |      |      |     |

表五 不同分類法正確率(%)之比較  
Table 5. The comparison at accuracy rates for the four  
classification methods in module 1 and 2

| 分 類 法     | 模組別 | 群落一  | 群落二  | 群落三  | 群落四  | 群落五  |
|-----------|-----|------|------|------|------|------|
| 傳 統 分 類 法 | 一   | 74.9 | 58.9 | 67.8 | 80.6 | 98.4 |
|           | 二   | 70   | 49.6 | 46.3 | 56.2 | 68.8 |
| 類神經網路分類法  | 一   | 68.5 | 51.8 | 60   | 86.6 | 0    |
|           | 二   | 65.5 | 0    | 0    | 100  | 0    |
| 無加權模糊分類法  | 一   | 92.3 | 87.2 | 98.8 | 89.5 | 95.3 |
|           | 二   | 91.4 | 58.4 | 54.9 | 47   | 64.8 |
| 加權模糊分類法   | 一   | 94.6 | 92.2 | 95.8 | 97.7 | 97.7 |
|           | 二   | 78.5 | 71.1 | 80   | 62.2 | 78.4 |

表六 模糊分類法加權與否對模組一分類結果之比率(%)比較  
Table 6. The Accuracy rates of weighted and unweighted  
fuzzy classification for module 1

|     | 加權 | 群落一  | 群落二  | 群落三  | 群落四  | 群落五  |
|-----|----|------|------|------|------|------|
| 群落一 | +  | 94.6 | 0.1  | 0    | 0    | 0    |
|     | -  | 92.3 | 4.5  | 0    | 0    | 0    |
| 群落二 | +  | 5.4  | 92.2 | 0.4  | 0    | 0    |
|     | -  | 7.7  | 87.2 | 3.3  | 0    | 0    |
| 群落三 | +  | 0    | 7.6  | 95.8 | 0.9  | 0    |
|     | -  | 0    | 8.2  | 89.8 | 3.9  | 0    |
| 群落四 | +  | 0    | 0    | 3.7  | 97.7 | 2.2  |
|     | -  | 0    | 0    | 6.8  | 89.5 | 4.6  |
| 群落五 | +  | 0    | 0    | 0    | 1.3  | 97.7 |
|     | -  | 0    | 0    | 0    | 0.5  | 95.3 |

註：+加權 -無加權

表七 春季製茶品質之分類比較  
Table 7. Comparison for the classification of Spring tea quality

| 群落別 | 分 類 法   | 品 種                                                                                                                |
|-----|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 一   | 模 糊 分 類 | 白毛猴、黑毛猴、青心大冇、貴仔坑白毛猴、青心烏龍、淡水青心、不知春、桃仁種                                                                              |
|     | 加 權     | 白毛猴、黑毛猴、青心大冇、貴仔坑白毛猴、青心烏龍、紅心烏龍、福州種                                                                                  |
|     | 模 糊 分 類 | 、淡水青心、鐵觀音、不知春、桃仁種、橫這大葉、桂花種、黑面早種、青心早種                                                                               |
| 二   | 模 糊 分 類 | 紅心烏龍、福州種、鐵觀音、橫這大葉、柑仔種、水仙、桂花種、牛埔種、黑面早種、青心早種、大葉竹葉、漢口種、平水種、大吉嶺種                                                       |
|     | 加 權     | 晚種、紅心大冇、白心烏龍、柑仔種、水仙、大葉烏龍、天公種、平水、柑                                                                                  |
|     | 模 糊 分 類 | 仔種(黃心)、林口橫這、楓仔林、早種、大葉竹葉、埔心種、漢口、大湖尾、基隆金龜、小葉竹葉、伸蔓種、大吉嶺種、牛埔種                                                          |
| 三   | 模 糊 分 類 | 晚種、紅心大冇、白心烏龍、硬枝紅心、大葉烏龍、天公種、柑仔種(黃心)、文山大葉烏、林口橫這、楓仔林、林口大葉烏、早種、埔心種、牛屎烏、桃仁烏、湖南種、黃枝種、大湖尾、基隆金龜、鹽川種、黃柑、枝蘭種、貓耳種、小葉竹葉、伸蔓種、白種 |
|     | 加 權     | 大南灣白毛猴、三叉枝蘭、硬枝紅心、文山大葉烏、林口大葉烏、牛屎烏、                                                                                  |
|     | 模 糊 分 類 | 桃仁烏、湖南種、黃枝種、鹽川種、黃柑種、枝蘭種、貓耳種、竹葉種、白種、白葉種、宇治種                                                                         |
| 四   | 模 糊 分 類 | 大南灣白毛猴、三叉枝蘭、金龜種、蒔茶、白心武夷、基隆白種、竹葉種、白葉種、宇治種、黃茶、皋盧種、緬甸種、烏金種、金龜種                                                        |
|     | 加 權     | 烏金種、金龜種、蒔茶、白心武夷、基隆白種、黃茶、皋盧種、Indigenous                                                                             |
|     | 模 糊 分 類 | 緬甸種                                                                                                                |
| 五   | 模 糊 分 類 | Manipuri、Indigenous、南投山茶、Japuri、阿薩姆山茶、Kyang、Shan                                                                   |
|     | 加 權     | Manipuri、南投山茶、Japuri、阿薩姆、山茶、Kyang、Shan                                                                             |
|     | 模 糊 分 類 |                                                                                                                    |

表八 夏季製茶品質之分類比較

Table 8. Comparison for the classification of the Summer tea quality

| 群落別 | 分 類 法   | 品 種                                                                                          |
|-----|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 一   | 模 糊 分 類 | 白毛猴、黑毛猴、青心大冇、貴仔坑白毛猴、大南灣白毛猴                                                                   |
|     | 加 權     | 白毛猴、黑毛猴、青心大冇、貴仔坑白毛猴、大南灣白毛猴、紅心烏龍、鐵                                                            |
|     | 模 糊 分 類 | 觀音                                                                                           |
| 二   | 模 糊 分 類 | 青心烏龍、紅心烏龍、福州種、淡水青心、鐵觀音、不知春、紅心大冇、橫<br>這大葉、柑仔種、三叉枝蘭、硬枝紅心、牛埔種、柑仔種(黃心)、林口橫這<br>林口大葉烏、金龜種、烏金種、桂花種 |
|     | 加 權     | 青心烏龍、福州種、淡水青心、不知春、紅心大冇、橫這大葉、柑仔種、三                                                            |
|     | 模 糊 分 類 | 叉枝蘭、硬枝紅心、桂花種、牛埔種、林口橫這、林口大葉烏、大葉竹葉、<br>金龜種、烏金種                                                 |
| 三   | 模 糊 分 類 | 桃仁種、晚種、白心烏龍、水仙、天公種、文山大葉烏、黑面早種、青心早<br>種、楓仔林、早種、大葉竹葉、埔心種、漢口種、桃仁烏、湖南種、黃枝種<br>大湖尾、貓耳種            |
|     | 加 權     | 桃仁種、晚種、白心烏龍、水仙、桂花種、天公種、柑仔種(黃心)、文山大                                                           |
|     | 模 糊 分 類 | 葉烏、黑面早種、青心早種、楓仔林、早種、埔心種、漢口種、桃仁烏、湖<br>南種、黃枝種、大湖尾、貓耳種、白葉種                                      |
| 四   | 模 糊 分 類 | 大葉烏龍、牛屎烏、基隆金龜、平水種、鹽川種、大吉嶺種、黃柑、枝蘭種<br>時茶、白心武夷、基隆白種、小葉竹葉、伸蔓種、竹葉種、白種、白葉種、<br>宇治種、黃茶             |
|     | 加 權     | 大葉烏龍、牛屎烏、基隆金龜、平水種、鹽川種、大吉嶺種、黃柑、三叉枝                                                            |
|     | 模 糊 分 類 | 蘭、時茶、白心武夷、基隆白種、小葉竹葉、伸蔓種、竹葉種、白種、宇治<br>種、黃茶                                                    |
| 五   | 模 糊 分 類 | 皋廬種、Manipuri、Indigenous、南投山茶、Japuri、阿薩姆、緬甸種、山茶<br>Kyang、Shan                                 |
|     | 加 權     | 皋廬種、Manipuri、Indigenous、南投山茶、Japuri、阿薩姆、緬甸種、山茶                                               |
|     | 模 糊 分 類 | Kyang、Shan                                                                                   |

表九 秋季製茶品質之分類比較  
Table 9.Comparison for the classification of the Autumn tea quality

| 群落別 | 分 類 法   | 品 種                                                                                   |
|-----|---------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 一   | 模 糊 分 類 | 白毛猴、黑毛猴、大南灣白毛猴、青心烏龍、紅心烏龍、淡心青心、不知春晚種、紅心大有、白心烏龍、大葉烏龍、天公種、文山大葉烏、林口大葉烏早種、鹽川種、烏金種、青心大有、福州種 |
|     | 加 權     | 白毛猴、黑毛猴、大葉烏龍、大南灣白毛猴、淡水青心、不知春、晚種、紅                                                     |
|     | 模 糊 分 類 | 心大有、白心烏龍、天公種、文山大葉烏、林口大葉烏、早種、鹽川種、烏金種、青心烏龍、紅心烏龍、青心大有、福州種                                |
| 二   | 模 糊 分 類 | 黑面早種、牛屎烏、基隆金龜、黃柑、枝蘭種、蔞茶、白心武夷、白葉種、貴仔坑白毛猴、牛埔種、硬枝紅心                                      |
|     | 加 權     | 白心武夷、黑面早種、白葉種、硬枝紅心、牛屎烏、基隆金龜、牛埔種、黃                                                     |
|     | 模 糊 分 類 | 柑、貴仔坑白毛猴、枝蘭種、蔞茶、鐵觀音                                                                   |
| 三   | 模 糊 分 類 | 大吉嶺種、漢口種、鐵觀音、桃仁種、柑仔種、三叉枝蘭、水仙、桂花種、柑仔種(黃心)、林口橫道、平水種、楓仔林、大葉竹葉、埔心種、黃枝種、大湖尾、桃仁烏            |
|     | 加 權     | 林口橫道、楓仔林、大吉嶺種、漢口種、桃仁種、貓耳、柑仔種、三叉枝蘭                                                     |
|     | 模 糊 分 類 | 水仙、桂花種、柑仔種(黃心)、湖南種、金龜種、大葉竹葉、埔心種、黃枝種、大湖尾、桃仁烏、基隆白種                                      |
| 四   | 模 糊 分 類 | 橫道大葉、青心早種、湖南種、金龜種、貓耳種、基隆白種、小葉竹葉、竹葉種、白種、宇治種、黃茶、Indigenous、伸蔓種                          |
|     | 加 權     | 竹葉種、宇治種、黃茶、Indigenous、Japuri、阿薩姆、小葉竹葉、伸蔓種、                                            |
|     | 模 糊 分 類 | 白種、白葉種、橫道大葉、青心早種                                                                      |
| 五   | 模 糊 分 類 | 皋盧種、Manipuri、南投山茶、Japuri、阿薩姆、緬甸種、山茶、Kyang、Shan                                        |
|     | 加 權     | 皋盧種、Manipuri、南投山茶、緬甸種、山茶、Kyang、Shan                                                   |
|     | 模 糊 分 類 |                                                                                       |

# Fuzzy Statistical Cluster Analysis and Its Application in Tea Quality

Kuo-Renn Chen<sup>1</sup> Ya-Hui Lin<sup>2</sup> Ber-Lin Wu<sup>3</sup> Ben-Chang Shia<sup>4</sup>

## Abstract

The objective of this research was to classify 69 tea varieties into five clusters with fuzzy cluster analysis by five criteria for judging tea quality: shape, color, liquor color, flavour and taste. The result is summarized as following:

The result revealed that Paimaohu was the best one among the 69 varieties in any reason. The four famous tea varieties of Taiwan, such as Chinshin Oolong and Chinshin Dapang, Dayeh Oolong, Hongshin Oolong and Yingjy Hongshin belonged to the first and third class in spring season respectively. After weighted fuzzy cluster analysis, Dayeh Oolong could be promoted to the second class. By the fuzzy cluster analysis, Chinshin Oolong, Hongshin Oolong, Peishin Oolong and Dayeh Oolong belonged to the first class in fall season. Tei-Kwang-In belonged to second class in spring and summer season and third class in fall season respectively. Hsiaoyeh Tzuyeh and Tzuyeh belonged to fourth class around the year. Due to worse quality of liquor color and tasting, Assam and other varieties that suited to manufacturing black tea were the fifth class.

**Key words:** Cluster analysis, Membership function, Fuzzy judgement table, Fuzzy weight

---

1 Agronomist, Taiwan Tea Experiment Station, Yangmei, Taoyuan, Taiwan, R.O.C.

2 Graduate Student of Department of Statistics, Cheng-Chi University, Taipei, Taiwan, R.O.C.

3 Professor of Department of Mathematics Science, Cheng-Chi University, Taipei, Taiwan, R.O.C.

4. Associate Professor & Chairman of Department of Statistics, Fu-Jen University, Taipei, Taiwan, R.O.C.

# 包種茶炭焙技術之研究——(I) 烘焙方法與時間對半球型包種茶品質及貯藏性之影響<sup>1</sup>

徐英祥 蔡永生 張如華 郭寬福 林金池<sup>2</sup>

## 摘 要

以 100℃ 烘焙，比較 6 種烘焙方法—分別為①炭焙（相思炭）②炭焙（龍眼炭）③電焙籠④電焙籠＋紅外線面板⑤紅外線焙茶桶⑥焙茶機〔烘箱〕，及 4 種烘焙時間—4、6、8、10 小時，對半球型包種茶品質及貯藏性之影響，試驗茶樣為南投名間鄉機採青心烏龍品種秋季中次等級之半球型包種茶。試驗結果顯示：

1. 6 種烘焙方法優劣，以烘焙後品質評估，炭焙（龍眼炭）和電焙籠＋紅外線面板 2 種烘焙方法所得品質較優，其次為炭焙（相思炭），電焙籠及焙茶機〔烘箱〕而以紅外線焙茶桶烘焙者品質較差。
2. 4 種烘焙時間，除紅外線焙茶桶，隨烘焙時間之延長，品質愈趨下降外，其餘 5 種烘焙方法大抵皆以 6～8 小時所得品質較優。
3. 各單項官能品質之變化，隨烘焙時間之延長，形狀、色澤及水色變異不大，香氣、滋味評分變異較大，而烘焙前後比較，烘焙後之官能品質顯著改善，主要化學成分兒茶素、咖啡因無明顯差異，胺基酸則呈顯著減少，色差計測色值顯示，色相愈趨黃褐色，彩度增加，更趨近半球型包種茶應有之水色。
4. 6 種烘焙方法與 4 種烘焙時間貯藏性試驗，以鋁箔積層袋包裝室溫貯藏 1 年，於 0、6、12 個月進行官能分析，顯示不論何種烘焙方法，經 6 個月貯藏後，品質皆顯著劣變，至 12 個月後之總品質，6 種烘焙方法之品質劣變程度幾乎一致，而不同烘焙時間之貯藏性，經 6 個月貯藏，品質亦皆顯著劣變，唯烘焙時間較長者（10 小時），劣變速率較烘焙時間短者（4 小時）稍呈延緩。

**關鍵字：**烘焙方法、包種茶、官能品質、貯藏

1 本試驗承行政院農委會經費補助，謹致謝意（計畫編號 84 科技-2.1-糧-06（2））。

2 台灣省茶業改良場研究員（退休）、副研究員、助研員、凍頂工作站主任、助研員。

## 前 言

幾乎大部份的茶葉加工，經最後一步驟乾燥完成後，可以說即完成所有加工步驟，至多再加上精製後「補火」程序，以防止毛茶在精製過程中，因吸濕過多而不耐貯藏。精製後之補火通常亦僅是短時間快速乾燥除水的程序，其所使用之熱風溫度通常約 100℃ 左右，時間亦僅 20～30 分鐘內為限。大部份的茶類，乾燥完成後幾乎都不再進行熱處理，如不發酵茶綠茶，全發酵茶紅茶等，然而少數例外，如日本產製之焙炒綠茶 (roasted green tea, 又名 Hoji-cha)，係利用較低級之綠茶，再行約 160～180℃ 焙烤 30～60 分鐘之一種具強烈焙烤風味之茶葉 (原利男, 1989)。除了焙茶外，乾燥後極其強調需要再加熱處理 (烘焙) 過程以改善品質者，就屬台灣產製之部份發酵茶類中之包種茶，其中又以半球型包種茶為最。半球型包種茶又名凍頂型包種茶 (市面上俗稱烏龍茶)，為目前台灣產製最大宗之茶類，亦為目前台灣最受消費市場青睞之茶類，其加工步驟之繁複、耗時與費力，為各茶類之最。此外，製成毛茶後之再烘焙以改善品質亦為其加工特徵。

對半球型包種茶而言，乾燥後之毛茶再進行一道耗時費力的「烘焙」程序，不僅增加產製成本，亦耗去大量農村勞力。然而為因應市場消費需求，此一程序又難以省略。此一烘焙之目的，已不單純只為確保成茶含水量在安全限量 (5% 以下) 之內，更主要的目的乃在於①藉烘焙去除粗製茶普遍帶菁臭味及其它雜味之缺點，以提昇品質；②藉烘焙使部份茶葉化學成分更穩定，以避免貯藏時期品質劣變，進而延長貯藏壽命；③產生優良的焙烤風味，因應消費市場需求。目前台灣半球型包種茶焙火方法幾乎主要皆以焙茶機〔烘箱〕來進行，焙茶機焙火係利用電熱絲加熱靠熱風傳導來進行。其優點為效率高，省時省力，溫度控制準確，不易失敗等。早期茶葉焙火則有利用炭焙來進行，炭焙缺點為極其耗時費力，溫度控制不易，需要經驗與專業操作技術，其優點則為具有炭焙特殊風味，目前本省農村礙於勞力缺乏，及炭焙操作之繁複和耗時費力，幾乎已很少使用炭焙來進行烘焙茶葉，另利用電焙籠焙茶者亦有相當多茶工廠進行。所謂電焙籠係一仿似焙茶機〔烘箱〕之加熱原理，主要靠電熱絲加熱依賴熱傳導進行烘焙，唯前者是一開放式靜態型的烘焙，焙茶機〔烘箱〕則較為密閉及附帶循環風式的烘焙。

有關茶葉烘焙之試驗研究，國內外文獻，大抵以台茶試驗較多，其原因乃由於全發酵茶紅茶和不發酵茶綠茶，幾乎不再以烘焙改善品質。日人原利男等 (1981、1982、1983、1989) 曾對綠茶之烘焙進行詳盡之研究，含不同溫度與時間烘焙對綠茶品質及化學成分之影響，和綠茶烘焙後主要香氣變化及其與胺基酸和醣類變化之關係。原氏試驗主要結果顯示，上級煎茶以 110℃ 烘焙 30 分鐘品質較佳，中次級煎茶以略高溫 120℃ 烘焙較佳，而超出 130℃ 烘焙則易產生外觀褐變，且帶火味，品質普遍不佳。焙火後煎茶主要香氣成分有 Furans, Pyrazines, Pyrroles 等類成分大量增加，此與一般烘焙食品相似。焙火後也有許多香氣成分逸失，主要為 (Z)-3-Hexen-1-ol, Linalool, Nerolidol 和 Indole。另焙火為去除貯藏後異味主要方法，可以有效去除貯藏後主要異味成分如 1-Penten-3-ol, 1-Pentanol, (Z)-2-Penten-1-ol, 2,4-Heptadienal, 至於非揮發性成分變化，主要胺基酸和還原糖，經烘焙後皆顯著減少，同時焙火溫度愈高和時間愈久，減少愈多。至於台茶烘焙之研究，主要為半發酵茶類之烘焙，內容概以不同溫度與時間烘焙對官能品質影響為主題 (吳振鐸, 1978、1980；甘子能等, 1980；何信鳳等 1987；阮逸明等, 1988；陳惠藏等, 1993、1994)，而綜合摘要文章則有張如華 (1994) 論述茶葉焙火意義與技術。茲將歷

年來有關台茶烘焙試驗研究之結果，簡要綜合摘要如下：

- 1.對半球型包種茶尤其區域性特色茶，如典型之凍頂烏龍茶，具焙烤風味與喉韻之特色為其特徵，亦為消費市場所需，因此，此後續之加工步驟為不可或缺，否則失去該茶特色。
- 2.半球型包種茶，經過適當的烘焙，確可去除粗製茶原有之不良菁臭味及雜味，並延長成茶貯藏壽命和提昇品質。而截至目前也唯有藉著焙火處理，才能有效去除粗製茶普遍帶有不良菁臭味及雜味，最簡易實用之方法。
- 3.包種茶焙火之技巧，基本上應取決於二大方向，即

①看茶做茶，看茶焙茶

基本上茶葉烘焙為一相當兼具破壞性與建設性的加工流程，稍一操作不當，效果可能適得其反。因此，一般高品質清香茶不宜採高溫（ $>100^{\circ}\text{C}$ ）長時間（ $>4\sim 6$  小時）烘焙，毋寧採取低溫、短時間烘焙，以保留原香為原則，即以去除不良菁臭味或雜味為首要。反之中次級茶除了可藉烘焙去除不良風味外，同時可藉烘焙衍生成怡人的焙火香，增進中次級茶之香味品質，因此中次級茶之烘焙，可採較高溫度（大於  $100^{\circ}\text{C}$ ，低於  $120^{\circ}\text{C}$ ）和較長時間之烘焙處理。

②依消費市場導向，決定焙火程度

最終茶葉應焙成怎樣的程度(火候)，應取決於消費市場之嗜好趨向，如有些消費者嗜好高焙烤風味與喉韻之成茶，則可採較高溫度與較長時間烘焙，反之，對嗜好低焙火風味者，不宜採高溫長時間烘焙。

- 4.包種茶最適之臨界焙火溫度介於  $80^{\circ}\text{C}\sim 120^{\circ}\text{C}$  間，低於  $80^{\circ}\text{C}$  焙茶，耗費時間且不經濟，反之高於  $120^{\circ}\text{C}$ ，焙火失敗之危險性顯著增高。至於焙火時間之取決，則依成茶需要烘焙至怎樣的火候程度而定。
- 5.現行以焙茶機〔烘箱〕進行茶葉烘焙，相較於炭焙或電焙籠，仍舊是最經濟有效且易掌控的焙茶方法。

本試驗之目的，主要為探討 6 種焙火方式對半球型包種茶品質和貯藏性之影響，藉以評估幾種傳統茶葉烘焙方法（含焙茶機〔烘箱〕、炭焙、電焙籠）與新式紅外線焙茶（含電焙籠＋紅外線面板及紅外線焙茶桶）之優劣，期以提供茶葉烘焙改進之參考。

## 材料與方法

### 一、試驗茶樣：

試驗茶樣為取自南投縣名間鄉秋季半球型包種茶（機採），品種為青心烏龍，計購買 300 公斤進行試驗（6 烘焙方式 $\times$ 4 烘焙時間 $\times$ 3 重覆 $\times$ 4 公斤/每樣=288 公斤），產地價為 500 元/公斤。

### 二、試驗處理：

#### （一）6 種焙茶方式處理

比較 6 種焙茶方式優劣及其對品質之影響，分別為

- 1.炭焙-相思炭：傳統炭焙，炭材為相思樹炭
- 2.炭焙-龍眼炭：傳統炭焙，炭材為龍眼樹炭
- 3.電焙籠：現行一般焙茶用之焙籠，加熱方式為電熱絲加熱，附溫控裝置，焙籠直徑約 60cm，

高約 50cm，中間約於 25cm 處附鐵絲隔層，以利放置所要烘焙之茶樣。

4.電焙籠+紅外線面板：上述 3.之電焙籠，於焙籠下層，電熱絲加熱上層放置一紅外線面板，紅外線面板直徑 60cm，取紅外線加熱係滲透至物質內層，可以同時加熱物質表面及內層的輻射加熱方式，加熱效率高，加熱均勻之優點，以有別於 3.（單純電焙籠）為傳導式加熱方式，效率低且物質內的溫度分佈不均（紅外線面板為本場委託工業技術研究院能資所製作）。

5.紅外線焙茶桶：長約 36cm，直徑約 26cm，圓桶狀之焙茶桶，外形仿似炒菁機，唯加熱方式為電加熱，焙茶桶本身為一紅外線鋼板製成。附溫控裝置及茶桶旋轉裝置，轉速約 2rpm。（本紅外線焙茶桶為本場委託工研院能資所製作）。

6.焙茶機〔烘箱〕：高約 145cm，正面寬約 76cm，深約 66cm 之焙茶機〔烘箱〕，每次可焙約 20~30 公斤成茶。內附 10 層之焙茶盤，每盤約可放 2 公斤成茶。

上述 1.2.3.4.5.6.每次試驗茶樣為 4 公斤，第 5.項因係小型機械，每次試驗茶樣為 300 公克。焙茶機〔烘箱〕每層放 2 公斤茶樣，每樣計兩層。

#### (二)不同烘焙時間處理

6 種烘焙方式，烘焙溫度設定皆為 100℃，時間分 4、6、8、10 小時 4 處理，每處理皆重覆 3 次。

#### (三)不同烘焙方式對包種茶貯藏之影響

上述 6 種烘焙方式，取每樣 100 公克，以鋁箔積層袋包裝，置於一般室溫，進行貯藏試驗，貯藏時間為 1 年，分別於 0、6、12 個月進行茶樣官能分析，鑑定貯藏後之品質變化。

#### (四)半球型包種茶遠紅外線吸收光譜及紅外線加熱器平均放射率（Average emissivity）之量測

紅外線加熱技術係一非接觸式熱傳，被加熱物質經由紅外線照射，能直接吸收輻射能，因而活化產生熱運動，若被加熱的物質，其紅外線吸收波長帶，和輻射源所輻射之波長帶相符合時，則加熱效率將明顯提昇。為瞭解本試驗半球型包種茶之遠紅外線吸收光譜和各種加熱之平均放射率，藉以提昇加熱效率，乃委託工研院能資所進行包種茶紅外線吸收光譜量測及各種加熱器平均放射率測定。紅外線吸收光譜測定儀器為“RIO - RAD”公司之 FTS - 40 型傅立葉轉換紅外線光譜儀（Fourier Transform Infrared Spectrometer），測定方法係以衰減全反射法測定，解析度為  $4\text{cm}^{-1}$ ，波長範圍從  $4000\text{cm}^{-1}$ ~ $400\text{cm}^{-1}$ ，測定 520 次之平均值所得。各種加熱器平均放射率之測定以 Infrared system 公司之 Spectral Master Mark III，型號 12-550 機型進行量測。加熱器表面溫度則以 Inframetrics Model 740 熱像儀量測。

#### (五)調查分析項目：

主要調查分析項目為利用官能分析評定烘焙及貯藏後茶葉品質，官能分析方法依 ISO 茶葉品質鑑定法，取 3 公克茶樣，加熱水約 150ml，靜置 6 分鐘後，濾出茶湯。品評項目含茶葉形狀（10%）、色澤（10%）、水色（20%）、香氣（30%）、滋味（30%）等 5 項，評審員計 2 人。

## 結果與討論

### 一.烘焙前後茶葉品質及化學成分之變化

本試驗所用茶樣為南投名間鄉青心烏龍品種秋季機採半球型包種茶，為一中級品質之半

球型包種茶。表一為比較烘焙前後本試驗茶樣之官能品質及化學成分差異。烘焙方法係以焙茶機〔烘箱〕100℃烘焙 6 小時做為對照。由表一顯示，烘焙前後官能品質項目形狀及外觀色澤幾無差異，但水色、香氣、滋味皆有顯著改善，總品質評分也顯著提昇（增加 5.5 分）。此結果顯示，一般半球型包種茶粗製完成後，再行烘焙處理可以明顯改善品質，目前本省茶葉消費市場，對半球型包種茶粗製完成後，也幾乎都會再行烘焙處理才進入消費市場，此烘焙處理不論是茶農（或茶工廠）逕行處理，抑或茶商（茶行）自產地購買後再行烘焙，總之，在進入消費者手裡之前，為確保品質信譽和達到延長貯藏壽命，再烘焙之步驟幾乎不可免。目前本省半球型包種茶粗製完成後，普遍帶有的缺點，主要有①具強烈或明顯之菁臭味或其它雜味。②滋味較不甘醇和喉韻欠佳。③較不耐貯藏。因此藉著再烘焙處理可以顯著改善上述缺點。唯本試驗僅以 100℃ 烘焙 6 小時，成茶品質即有顯著改善，主要原因為這些茶樣確為一乾燥後即未再經任何加熱處理之茶樣，因此烘焙前後官能品質具有明顯差異。以目前本省半球型包種茶主要產區之烘焙火候（程度）而言。粗製茶再以 100℃ 烘焙 6 小時僅是中低焙火程度，目前本省半球型包種茶大部分的茶葉，焙火程度幾乎都在此條件之上。表一烘焙前後之化學成分差異，兒茶素含量（酒石酸鐵測定法，以吸光值表示）無顯著差異，此與阮等（1989）之報告結果相似，但高溫長時間烘焙，兒茶素含量會顯著減少，可能原因為本試驗測定法（酒石酸鐵測定法）係一靈敏度甚低之測定法，所以偵測不出烘焙前後兒茶素含量有明顯差異。總游離胺基酸（ninhydrin 呈色測定法）烘焙前後則呈顯著減少，咖啡因含量則不變，此亦與前人報告相似（阮等,1989；原利男,1989），色差計測定水色之變化，經 6 小時 100℃ 烘焙後，茶湯水色彩度及色相顯著改變，a 值愈偏負值（紅），b 值及ΔE 愈偏正值，即愈趨黃褐色，即未烘焙前水色稍呈淡綠，經適當烘焙後水色呈蜜黃，且彩度增加，更趨近半球型包種茶水色，因此官能評審水色評分亦增加，此前後結果頗為一致。

表一、烘焙前與烘焙後茶葉之官能品質與化學成分變化  
Table 1、Changes of sensory quality and chemical composition  
before and after baking for Paochung tea

| Sensory quality & chemical composition | Before<br>baking | After<br>baking* |
|----------------------------------------|------------------|------------------|
| Shape (10%)                            | 7.0              | 7.0              |
| Apperance color (10%)                  | 7.2              | 7.0              |
| Infusion color (20%)                   | 12.2             | 13.7             |
| Aroma (30%)                            | 18.2             | 20.6             |
| Taste (30%)                            | 18.5             | 20.3             |
| Overall quality                        | 63.1             | 68.6             |
| Moisture (%)                           | 5.48             | 3.94             |
| Catechin <sup>1</sup>                  | 0.209            | 0.202            |
| Total free amino acid <sup>2</sup>     | 0.707            | 0.687            |
| Caffeine (%) <sup>3</sup>              | 1.95             | 1.92             |
| L                                      | 90.08            | 91.29            |
| a                                      | -2.92            | -3.49            |
| b                                      | 21.70            | 22.51            |
| ΔE                                     | 24.03            | 26.67            |
| pH                                     | 5.7              | 5.7              |

1 : Absorbance at 540nm determined by ferrous tartrate method.  
2 : Absorbance at 560nm determined by ninhydrin reagent.  
3 : determined by HPLC.  
\* : baked by tea baker (oven) at 100℃ for 6hrs.

## 二不同烘焙方法及時間之品質評分變異

包種茶官能品質評定項目雖細分為 5 項，即形狀 (10%)、色澤 (10%)、水色 (20%)、香氣 (30%) 及滋味 (30%)，此 5 項成績再合併加總計為總品質 (100%)。然而一般決定包種茶售價之關鍵為香氣和滋味 2 項。形狀、色澤及水色幾乎在前期加工 (從茶菁原料到乾燥完成之粗製茶) 即已完全定型，後續加工 (烘焙) 對形狀、色澤、水色之改變則甚為有限。而茶葉烘焙之主要目的亦為改善香味品質。表二及表三為本試驗 6 種烘焙方法和 4 種烘焙時間對各單項官能品質之變異分析。由表二顯示，6 種烘焙方法不論 4、6、8、10 小時烘焙，形狀評分幾無變異，而成茶外觀色澤及茶湯水色之變異係數亦相當小，反之香氣及滋味之變異係數則較色澤、水色之評分大得多。然而於短時間烘焙 (4 小時)，香氣與滋味變異係數皆不大 (分別為 2.63 及 3.73)，此顯示，於短時間烘焙顯現不出 6 種烘焙方法對官能品質之影響，至 6 小時烘焙，香氣及滋味變異係數陡增 (分別為 5.66 及 5.97)，此顯示經 6 小時烘焙後，6 種不同烘焙方法即可明顯看出對官能品質造成不同之影響，而後隨烘焙時間延長至 8 小時，變異係數愈來愈大，此說明經 8 小時烘焙後，愈能顯示不同烘焙方法對官能品質之影響。由表二結果說明本試驗於短時間烘焙 (4 小時內)，比較不出 6 種烘焙方法之優劣，至 6 小時以後烘焙，才能表現出 6 種烘焙方法優劣，此與本試驗烘焙溫度設定為 100°C 可能有關，對於茶葉烘焙，於 100°C 烘焙中次級茶，算是相當溫和的烘焙溫度。表三則為不同烘焙時間 (4、6、8、10 小時) 之品質評分變異統計，同表二結果，形狀評分幾無變異，而色澤、水色、香氣及滋味之變異則隨不同烘焙方法有相當大差異。整體而言，不同烘焙時間對香氣及滋味評分之影響，6 種烘焙方法可以概分 3 組，第一為相當安定，變異係數較小者，如炭焙 (相思炭) 和焙茶機 (烘箱) 兩者，即此 2 種烘焙方法，於本試驗 4、6、8、10 小時烘焙，品質較無明顯變化，換言之，這 2 種烘焙方法於 100°C，10 小時內烘焙很難顯現烘焙效應 (對中次級茶而言)。其次為電焙籠烘焙，(香氣及滋味變異係數分別為 2.58 和 2.49)，而炭焙 (龍眼炭)、電焙籠 + 紅外線面板及紅外線焙茶桶 3 種烘焙方法於不同烘焙時間對官能品質影響較大者，(香氣和滋味變異係數皆大於 3.0)，此說明這 3 種烘焙方法於 100°C 烘焙，在 4、6、8、10 小時內即可顯現對官能品質影響，換言之，此 3 種烘焙方法相對上為較激烈的烘焙方法。

## 三烘焙方法與時間對半球型包種茶品質之影響

### (一) 形狀

一般認為，粗製茶經烘焙後，成茶外觀形狀會更緊結，質感較佳 (甘子能等，1980)，然而大部份的試驗報告皆無影響，即烘焙前後對形狀評分影響不大，此情況可能由於粗製茶吸濕後，水分含量過多致成茶外觀形狀膨脹疏鬆，再經烘焙，則形狀會更緊結，唯若含水量原已甚低之茶樣 (低於 5% 安全限量)，則烘焙前後對成茶形狀影響不大，再則除非觀察細微，否則烘焙前後成茶形狀之變化很難觀察出來。本試驗 6 種烘焙方法及 4 種烘焙時間，形狀之評分皆無變化，故有關形狀之影響不擬討論。

### (二) 色澤

包種茶的外觀色澤以墨綠油亮為佳，幾乎所有製茶過程中的加熱處理 (包含殺菁、乾燥、烘焙) 都會破壞茶葉外觀翠綠色色澤。一般隨著烘焙溫度愈高和烘焙時間愈久，成茶色澤劣變愈趨嚴重，尤以高溫 (超出 140°C) 烘焙，外觀色澤很快褐變，甚至轉成暗褐色，失去光澤。圖一為本試驗 6 種烘焙方法與 4 種烘焙時間對色澤評分之影響，基本上色澤評分隨著烘焙時間延長，6 種烘焙方法變化並不一致，差異也不顯著，其中除炭焙-相思炭及電焙

籠＋紅外線面板呈現較佳的分數外，其它 4 種烘焙方法幾近相同，又 4、6、8、10 小時不同烘焙時間，色澤也未因烘焙時間愈長，色澤評分明顯降低，此因本試驗烘焙溫度僅設定於 100℃，而對包種茶外觀色澤而言，以 100℃烘焙，在 10 小時之內，大部份色澤並未有顯著影響，此結果與前人研究報告（阮逸明等，1988）相似。

## (二)水色

圖二為本試驗 6 種烘焙方法與 4 種烘焙時間對水色評分之影響。烘焙對水色之影響，相似於形狀與色澤之評分，隨烘焙時間之延長，水色評分變異不大，此原因與前述本試驗烘焙溫度僅設定於 100℃，最長烘焙時間 10 小時，焙火程度僅算是中低火候，因此對水色影響不大，但整體而言，經過烘焙後，不論何種方法，水色評分皆有明顯改善。6 種烘焙方式，平均而言，以電焙籠＋紅外線面板烘焙者水色評分較佳，而紅外線焙茶桶，則隨烘焙時間延長，水色評分隨之下降，此亦為 6 種烘焙方式，水色評分較差者。

## (四)香氣

烘焙對茶葉官能品質之影響，基本上由於香氣、滋味成分較為敏感，換言之，即烘焙對茶葉香味影響較大，其中又由於香氣成分更為敏感，所以香氣評分變異又較滋味評分較大。

6 種烘焙方法不論烘焙 4、6、8、10 小時，基本上對香氣品質皆有改善（與未烘焙之粗製茶比較，烘焙前香氣評分為 18.2，明顯帶菁臭味及不良雜味）。然而 6 種烘焙方法比較，以炭焙（龍眼炭）和電焙籠＋紅外線面板 2 種方法香氣評分較佳，而紅外線焙茶桶則較差，香氣評語普遍已帶焦味。此原因與紅外線焙茶桶係茶葉直接接觸紅外線鋼板有關，雖烘焙溫度設定為 100℃（紅外線焙茶桶內之熱空氣溫度），但實際上紅外線鋼板溫度遠已超出 100℃，故利用紅外線焙茶桶焙茶易使成茶帶焦味（圖三）。6 種烘焙方法香氣評分隨烘焙時間之變化頗不一致，炭焙－相思炭不論烘焙 4、6、8、10 小時，香氣評分無明顯差異，炭焙－龍眼炭則以 6 小時烘焙評分最優，而後 8、10 小時評分略降（龍眼炭燃燒效率高，可能因此焙火效率亦佳），電焙籠 4、6、8、10 小時無明顯差異，但電焙籠＋紅外線面板，烘焙 6 小時後成績較佳，而後略降，紅外線焙茶桶則隨烘焙時間增加，香氣評分愈趨降低，焙茶機〔烘箱〕則 4、6、8、10 小時無明顯差異。隨烘焙時間之延長，可以發現，單純以熱空氣傳導加熱烘焙者，香氣評分變異較小（如焙茶機〔烘箱〕），而具輻射加熱效果者如紅外線焙茶桶及電焙籠＋紅外線面板則變異大，另炭焙除傳導加熱外是否亦具有輻射加熱之功能則待探討，但不同炭材，燃燒性佳之龍眼炭，香氣評分變異較燃燒性差之相思炭大，因此烘焙 6 小時後，評分就達最高點。

## (五)滋味

圖四為 6 種烘焙方法與 4 種烘焙時間對滋味評分之影響，整體而言，滋味評分變異遠較形狀、色澤、水色評分變異為大。6 種烘焙方式，以炭焙（龍眼炭）和電焙籠＋紅外線面板 2 種烘焙方式評分較佳，而紅外線焙茶桶評分較差，且隨烘焙時間之延長，評分亦愈低。隨烘焙時間之變化，炭焙（相思炭）不論 4、6、8、10 小時變異不大，炭焙（龍眼炭）以烘焙 6 小時者，滋味評分最高，而後 8、10 小時評分下降。電焙籠與焙茶機〔烘箱〕2 種烘焙方式對滋味評分影響非常相似，隨烘焙時間之變化亦不明顯。電焙籠＋紅外線面板以烘焙 6 小時後，滋味評分最佳，隨後 8、10 小時評分亦下降。

## (六)總品質

圖五為 6 種烘焙方式及 4 種烘焙時間對總品質評分之影響。由圖顯示，以炭焙（龍眼炭）

烘焙 6 小時成績最佳 (73.3)，次為電焙籠+紅外線面板 (73.1)。依總品質評分，6 種烘焙方式與 4 種烘焙時間，大抵可分成下列三組：

| 總品質評分      | 烘焙方式      | 烘焙時間 (小時) |
|------------|-----------|-----------|
| 較優 (>72 分) | 炭焙 (龍眼炭)  | 6、8       |
|            | 電焙籠+紅外線面板 | 6         |
| 尚可         | 炭焙 (相思炭)  | 4、6       |
|            | 炭焙 (龍眼炭)  | 10        |
|            | 焙茶機 [烘箱]  | 2         |
|            | 電焙籠+紅外線面板 | 4、8、10    |
| 差 (<68 分)  | 電焙籠       | 8、10      |
|            | 紅外線焙茶桶    | 4、6、8、10  |
|            | 焙茶機 [烘箱]  | 8、10      |

綜合以上官能分析結果，6 種烘焙方法與 4 種烘焙時間之優劣，可以摘要如下：

- 1.6 種烘焙方法，以電焙籠+紅外線面板烘焙品質較優，其次為炭焙 (龍眼炭)，再次為炭焙 (相思炭)，最差者為紅外線焙茶桶。
- 2.最適烘焙時間 (100℃，對中次級茶而言)，幾乎皆以烘焙 6~8 小時較適當，超出 10 小時，6 種烘焙方式，各單項品質評分 (水色、香氣、滋味) 皆下降。

三不同烘焙方式對包種茶貯藏性之影響

茶葉雖為一低水活性之乾燥成品，但由於香味成分相較於其它乾燥食品，甚為不安定且易於貯藏過程中氧化變質，因此並不算是耐貯藏之成品。如何保藏茶葉，使其香味保持新鮮感和活性，目前除了低溫配合真空包裝，可以較有效保藏茶葉品質外，一般室溫貯藏 (即使真空包裝) 很難維持茶葉原來品質，因此低溫貯藏仍是目前保藏茶葉維持原來新鮮感和活性最好方法。而粗製茶若經適當烘焙，可以有效延緩貯藏期間茶葉品質劣變，此已為眾所公認之事實，因此，半球型包種茶再烘焙之目的，除了為去除粗製茶普遍帶有不良之菁臭味和雜味外，最主要之目的即是延緩茶葉貯藏劣變。

圖六、七、八為 6 種烘焙方式於 100℃ 烘焙 6 小時後經一年貯藏，分別於 0、6、12 個月進行官能分析鑑定貯藏後品質變化。由圖顯示可摘要如下結果：

- (一)不論何種烘焙方式 (6 種)，經 6 個月貯藏後 (鋁箔積層袋室溫貯藏)，品質皆顯著劣變，各單項評分，含色澤、水色、香氣、滋味及總品質皆明顯下降，至貯藏一年後，6 種烘焙方式，品質皆趨近相同，亦即皆帶陳味。
- (二) 6 種烘焙方式，貯藏一年後品質劣變趨勢幾近相同，即沒有一種烘焙方式可以明確優於其它烘焙方式，換言之，期待藉不同烘焙方式延長茶葉貯藏壽命，似是不太可行。

圖六、七、八係以烘焙 6 小時茶樣做圖，至於不同烘焙時間 (4、6、8、10 小時) 對貯藏後品質之影響，由於官能評審結果相似於烘焙 6 小時之茶樣，即皆隨貯藏時間之延長，品質明顯劣變，因此省略不討論。然而烘焙時間愈久者 (10 小時)，品質劣變趨勢較為趨緩，此則於 6 種烘焙方式皆可明顯觀察出來，此原因可能由於原茶樣貯存前品質已較差之故。

#### 四半球型包種茶之遠紅外線吸收光譜和本試驗各種加熱器之平均放射率量測

利用紅外線加熱、乾燥、烘焙為目前農、工業相當普遍使用的新技术，與傳統熱風加熱、乾燥或烘焙傳導式加熱方法比較，紅外線加熱為一非接觸式輻射加熱，其優點為被加熱物質能直接吸收輻射能，不需直接接觸熱源，加熱速度快而均勻，為一兼具物質內外同時加熱之特徵，因此，品質大幅提昇，同時熱效率高，較為經濟。紅外線波長從  $0.75\mu\sim 1000\mu$ ，而遠紅外線位於  $6\mu\sim 1000\mu$  範圍。紅外線加熱原理為物質經遠紅外線照射後，物質內部含可吸收相同頻率遠紅外線波長的分子（如高分子物質、水等），於是產生分子振動而處於激態，當分子由激態恢復至基態時，分子吸收之能量遂以熱的形態放出來，因此產生加熱現象。而欲產生被加熱物質於紅外線領域具有吸收，則其分子吸收光譜應符合紅外線輻射能之頻率，即被加熱物質具有相同頻率之吸收光譜其加熱效果較為明顯。因此，為瞭解包種茶於紅外線之吸收光譜，藉以提昇加熱（烘焙）效率，乃委託工研院量測包種茶之紅外線吸收光譜，結果如圖九所示，包種茶之紅外線吸收於  $\sim 3.42\mu$  ( $2920\text{cm}^{-1}$ )、 $\sim 3.50\mu$  ( $2860\text{cm}^{-1}$ )、 $\sim 5.17\mu$  ( $1750\text{cm}^{-1}$ )、 $\sim 6.06\mu$  ( $1650\text{cm}^{-1}$ ) 和  $\sim 9.52\mu\sim 8.33\mu$  ( $1050\text{cm}^{-1}\sim 1200\text{cm}^{-1}$ ) 等波長具有明顯吸收。表四則為本試驗各加熱器平均放射率量測，放射率為決定加熱器好壞評估指標之一，於相同溫度下，較大的放射率可輻射出較大的輻射能，由表四顯示，紅外線焙茶桶平均放射率較大，次為紅外線面板，三種不同炭材，以相思炭較高，次為稻殼炭，而以龍眼炭較小，由平均放射率大小或可窺知，表三結果紅外線焙茶桶和電焙籠＋紅外線面板為何短時間內即可顯現烘焙效應之原因。

有關包種茶烘焙之試驗研究，自民國 67 年(1978)以來，就已有相當多的研究，至今(1998)累計，相關之試驗研究至少有十數篇以上，而目前(1998)仍在持續進行之試驗研究計畫至少也有六個以上。從茶葉加工繁雜的步驟流程而言，針對單一主題（烘焙）進行如此詳盡透徹之研究，似乎太過強調包種茶烘焙之重要，似是過份耗費研究人力與經費。綜合十數年來有關烘焙之試驗研究，幾乎很難脫出烘焙溫度與時間對品質及化學成分影響之範疇與層次，而好似也一直在這領域打轉，換個角度觀察，過去十數年來，投注如此龐大人力與經費於包種茶烘焙之研究，延續至今，仍有相當多的相關試驗研究持續進行，似乎也凸顯包種茶烘焙之重要，然而對茶葉加工諸多繁雜的步驟流程而言，有關烘焙之試驗研究至今是否仍值得投注如此龐大人力經費乃值得深思。

## 結 論

以本試驗 6 種烘焙方式與 4 種焙火時間，評估各種烘焙方式優缺點，從實際操作和烘焙後品質觀察，可得如下摘要結論：

| 烘 焙 方 式       | 缺 點                                                                                                                                                    | 優 點                                                      |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| 炭 焙 ( 相 思 炭 ) | ①最耗時，需要繁雜之準備工作<br>（包括炭焙起火、覆灰、溫度<br>量測...等）<br>②最耗人力，需隨時注意爐溫，<br>修整覆灰之厚薄以控制溫度<br>並控制翻茶時間<br>③需要極專業性和經驗<br>④溫度控制極不穩定和烘焙不均<br>⑤很容易失敗<br>⑥成品易帶煙焦味<br>⑦效率極低 | 具炭焙特殊風味，品質優於焙茶<br>機〔烘箱〕或電焙籠。                             |
| 炭 焙 ( 龍 眼 炭 ) | 同 上                                                                                                                                                    | 具炭焙特殊風味，品質優於焙茶<br>機〔烘箱〕或電焙籠，但龍眼炭<br>燃燒效率高，所得品質優於相思<br>炭。 |
| 電 焙 籠         | ①作業效率同炭焙，每次烘焙容<br>量有限，效率低，但不如炭焙<br>煩雜和專業性。<br>②耗時費力，溫度控制遜於焙茶<br>機。<br>③耗費能源。                                                                           | 烘焙品質近似焙茶機〔烘箱〕。                                           |
| 電焙籠＋紅外線面板     | 同電焙籠                                                                                                                                                   | 烘焙品質較優且較節省能源和烘<br>焙較均勻。                                  |
| 紅 外 線 焙 茶 桶   | 因係茶葉直接與紅外線鋼板接觸<br>易產生焦味和外觀色澤劣變。                                                                                                                        | 烘焙效率高，但品質欠佳，有待<br>改進。                                    |
| 焙 茶 機 ( 烘 箱 ) | 烘焙品質遜於炭焙和電焙籠＋紅<br>外線面板。                                                                                                                                | ①效率高，可以大量烘焙。<br>②溫度控制準確不易失敗。<br>③省時省力。<br>④不需太專業性與經驗。    |

綜觀本試驗結果，雖以炭焙（龍眼炭）烘焙 6～8 小時及電焙籠＋紅外線面板烘焙 6 小時，品質較優，然而此係針對本試驗所取茶樣（名間鄉機採青心烏龍秋茶）而言，並非所有茶樣皆以此條件烘焙最適當，基本上茶葉烘焙很難有一固定條件遵循，一如製茶條件之繁雜，看菁做茶和看茶焙茶是茶葉烘焙基本要領，其次再依消費需求決定烘焙火候。

表二、不同烘焙方法品質評分之變異  
Table 2、Variation of sensory scores for different baking methods

| Sensory<br>quality     |        | Baking time (hrs) |       |       |       |
|------------------------|--------|-------------------|-------|-------|-------|
|                        |        | 4                 | 6     | 8     | 10    |
| Shape (10%)            | min    | 7.00              | 7.00  | 7.00  | 7.00  |
|                        | max    | 7.00              | 7.00  | 7.00  | 7.00  |
|                        | mean   | 7.00              | 7.00  | 7.00  | 7.00  |
|                        | cv (%) | 0                 | 0     | 0     | 0     |
| Appearance color (10%) | min    | 7.00              | 7.00  | 6.90  | 6.90  |
|                        | max    | 7.50              | 7.50  | 7.30  | 7.20  |
|                        | mean   | 7.25              | 7.18  | 7.07  | 7.00  |
|                        | cv (%) | 2.43              | 2.70  | 2.63  | 1.74  |
| Infusion color (20%)   | min    | 13.80             | 13.60 | 13.20 | 13.20 |
|                        | max    | 14.20             | 14.10 | 14.00 | 13.90 |
|                        | mean   | 13.93             | 13.82 | 13.58 | 13.58 |
|                        | cv (%) | 1.08              | 1.33  | 2.10  | 1.94  |
| Aroma (30%)            | min    | 19.70             | 19.40 | 17.90 | 18.60 |
|                        | max    | 21.30             | 22.50 | 21.70 | 20.90 |
|                        | mean   | 20.72             | 21.00 | 20.25 | 20.08 |
|                        | cv (%) | 2.63              | 5.66  | 6.54  | 4.38  |
| Taste (30%)            | min    | 19.70             | 19.40 | 17.90 | 18.60 |
|                        | max    | 21.80             | 22.70 | 22.20 | 21.60 |
|                        | mean   | 20.93             | 21.12 | 20.60 | 20.28 |
|                        | cv (%) | 3.73              | 5.97  | 7.67  | 5.38  |
| Overall quality (100%) | min    | 67.20             | 66.50 | 62.90 | 64.30 |
|                        | max    | 71.30             | 73.30 | 72.10 | 70.00 |
|                        | mean   | 69.83             | 71.12 | 68.50 | 67.92 |
|                        | cv (%) | 2.19              | 3.80  | 4.77  | 3.18  |

表三、不同烘焙時間品質評分之變異  
Table 3、Variation of sensory scores for different baking time

| Sensory<br>Quality       |          | Baking methods |       |       |       |       |       |
|--------------------------|----------|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                          |          | TRT1           | TRT2  | TRT3  | TRT4  | TRT5  | TRT6  |
| Shape ( 10% )            | min      | 7.00           | 7.00  | 7.00  | 7.00  | 7.00  | 7.00  |
|                          | max      | 7.00           | 7.00  | 7.00  | 7.00  | 7.00  | 7.00  |
|                          | mean     | 7.00           | 7.00  | 7.00  | 7.00  | 7.00  | 7.00  |
|                          | cv ( % ) | 0              | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Appearance color ( 10% ) | min      | 7.20           | 6.90  | 6.90  | 7.00  | 6.90  | 6.90  |
|                          | max      | 7.50           | 7.30  | 7.10  | 7.30  | 7.00  | 7.30  |
|                          | mean     | 7.35           | 7.15  | 7.00  | 7.23  | 6.95  | 7.03  |
|                          | cv ( % ) | 2.36           | 2.42  | 1.65  | 2.08  | 0.83  | 2.69  |
| Infusion color ( 20% )   | min      | 13.40          | 13.90 | 13.60 | 13.70 | 13.20 | 13.40 |
|                          | max      | 13.90          | 14.00 | 13.90 | 14.20 | 13.80 | 14.00 |
|                          | mean     | 13.60          | 13.93 | 13.78 | 13.95 | 13.48 | 13.65 |
|                          | cv ( % ) | 1.59           | 0.36  | 0.91  | 1.71  | 2.38  | 1.94  |
| Aroma ( 30% )            | min      | 20.70          | 20.60 | 19.50 | 20.80 | 17.90 | 20.00 |
|                          | max      | 21.10          | 22.50 | 20.70 | 22.30 | 19.70 | 20.70 |
|                          | mean     | 20.90          | 21.53 | 20.15 | 21.23 | 18.90 | 20.38 |
|                          | cv ( % ) | 0.87           | 3.69  | 2.58  | 3.39  | 4.30  | 1.62  |
| Taste ( 30% )            | min      | 21.20          | 20.90 | 19.50 | 20.90 | 17.90 | 20.00 |
|                          | max      | 21.90          | 22.70 | 20.70 | 22.40 | 19.70 | 21.10 |
|                          | mean     | 21.53          | 21.90 | 20.20 | 21.47 | 18.90 | 20.40 |
|                          | cv ( % ) | 1.39           | 3.48  | 2.49  | 3.00  | 4.30  | 2.37  |
| Overall quality ( 100% ) | min      | 70.00          | 69.30 | 66.70 | 69.50 | 62.90 | 67.40 |
|                          | max      | 70.80          | 73.30 | 69.10 | 73.10 | 67.20 | 70.10 |
|                          | mean     | 70.38          | 71.50 | 68.13 | 70.88 | 65.23 | 68.45 |
|                          | cv ( % ) | 0.55           | 2.35  | 1.63  | 2.21  | 3.03  | 1.77  |

TRT1：炭焙－相思炭      TRT2：炭焙－龍眼炭      TRT3：電焙籠  
TRT4：電焙籠＋紅外線      TRT5：紅外線焙茶桶      TRT6：烘箱

表四、本試驗各加熱器之平均放射率  
Table 4、Average emissivity of various heater in this experiment

| Heater                     | Temperature<br>(°C) | Average<br>emissivity |
|----------------------------|---------------------|-----------------------|
| 相思炭<br>Charcoal (Acacia)   | 147                 | 0.83                  |
|                            | 226                 | 0.87                  |
|                            | 288                 | 0.77                  |
| 龍眼炭<br>Charcoal (Longan)   | 152                 | 0.74                  |
|                            | 235                 | 0.54                  |
|                            | 278                 | 0.61                  |
| 稻殼炭<br>Charcoal (Grain)    | 155                 | 0.66                  |
|                            | 231                 | 0.86                  |
|                            | 300                 | 0.67                  |
| 紅外線面板<br>FIR plate         | 92                  | 0.876                 |
|                            | 174                 | 0.846                 |
|                            | 260                 | 0.867                 |
| 紅外線焙茶桶<br>FIR rotary baker | 95                  | 0.915                 |
|                            | 177                 | 0.877                 |
|                            | 266                 | 0.896                 |

參考文獻

1. 甘子能、羅仕連、林義恆. 1980. 包種茶再火方法試驗. 台灣省茶業改良場 69 年年報. pp.47-49。  
2. 阮逸明. 1988. 茶葉的再乾與烘焙. 茶葉推廣簡訊 6：4。  
3. 阮逸明、張如華、張連發. 1988. 烘焙對包種茶化學成分與品質影響. 台灣省茶業改良場 77 年年報. pp.42-46。  
4. 阮逸明、張如華、張連發. 1989. 不同烘焙溫度與時間對包種茶化學成份與品質之影響. 台灣省茶業研究彙報 8：71-82。  
5. 阮逸明. 1990. 烘焙對包種茶香氣的影響. 台灣省茶業改良場 76 年年報. pp.63-64。  
6. 阮逸明. 1991. 赴日本研習茶葉烘焙香氣分析技術報告摘要. 茶業推廣簡訊 18：8-9。  
7. 何信鳳、鄭正宏、吳文魁. 1987. 焙火溫度及時間對半球型包種茶品質及貯存的影響. 台灣省茶業改良場 76 年年報. pp.166-183。  
8. 何信鳳、吳文魁. 1988. 焙火溫度及時間對半球型包種茶品質及貯存的影響. 台灣省茶業改良場 77 年年報. pp.153-154。  
9. 何信鳳、吳文魁. 1989. 焙火溫度及時間對半球型包種茶品質及貯存的影響. 台灣省茶業改良場 78 年年報. pp.144-145。  
10. 吳振鐸. 1978. 半發酵茶再火試驗. 台灣省茶業改良場 67 年年報. pp.64-66。  
11. 吳振鐸. 1980. 半發酵茶再火試驗. 台灣省茶業改良場 69 年年報. pp.44-47。

- 12.徐英祥. 1993. 包種茶再乾與焙火. 茶業專訊 3: 3-5。
- 13.張如華. 1994. 茶葉之加熱處理-焙火. 食品工業 26 (1): 43-51
- 14.陳惠藏、陳國任、莊瓊昌. 1993. 東部半球型包種茶烘焙對茶葉品質影響. 台灣省茶業改良場 82 年年報. pp.190-194。
- 15.陳惠藏. 1994. 東部茶葉烘焙試驗. 台灣省茶業改良場 83 年年報. pp.206-207。
- 16.陳惠藏、陳國任、莊瓊昌. 1994. 東部茶區秋季包種茶烘焙試驗. 台灣省茶業研究彙報. 13: 113-119。
- 17.鄭正宏. 1995. 茶葉真空再乾及烘焙技術之研究. 台灣省茶業改良場 84 年年報. pp.200-201。
- 18.原 利男. 1981. L-テアニンと D-グルコースの焙焼によって生成する揮發性成份. 日本農藝化學會誌 55 (11): 1069-1072。
- 19.原 利男、久保田悅郎. 1982. 茶におけるアミノ酸と糖の反應による加熱香氣成分. 茶業技術研究 63: 39-48。
- 20.原 利男、久保田悅郎. 1983. カテキンと L-テアニンの焙焼によって生成揮發性成分. 茶業技術研究 64: 32-33。
- 21.原 利男. 1989. 綠茶 加熱香氣成分とオフ・フレーバー成分に関する研究. 野菜茶業試驗場研究報告 B (金谷) 3: 9-54。

# **Studies on the Improvement of Charcoal Baking for Paochung Tea – ( I ) . Effects of Different Baking Methods and Time on the Sensory Quality and Storage for Paochung Tea.**

Ying-Siang Shyu<sup>1</sup> Yung-Sheng Tsai<sup>1</sup> Ru-Hwa Chang<sup>1</sup>  
Kuan-Fu Kuo<sup>2</sup> Jin-Chih Lin<sup>1</sup>

## **Abstract**

Effects of six baking methods and four time periods of baking on the sensory quality and storage for Paochung tea were conducted in this experiment. Results showed that the method of charcoal baking (Longan) and heating bamboo ware with FIR plate had better sensory quality while the heating bamboo ware and tea baker showed poor quality. Effects of four time periods of baking, besides FIR rotary tea baker, the sensory quality increased gradually at 6~8 hours interval of baking with 100°C. The variation of sensory scores at four time periods baking, shape and color of appearance and infusion was much smaller than that of aroma and taste. There was a significant changes on sensory scores and chemical composition before and after baking tea. A better sensory quality was obtained after baking compared with unbaking. There was a significantly decreasing in total amino acid contents while a little changes in catechin and caffeine contents. Color of infusion measured by color difference meter showed that a higher value of b value and chroma were detected in baked tea product compared with unbaked ones. After six months of storage test at room temperature, there was a significant decreasing of sensory scores for all baking methods in this experiment. The deterioration rate of sensory quality for different baking time periods, the longer time periods of baking showed much slower rate of deterioration than the shorter ones.

**Key words :** Baking methods, Paochung tea, Sensory quality, Storage

---

1. Agronomist, Associate Biochemist, Assistant Biochemist and Agronomist respectively, TTES, Taoyuan, Taiwan, R.O.C

2. Associate Agronomist of Dung-Ding substation of TTES

附表 1、本試驗不同烘焙方法與烘焙時間及貯藏之官能品質評分

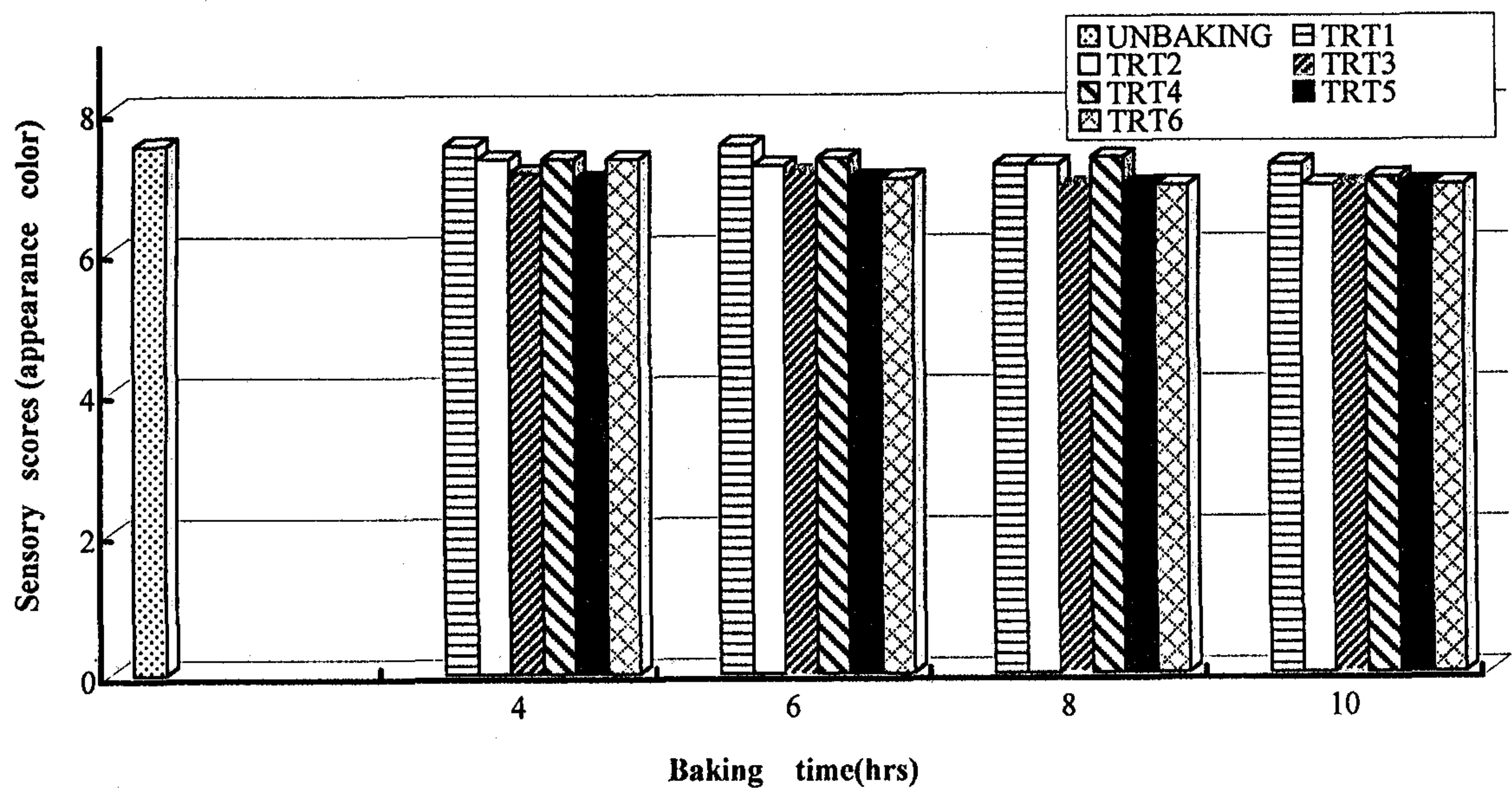
Appendix table 1、Sensory scores for different baking methods and time with various storage periods.

| OBS | Baking<br>methods | Baking<br>time<br>( hrs ) | Storge<br>time<br>( months ) | Shape | Appearance<br>color | Infusion<br>color | Aroma | Taste | Overall<br>quality |
|-----|-------------------|---------------------------|------------------------------|-------|---------------------|-------------------|-------|-------|--------------------|
| 1   | 1                 | 4                         | 0                            | 7     | 7.5                 | 13.9              | 21.0  | 21.4  | 70.8               |
| 2   | 1                 | 6                         | 0                            | 7     | 7.5                 | 13.6              | 20.8  | 21.2  | 70.1               |
| 3   | 1                 | 8                         | 0                            | 7     | 7.2                 | 13.4              | 21.1  | 21.9  | 70.6               |
| 4   | 1                 | 10                        | 0                            | 7     | 7.2                 | 13.5              | 20.7  | 21.6  | 70.0               |
| 5   | 2                 | 4                         | 0                            | 7     | 7.3                 | 13.9              | 21.3  | 21.8  | 71.3               |
| 6   | 2                 | 6                         | 0                            | 7     | 7.2                 | 13.9              | 22.5  | 22.7  | 73.3               |
| 7   | 2                 | 8                         | 0                            | 7     | 7.2                 | 14.0              | 21.7  | 22.2  | 72.1               |
| 8   | 2                 | 10                        | 0                            | 7     | 6.9                 | 13.9              | 20.6  | 20.9  | 69.3               |
| 9   | 3                 | 4                         | 0                            | 7     | 7.1                 | 13.8              | 20.7  | 20.3  | 68.9               |
| 10  | 3                 | 6                         | 0                            | 7     | 7.1                 | 13.9              | 20.4  | 20.7  | 69.1               |
| 11  | 3                 | 8                         | 0                            | 7     | 6.9                 | 13.6              | 20.0  | 20.3  | 67.8               |
| 12  | 3                 | 10                        | 0                            | 7     | 6.9                 | 13.8              | 19.5  | 19.5  | 66.7               |
| 13  | 4                 | 4                         | 0                            | 7     | 7.3                 | 14.2              | 20.9  | 21.3  | 70.7               |
| 14  | 4                 | 6                         | 0                            | 7     | 7.3                 | 14.1              | 22.3  | 22.4  | 73.1               |
| 15  | 4                 | 8                         | 0                            | 7     | 7.3                 | 13.8              | 20.8  | 21.3  | 70.2               |
| 16  | 4                 | 10                        | 0                            | 7     | 7.0                 | 13.7              | 20.9  | 20.9  | 69.5               |
| 17  | 5                 | 4                         | 0                            | 7     | 7.0                 | 13.8              | 19.7  | 19.7  | 67.2               |
| 18  | 5                 | 6                         | 0                            | 7     | 7.0                 | 13.7              | 19.4  | 19.4  | 66.5               |
| 19  | 5                 | 8                         | 0                            | 7     | 6.9                 | 13.2              | 17.9  | 17.9  | 62.9               |
| 20  | 5                 | 10                        | 0                            | 7     | 6.9                 | 13.2              | 18.6  | 18.6  | 64.3               |
| 21  | 6                 | 4                         | 0                            | 7     | 7.3                 | 14.0              | 20.7  | 21.1  | 70.1               |
| 22  | 6                 | 6                         | 0                            | 7     | 7.0                 | 13.7              | 20.6  | 20.3  | 68.6               |
| 23  | 6                 | 8                         | 0                            | 7     | 6.9                 | 13.5              | 20.0  | 20.0  | 67.4               |
| 24  | 6                 | 10                        | 0                            | 7     | 6.9                 | 13.4              | 20.2  | 20.2  | 67.7               |
| 25  | 1                 | 4                         | 6                            | 7     | 6.5                 | 13.0              | 18.0  | 18.0  | 62.5               |
| 26  | 1                 | 6                         | 6                            | 7     | 6.5                 | 13.1              | 18.2  | 18.2  | 63.0               |
| 27  | 1                 | 8                         | 6                            | 7     | 6.4                 | 13.1              | 18.6  | 18.6  | 63.7               |
| 28  | 1                 | 10                        | 6                            | 7     | 6.4                 | 13.0              | 19.5  | 19.5  | 65.4               |
| 29  | 2                 | 4                         | 6                            | 7     | 6.5                 | 13.0              | 18.1  | 18.1  | 62.7               |
| 30  | 2                 | 6                         | 6                            | 7     | 6.5                 | 13.2              | 18.1  | 18.1  | 62.9               |
| 31  | 2                 | 8                         | 6                            | 7     | 6.5                 | 13.2              | 19.7  | 19.7  | 66.1               |
| 32  | 2                 | 10                        | 6                            | 7     | 6.4                 | 13.2              | 19.2  | 19.2  | 65.0               |
| 33  | 3                 | 4                         | 6                            | 7     | 6.5                 | 13.4              | 19.0  | 19.0  | 64.9               |
| 34  | 3                 | 6                         | 6                            | 7     | 6.5                 | 13.3              | 19.6  | 19.6  | 66.0               |
| 35  | 3                 | 8                         | 6                            | 7     | 6.4                 | 13.1              | 19.5  | 19.5  | 65.5               |
| 36  | 3                 | 10                        | 6                            | 7     | 6.5                 | 13.3              | 20.7  | 20.7  | 68.2               |
| 37  | 4                 | 4                         | 6                            | 7     | 6.5                 | 13.2              | 19.3  | 19.3  | 65.3               |
| 38  | 4                 | 6                         | 6                            | 7     | 6.5                 | 13.2              | 19.6  | 19.6  | 65.9               |
| 39  | 4                 | 8                         | 6                            | 7     | 6.4                 | 13.1              | 20.5  | 20.5  | 67.5               |
| 40  | 4                 | 10                        | 6                            | 7     | 6.2                 | 13.1              | 20.2  | 20.2  | 66.7               |

(Continued)

|    |   |    |    |   |     |      |      |      |      |
|----|---|----|----|---|-----|------|------|------|------|
| 41 | 5 | 4  | 6  | 7 | 6.5 | 13.0 | 19.2 | 19.2 | 64.9 |
| 42 | 5 | 6  | 6  | 7 | 6.3 | 12.4 | 16.9 | 16.9 | 59.5 |
| 43 | 5 | 8  | 6  | 7 | 6.3 | 12.9 | 19.3 | 19.3 | 64.8 |
| 44 | 5 | 10 | 6  | 7 | 6.3 | 12.8 | 19.4 | 19.4 | 64.9 |
| 45 | 6 | 4  | 6  | 7 | 6.5 | 13.0 | 19.1 | 19.1 | 64.7 |
| 46 | 6 | 6  | 6  | 7 | 6.5 | 13.0 | 19.5 | 19.5 | 65.5 |
| 47 | 6 | 8  | 6  | 7 | 6.3 | 12.8 | 19.3 | 19.3 | 64.7 |
| 48 | 6 | 10 | 6  | 7 | 6.3 | 12.7 | 19.6 | 19.6 | 65.2 |
| 49 | 1 | 4  | 12 | 7 | 6.5 | 13.0 | 17.8 | 17.8 | 62.1 |
| 50 | 1 | 6  | 12 | 7 | 6.5 | 12.9 | 17.9 | 17.9 | 62.2 |
| 51 | 1 | 8  | 12 | 7 | 6.5 | 12.9 | 18.0 | 18.0 | 62.4 |
| 52 | 1 | 10 | 12 | 7 | 6.4 | 12.9 | 19.0 | 19.0 | 64.3 |
| 53 | 2 | 4  | 12 | 7 | 6.5 | 13.0 | 17.9 | 17.9 | 62.3 |
| 54 | 2 | 6  | 12 | 7 | 6.5 | 12.9 | 18.0 | 18.0 | 62.4 |
| 55 | 2 | 8  | 12 | 7 | 6.5 | 12.9 | 18.2 | 18.2 | 62.8 |
| 56 | 2 | 10 | 12 | 7 | 6.4 | 12.7 | 17.9 | 17.9 | 61.9 |
| 57 | 3 | 4  | 12 | 7 | 6.5 | 12.9 | 18.0 | 18.0 | 62.4 |
| 58 | 3 | 6  | 12 | 7 | 6.5 | 12.9 | 17.9 | 17.9 | 62.2 |
| 59 | 3 | 8  | 12 | 7 | 6.4 | 12.7 | 17.9 | 17.9 | 61.9 |
| 60 | 3 | 10 | 12 | 7 | 6.4 | 12.9 | 19.3 | 19.3 | 64.9 |
| 61 | 4 | 4  | 12 | 7 | 6.5 | 13.0 | 17.9 | 17.9 | 62.3 |
| 62 | 4 | 6  | 12 | 7 | 6.5 | 13.0 | 17.8 | 17.8 | 62.1 |
| 63 | 4 | 8  | 12 | 7 | 6.4 | 12.9 | 18.0 | 18.0 | 62.3 |
| 64 | 4 | 10 | 12 | 7 | 6.3 | 12.9 | 19.4 | 19.4 | 65.0 |
| 65 | 5 | 4  | 12 | 7 | 6.5 | 12.1 | 17.3 | 17.3 | 60.2 |
| 66 | 5 | 6  | 12 | 7 | 6.2 | 12.7 | 17.7 | 17.7 | 61.3 |
| 67 | 5 | 8  | 12 | 7 | 6.2 | 12.2 | 17.0 | 17.0 | 59.4 |
| 68 | 5 | 10 | 12 | 7 | 6.3 | 12.7 | 19.5 | 19.5 | 65.0 |
| 69 | 6 | 4  | 12 | 7 | 6.3 | 13.0 | 17.7 | 17.7 | 61.7 |
| 70 | 6 | 6  | 12 | 7 | 6.3 | 12.9 | 17.9 | 17.9 | 62.0 |
| 71 | 6 | 8  | 12 | 7 | 6.3 | 12.9 | 17.9 | 17.9 | 62.0 |
| 72 | 6 | 10 | 12 | 7 | 6.2 | 12.9 | 19.8 | 19.8 | 65.7 |

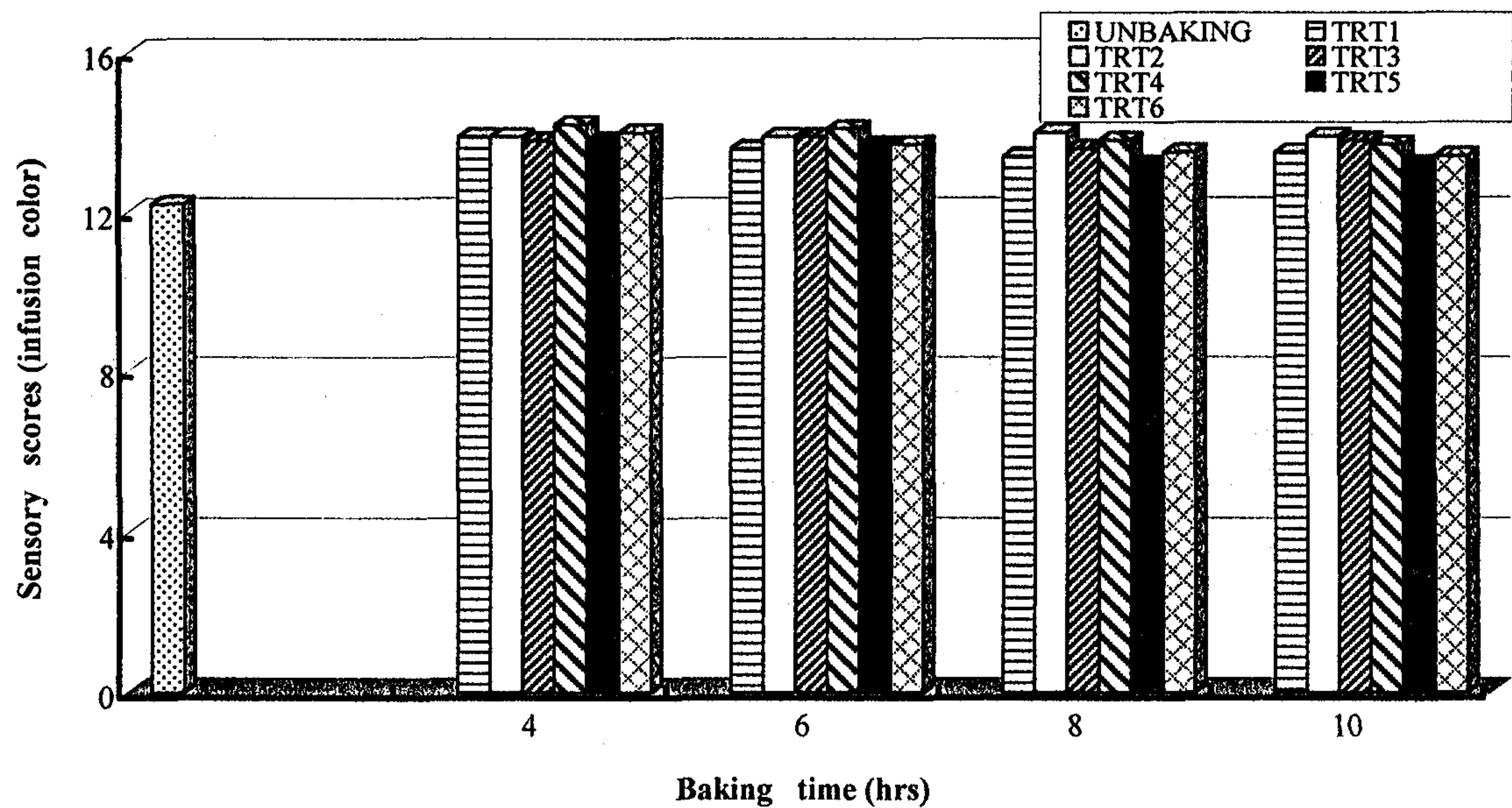
- Baking Methods—1：炭焙（相思炭）Charcoal baking（Acacia）  
2：炭焙（龍眼炭）Charcoal baking（Longan）  
3：電焙籠 Heating bamboo ware  
4：電焙籠＋紅外線面板 Heating bamboo ware＋FIR plate  
5：紅外線焙茶桶 FIR bakary baker  
6：焙茶機〔烘箱〕Tea baker



圖一、烘焙方法與時間對包種茶色澤之影響

Fig. 1. Effects of different baking methods and time on the sensory scores of appearance color for Paochung tea

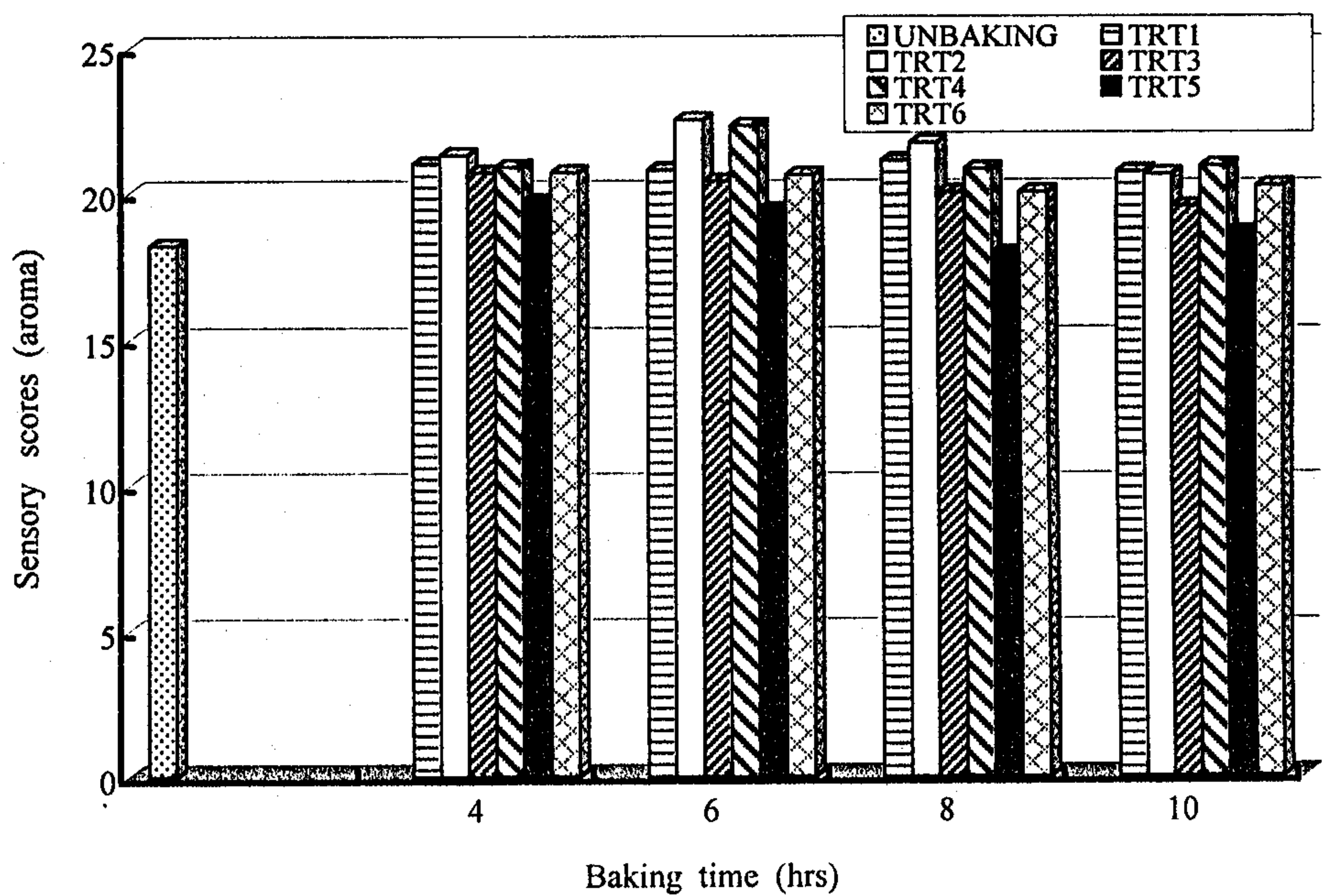
TRT1：炭焙—相思炭 TRT2：炭焙—龍眼炭 TRT3：電焙籠 TRT4：電焙籠+紅外線 TRT5：紅外線焙茶桶 TRT6：烘箱



圖二、烘焙方法與時間對包種茶水色之影響

Fig. 2. Effects of different baking methods and time on the sensory scores of infusion color for Paochung tea

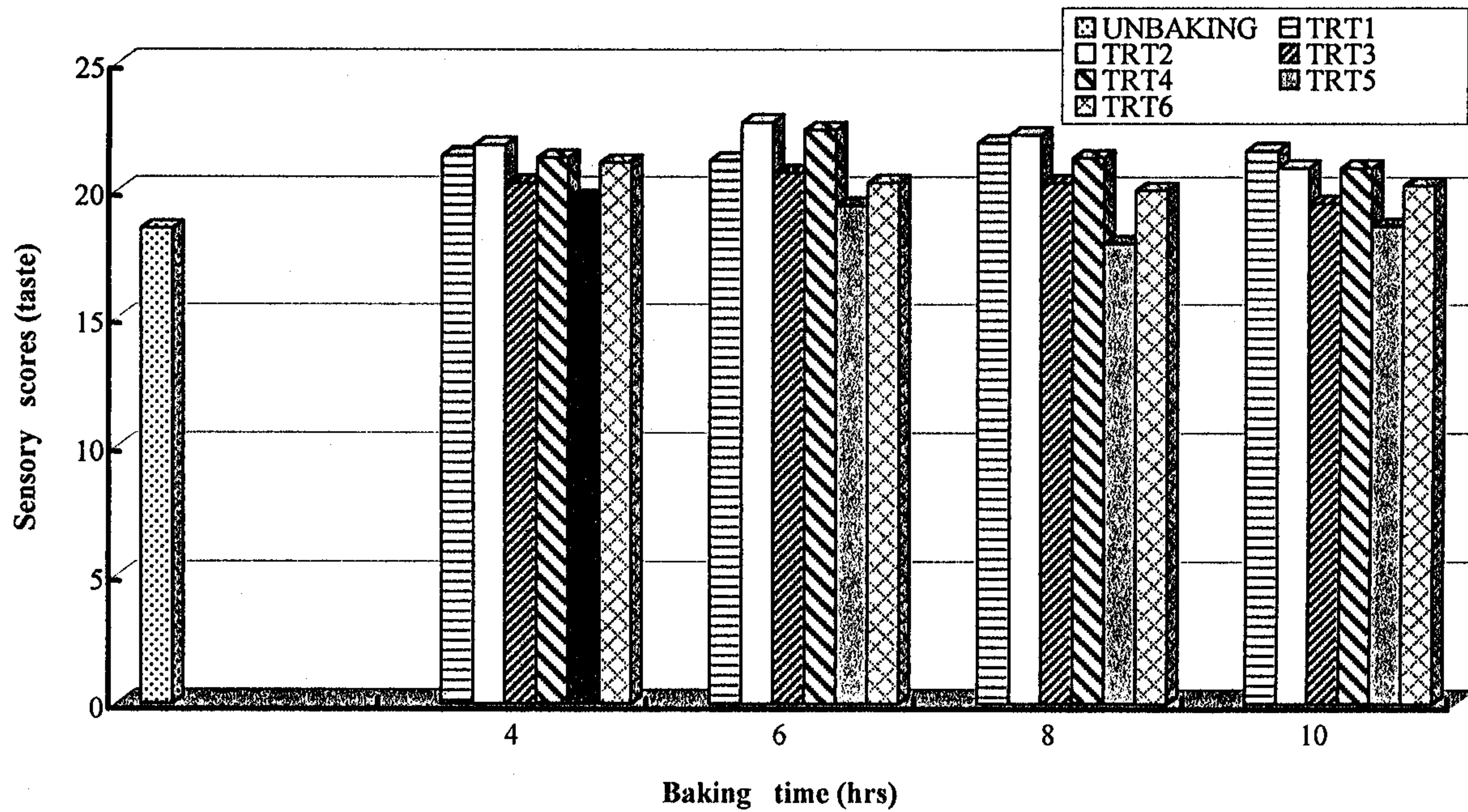
TRT1：炭焙—相思炭 TRT2：炭焙—龍眼炭 TRT3：電焙籠 TRT4：電焙籠+紅外線 TRT5：紅外線焙茶桶 TRT6：烘箱



圖三、烘焙方法與時間對包種茶香氣之影響

Fig. 3. Effects of baking methods and time on the sensory scores of aroma for Paochung tea

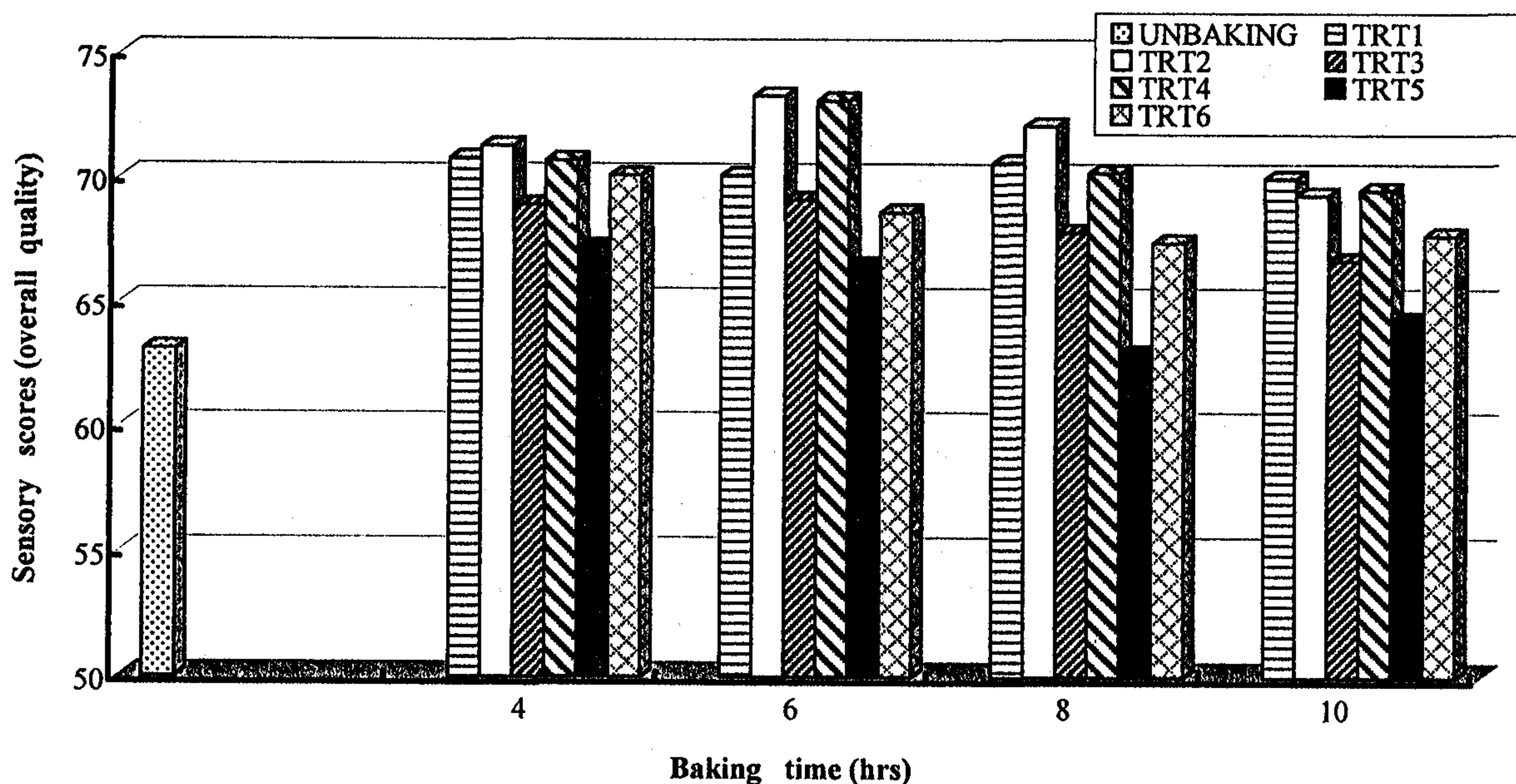
TRT1：炭焙—相思炭 TRT2：炭焙—龍眼炭 TRT3：電焙籠 TRT4：電焙籠+紅外線 TRT5：紅外線焙茶桶 TRT6：烘箱



圖四、烘焙方法與時間對包種茶滋味之影響

Fig. 4. Effects of different baking methods and time on the sensory scores of teaste for Paochung tea

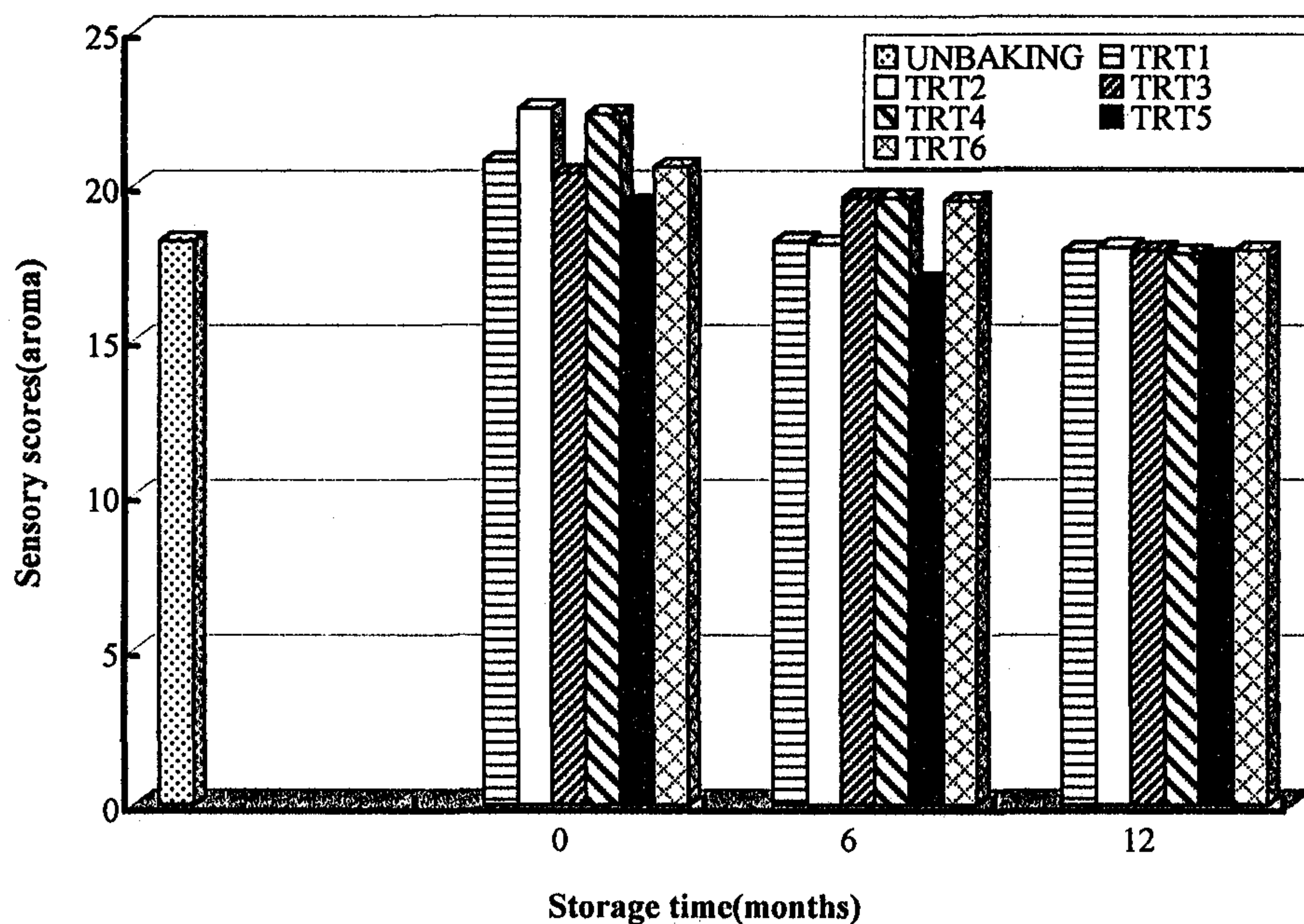
TRT1：炭焙—相思炭 TRT2：炭焙—龍眼炭 TRT3：電焙籠 TRT4：電焙籠+紅外線 TRT5：紅外線焙茶桶 TRT6：烘箱



圖五、烘焙方法與時間對包種茶總品質之影響

Fig.5. Effects of different baking methods and time on the sensory scores of overall quality for Paochung tea

TRT1: 炭焙—相思炭 TRT2: 炭焙—龍眼炭 TRT3: 電焙籠 TRT4: 電焙籠+紅外線 TRT5: 紅外線焙茶桶 TRT6: 烘箱



圖六、烘焙方法與對包種茶貯藏性之影響

Fig.6. Effects of different baking methods and time on the sensory scores of overall quality for Paochung tea

TRT1: 炭焙—相思炭 TRT2: 炭焙—龍眼炭 TRT3: 電焙籠 TRT4: 電焙籠+紅外線 TRT5: 紅外線焙茶桶 TRT6: 烘箱

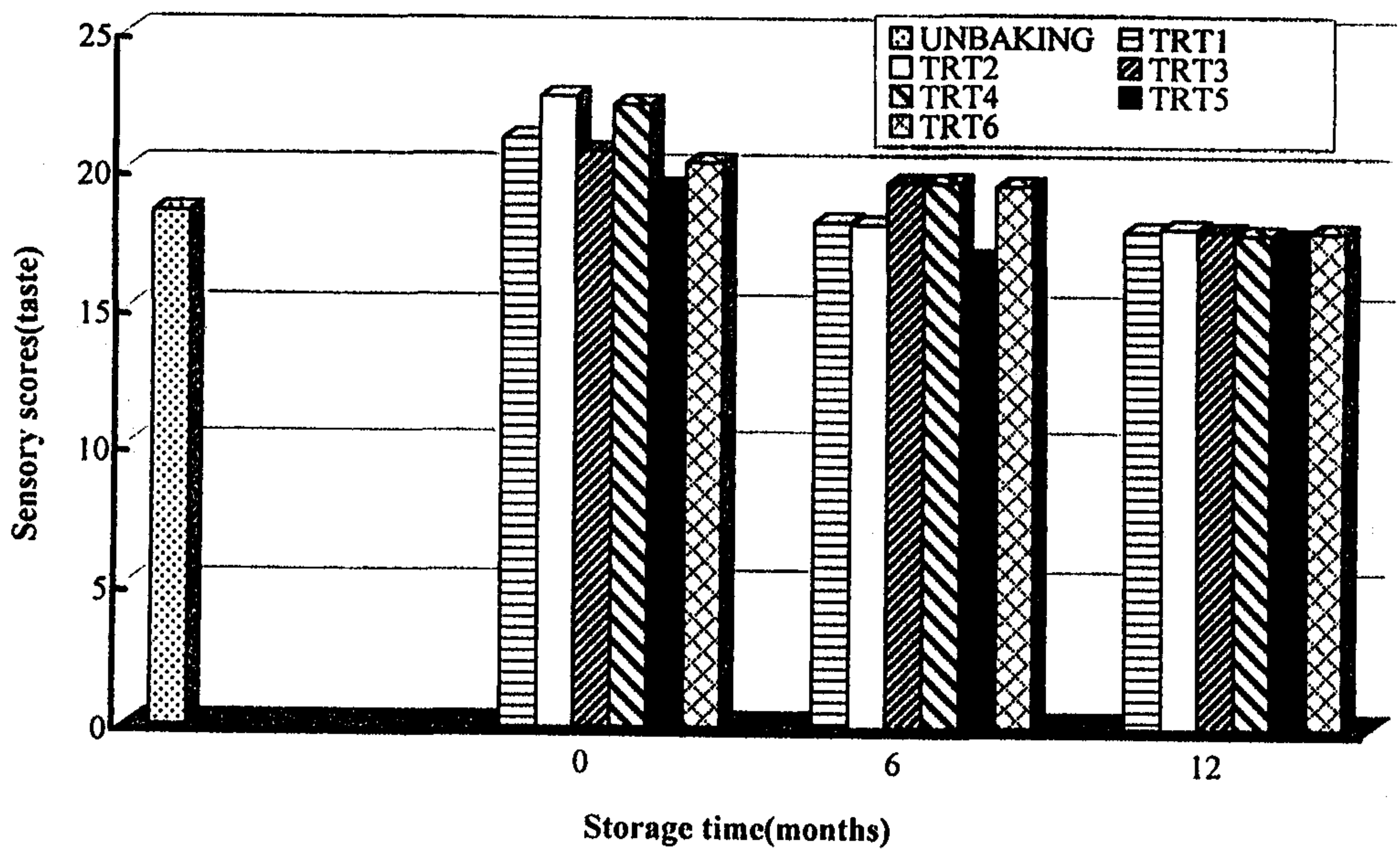
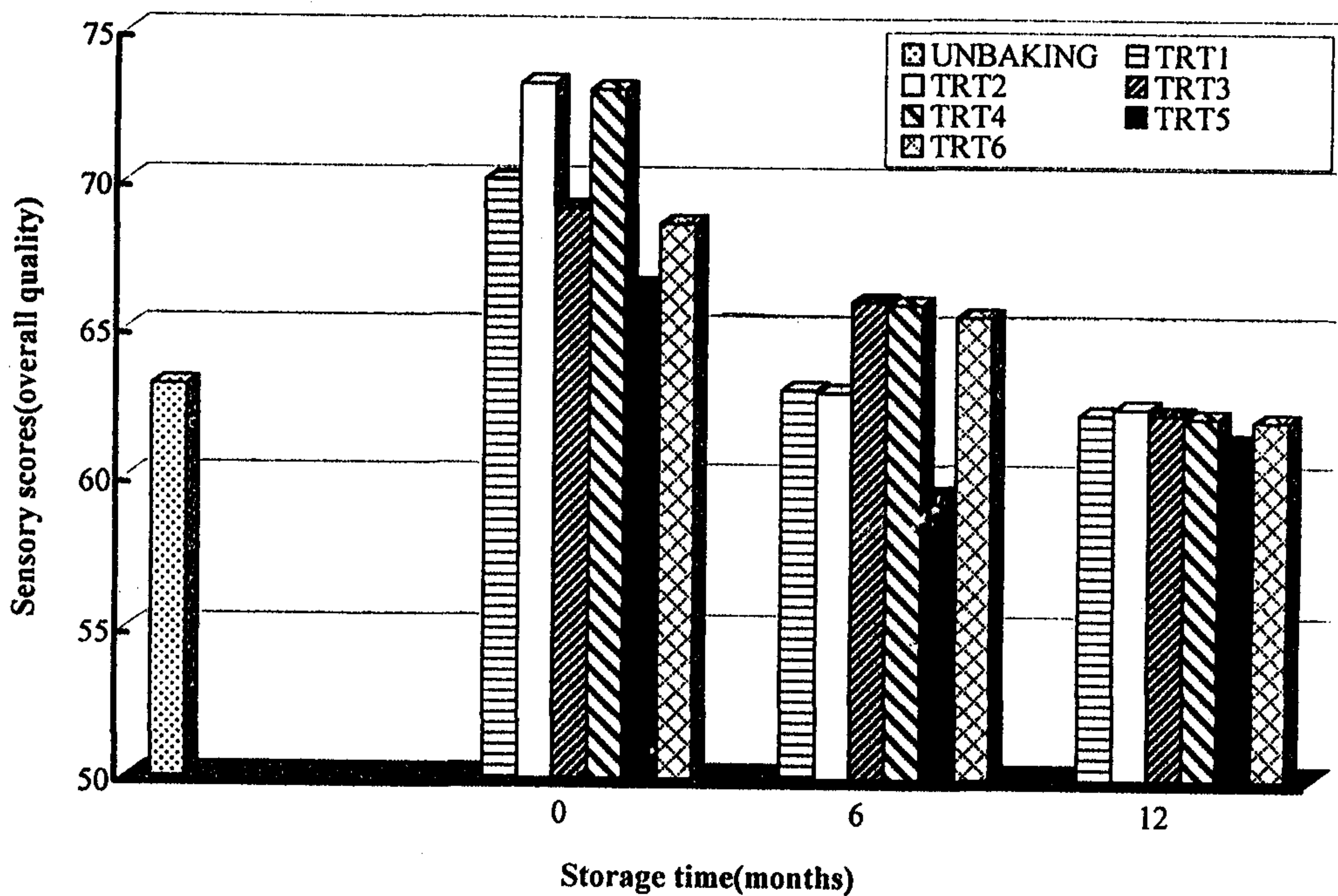


圖 7、烘焙方法與對包種茶貯藏性之影響（滋味）

Fig..7. Effects of storage time on the sensory scores of taste for Paochung tea

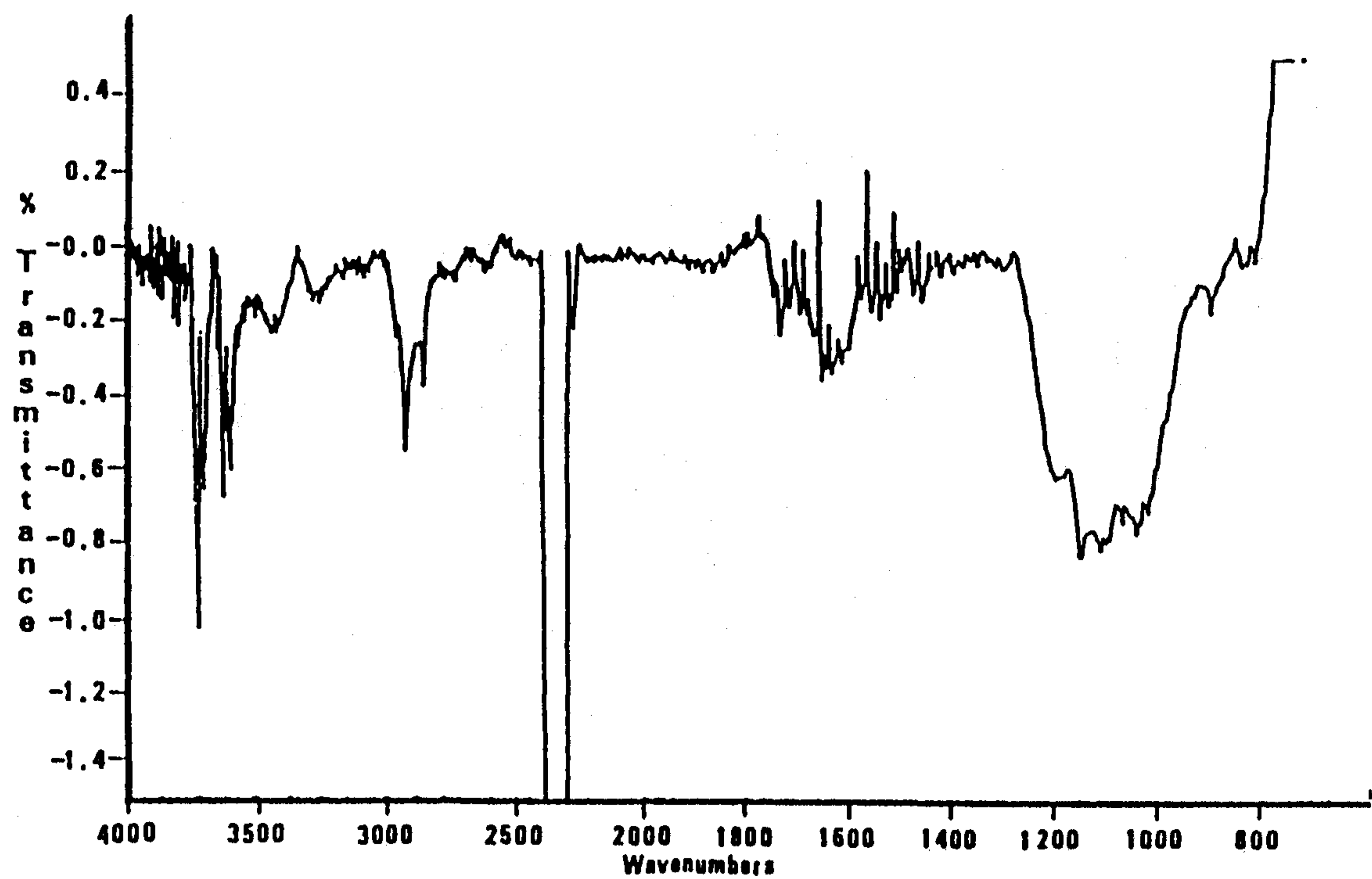
TRT1：炭焙—相思炭 TRT2：炭焙—龍眼炭 TRT3：電焙籠 TRT4：電焙籠+紅外線 TRT5：紅外線焙茶桶 TRT6：烘箱  
（烘焙六小時茶樣）



圖八、烘焙方法與對包種茶貯藏性之影響（總品質）

Fig..8. Effects of storage time on the sensory scores of overall quality for Paochung tea

TRT1：炭焙—相思炭 TRT2：炭焙—龍眼炭 TRT3：電焙籠 TRT4：電焙籠+紅外線 TRT5：紅外線焙茶桶 TRT6：烘箱  
（烘焙六小時茶樣）



圖九、包種茶遠紅外線吸收光譜  
Fig..9. FIR absorbtive spectrum of Paochung tea

# 包種茶製程期間感官特性與香氣變化之關係

陳玉舜\*

## 摘 要

四季春為本省製造包種茶主要品種之一，為能了解不同季節之茶菁在製造期間其感官特性與香氣變化之關係，作為提昇成茶品質製造技術之改進。本研究乃以不同季節之四季春品種製造期間的茶樣進行官能品質（包括花香味、海苔味、青草味、焙火味、油耗味及稻草味）分析與香氣成分之定量分析，並探討兩者於製造過程中之相關性。結果顯示春、冬季茶菁在製造期間之官能品質特性之變化大致相同，在茶菁以青草味之特性最強，直至炒菁階段則急遽轉弱，相對地在花香及海苔味則漸趨增強。此外，夏、秋季茶菁在製程中之官能特性變化則屬另一類型，其與春、冬茶主要之差別在於青草味之改變較不明顯，導致其主要香氣特性如花香味、海苔味之強度相對減弱。在官能品質特性與香氣成分變化之關係方面，經統計相關分析結果得知與花香味具正相關之揮發性成分包括 4-heptanone、linalool oxide、decanal、linalool、nerolidol、1,6-dimethyl-naphthalene、benzenemethanol、trans-beta-ionone-5,6-epoxide 與 nerolidol。與青草味具正相關之成分則包括 6-methyl-5-hepten-2-one、epoxylinalool、1H-indole、2-methyl naphthalene 及 2H-1-benzopyran-2-one。與海苔味具正相關之成分有 2-methoxy-4-(2-propenyl)-phenol、decanoic acid、2,7-dimethyl-naphthalene 及 dihydroactinidiolide。與焙火味具正相關之成分則有 methyl-2-hydroxy benzoate 及 2,3-dihydrobenzofuran。

關鍵字：包種茶、感官特性、香氣

## 前 言

包種茶是半發酵茶類的一種，亦為本省產量最大之茶類，由於包種茶具有獨特之清新幽雅的花香及滋味甘醇的性質，因此廣受大眾歡迎。唯包種茶在市售之價格相差懸殊，其主要原因乃受其特殊風味與滋味之強弱所影響，且不同品種、季節、產區與製造方法所製得成茶之風味特性差異甚大。諸如陳等（1996）指出包種茶其主要品種包括有金萱、青心烏龍、翠玉、四季春，針對不同品種所製得之包種茶，其風味差異明顯。一般而言，同一品種不同季節所製得之包種茶，其品質以春、冬茶優於夏、秋茶，此現象乃受到茶菁中化學成分不同及其在製造過程

所產生滋味與風味之特性強弱不一所致。有關製茶過程化學成分變化與品質的關係，國內外諸多學者曾研究過。陳（1994）及葉（1978）從事茶芽各部分之胺基酸與茶品質之關係研究時，發現大部分之胺基酸均與茶滋味與風味成顯著正相關，尤其是 lysine, glutamic acid, cystine, isoleucine 對色澤及香氣均有顯著正相關。阮等（1989）探討不同烘焙溫度與時間對包種茶化學成分與品質之影響，結果顯示茶葉中游離胺基酸、還原糖及蔗糖在烘焙時進行梅納反應及焦糖化作用，是產生茶葉烘焙香氣及茶湯水色褐化原因之一。此外，亦有李及林（1985）曾進行鐵觀音在製造過程中香味成分變化之探討。李等（1984）曾研究烏龍茶之香氣成分及其品質。國外方面亦曾對有關茶葉的揮發性成分之生成途徑加以研究（Chang & Lee, 1994; Roberts, 1958; Hazarika et al, 1983; Mahata et al, 1985; Kawakami et al., 1995; Springett et al., 1994）。綜觀上述研究，甚少探討茶葉製造過程其感官特性尤其是特殊香氣強度之改變及其與揮發性成分種類及含量變化之關係，本研究擬以四季春品種於不同季節採收後進行其製茶期間各階段半成品及成茶感官特性與香氣變化關係之探討，期能提供製茶業者之參考，改善製茶技術提昇成茶之品質。

## 材料與方法

### 一、實驗材料

以鹿谷茶區之特定茶農所種植不同季節之四季春品種的茶菁，於製造包種茶過程中之不同階段包括茶菁（Raw）、日光萎凋（Solar withered）室內靜置及攪拌之前、中、後期（Indoor withered I、II、III）、炒菁前後（Pan fired I、II）、揉捻（Rolled）及乾燥（Dried）等過程進行取樣，並立即放入冷凍庫內，於製茶完成後將所有樣品運回。

### 二、官能品質分析

#### （一）取樣沖泡條件：

基於製造過程樣品之水分含量不同，本試驗針對每一階段之樣品均換算與乾燥後即成茶相同水分含量之樣品重作為取樣標準，並以成茶：沖泡水量 = 1：50 之比例下以沸水沖泡 5 分鐘後倒出進行品評。

#### （二）品評方法：

採定量描述分析法（Quantitative Descriptive Analysis, QDA），先進行品評員篩選後，以每週二次，為期六個月的訓練，共選出十位能分辨各種香氣特性之品評員進行不同季節於製造過程的茶樣之官能品評，項目包括花香味（Floral）、海苔味（Seaweed）、青草味（Grassy）、焙火味（Fired）、油耗味（Rancidity）、稻草味（Strawy）等六種特性。評分以 9 分代表強度最大，1 分為最小。

### 三、香氣成分的單離（陳，1993）：

取適量四季春品種之茶樣置於 5 公升的三口圓底燒瓶後以 50ml 之 dichloromethane 為溶劑及以 1 ml 200ppm 之 ethyl decanolate 為內標準品，利用 Likens-Nickerson 水蒸汽蒸餾溶劑萃取法進行迴流萃取 2hr，所得之香氣單離液用分液漏斗分離水層，再以無水硫酸鈉去除殘餘水分。所得單離液以分子篩濃縮塔及吹氮氣進行初步之濃縮，使單離液中之溶劑量降至最低。

### 四、香氣單離液之定量分析：

香氣單離液以氣相層析儀（Gas Chromatography; GC）進行分析。GC 使用 HP5890 SeriesII；

檢測器為火焰離子偵測器 (Flame Ionization Detector; FID); Oven 初溫為 40°C, 於初溫維持 5 min, 而後以 2°C/min 之升溫速率升至終溫 220°C, 於終溫維持 75 min; 注射器與檢測器之溫度分別設定為 250 及 270°C; Column 使用 J&W SCIENTIFIC DB-Wax, 管柱長度為 50m, 管徑 0.32 mm, 膜厚 1  $\mu$ m; Carrier Gas 為 N<sub>2</sub>, 流速 1.2 ml/min, Split Ratio 為 50:1, sample 之注射量為 1  $\mu$ l。

#### 五香氣單離液之定性分析:

香氣單離液以氣相層析質譜儀 (GC-MS) 進行香氣成分的分析鑑定。使用 Hewlett-Packard 5890 之氣相層析儀連接 Hewlett-Packard MSD 來分析鑑定香氣化合物。操作條件與管柱形式與上述之 GC 相同, 質譜儀之離子強度為 70 ev, 離子源溫度為 250°C。

## 結果與討論

### 一、不同季節以四季春包種茶製造期間官能品質之變化情形

表一至表四為不同季節採收四季春品種之茶菁進行包種茶製造期間官能品質變化之情形。由結果得知, 本試驗所採用之六項香氣特性其變化大致可分為三類, 第一類屬變化較大且關係風味品質之特性包括花香味、海苔味與青草味, 第二類屬變化較小包括油耗味與稻草味, 第三類則於炒菁階段以後才產生之特性即焙火味, 此些風味特性之變化則受到茶葉中所含糖類、胺基酸、脂質、色素、單寧酸、多元酚....等成分於製造期間產生之化學反應所導致 (Chen et al, 1997)。表一為春季之四季春包種茶製造期間官能品質之變化情形, 由表中得知花香味在茶菁階段較微弱, 經過日光萎凋、室內萎凋、炒菁、揉捻、乾燥至成茶階段則有逐漸增強之趨勢。在海苔味的變化情形亦有同樣之現象。而在青草味方面, 由茶菁至萎凋階段則有稍微減弱之現象, 至炒菁階段時其強度由 5.8 明顯下降至 1.2, 其相關之主要香氣成分 6-methyl-5-hepten-2-one 由 3ppm 左右減少至 0.3ppm 而 1H-indole 則由 9.2ppm 降至 2.3ppm (見表五) 此時海苔味則相對地增強。另外, 焙火味則於炒菁階段後再逐漸增強, 此現象可能是於炒菁過程中還原糖與胺基酸產生梅納反應導致焙烤味之形成。上述特殊風味之強弱與茶葉中揮發性成分之變化有關。一般而言, 在茶葉製造過程中, 胺基酸在萎凋時含量最多, 經殺菁、揉捻等過程又減少, 可能是轉變成相關醣類而構成茶葉的香氣 (李, 1985; Saijo et al, 1970; Sanders et al., 1973)。另外, 在夏季與秋季所進行包種茶製造期間其特殊風味官能品評結果相近 (見表二與表三), 其與春季所產製過程主要差別在於青草味並未於製造期間消失, 只是稍微減弱, 且由其減弱的快慢與花香味增強的速度可了解其風味特性存在著相互影響。以夏茶為例, 其海苔味與青草味之強度在茶菁階段分別為 6.9 與 8.4, 而花香味則為 2.3, 經過日光與室內萎凋階段花香味逐漸增強, 直到成茶時海苔味與青草味則分別降至 3.3 與 4.2, 而花香味強度則提高至 7.5, 此過程其青草與海苔味之相關香氣成分諸如 6-methyl-5-hepten-2-one、epoxylinalool、1H-indole、2H-1-benzopyran-2-one、2-methoxy-4-(2-propenyl)-phenol、decanoic acid、2,7-dimethyl naphthalene 及 dihydroactinidiolide 之含量均是呈下降趨勢而花香味之主要相關成分諸如 4-heptanone、decanal 及 trans-geraniol 之含量則呈增加之現象。(見表五)。在秋茶方面, 花香味強度由茶菁 0.7 慢慢增加至炒菁階段 3.7 而後急遽增加至 7.5, 而海苔味之強度增加較花香味為慢, 相對地, 青草味強度則於製造期間逐漸下降, 尤其是在炒菁期間減弱程度最大, 此現象可能是青草味屬於易揮發性成分易受熱導致分解或逸散所致

(見表三)。在冬茶方面，其風味特性強度之變化情形與春茶相近，其青草味強度在製造期間由 8.2 降為 0.7，而花香味與海苔味則分別由 1.6 與 2.7 增強至 6.8 與 4.8，此階段之相關香氣成分之變化與春茶相近。同時焙火味增至 4.0，其相關香氣成分 methyl-2-hydroxy benzoate 及 2,3-dihydrobenzoate 之含量亦呈增加之現象(見表五)而油耗味則相當微弱只出現在炒菁前後階段，餘均未見(見表四)。綜觀上述不同季節之四季春包種茶，其風味特性之感官程度之變化與製造過程香氣成分含量變化之關係密切，藉此可了解製茶過程對成茶品質之影響以作為技術改進之參考。

#### 二 四季春包種茶製造期間官能品質特性與香氣成分變化之關係

表五為四季春包種茶製造期間官能品質特性與香氣成分變化之關係，由表中得知四季春品種由茶菁至成茶等九個階段，經氣相層析質譜儀分析鑑定得知其主要揮發性成分即含量較高約為 24 種左右。以四季春品種之茶菁於製造過程所進行每一階段其主要揮發性成分之定量分析，其結果與官能品評之特性強度進行統計相關分析，結果得知與花香味具正相關之揮發性成分包括 4-heptanone、linalool oxide、decanal、linalool、hotrienol、1,6-dimethyl-naphthalene、enzenemethanol、trans-beta-ionone-5,6-epoxide 與 nerolidol。與青草味具正相關之成分則包括 6-methyl-5-hepten-2-one、epoxylinalool、1H-indole、2-methyl naphthalene 及 2H-1-benzopyran-2-one。與海苔味具正相關之成分有 2-methoxy-4-(2-propenyl)-phenol、decanoic acid、2,7-dimethyl-naphthalene 及 dihydroactinidiolide。與焙火味具正相關之成分則有 methyl-2-hydroxy benzoate 及 2,3-dihydrobenzofuran。另外，與油耗味具正相關之成分為 2,4-heptadienal，負相關之成分為 benzaldehyde。與稻草味具正相關之成分為 hexadecane，負相關之成分則有 linalool oxide 與 linalool。有關上述揮發性成分之強弱乃受到茶菁於製造過程所影響，如表中 1H-indole 為帶有茉莉花香，是半發酵茶中極重要的香氣成分(陳，1993)與本試驗感官特性之花香味具正相關，此類香氣成分應是胺基酸於製茶過程中進行酵素反應或熱裂解反應而生成。在茶菁採收階段關係最鉅之青草味可能來自油脂衍生及 Terpene alcohols 衍生之香氣成分，例如 6-methyl-5-hepten-2-one，2-methyl naphthalene 與 2-H-1-benzopyran-2-one，此類成分與酵素反應關係不大(蔡，1997)。室內萎凋時其香氣成分主要還是由 Terpene alcohols 所衍生而成，但是從室內萎凋開始茶葉香氣成分之濃度即產生改變，包括由油脂衍生來的，由胺基酸衍生來的以及由 Terpenes 衍生來的香氣成分均有明顯的形成(Chen et al.,1997)。至殺菁階段由油脂衍生的及由胺基酸衍生來的香氣成分尤其在春、冬茶所呈現之青草味則逐漸減弱如 2-H-1-benzopyran-2-one 與 epoxylinalool，而夏、秋茶則減少不大，但是由 Terpene alcohols 所衍生的香味化合物卻明顯的減少，其原因可能是高熱處理而造成逸散所致。在此階段中由糖類所衍生來的香味成分亦開始增加，尤其到了揉捻、初乾以及成茶過程增加最為明顯，使得茶葉的青草味及青澀味逐漸減少，而漸漸演變成具有較重的焙火味及 Terpenes 衍生的香味。

表一 春季之四季春包種茶製造期間官能品質之變化情形

Table 1. Changes in sensory attributes of Pouchung tea produced in spring and made from Si Ji Chun variety during processing

| Processing           | Sensory attributes |           |           |          |           |           |
|----------------------|--------------------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|
| Step                 | Floral             | Seaweed   | Grassy    | Fired    | Rancidity | Strawy    |
| Raw                  | 1.8±0.2e*          | 2.7±0.3de | 7.2±0.4a  | 0        | 0.8±0.1a  | 0.8±0.1a  |
| Solar withered       | 1.6±0.1e           | 2.4±0.2e  | 6.8±0.3ab | 0        | 0.8±0.1a  | 0.2±0.1b  |
| Indoor withered(I)   | 2.4±0.2d           | 2.9±0.3d  | 5.4±0.3c  | 0        | 0.3±0.1b  | 0.2±0.1b  |
| Indoor withered(II)  | 2.6±0.3d           | 3.2±0.2d  | 5.8±0.4c  | 0        | 0.3±0.1b  | 0.5±0.1ab |
| Indoor withered(III) | 3.6±0.3c           | 5.2±0.4c  | 1.2±0.1d  | 0.6±0.1c | 0         | 0.2±0.1b  |
| Pan fired(I)         | 3.8±0.3c           | 6.1±0.3b  | 0         | 3.6±0.3a | 0         | 0         |
| Pan fired(II)        | 5.6±0.3b           | 5.8±0.4bc | 0         | 2.2±0.2b | 0         | 0.2±0.1b  |
| Rolled               | 5.8±0.3b           | 6.7±0.3a  | 0         | 2.6±0.2b | 0         | 0.3±0.1b  |
| Dried                | 7.2±0.4a           | 6.8±0.4a  | 0         | 2.4±0.3b | 0         | 0.3±0.1b  |

All data were the average of 10 well-trained panelists and 2 replications.

\*a-e Means within each column with different superscripts are significantly different (p<0.05)

表二 夏季之四季春包種茶製造期間官能品質之變化情形

Table 2. Changes in sensory attributes of Pouchung tea produced in summer and made from Si Ji Chun variety during processing

| Processing           | Sensory attributes |           |          |           |           |           |
|----------------------|--------------------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|
| Step                 | Floral             | Seaweed   | Grassy   | Fired     | Rancidity | Strawy    |
| Raw                  | 2.3±0.2f*          | 6.9±0.4b  | 8.4±0.4a | 0         | 0         | 4.6±0.3a  |
| Solar withered       | 4.2±0.3e           | 6.4±0.3c  | 7.8±0.4a | 2.1±0.2c  | 0.5±0.1b  | 5.0±0.1a  |
| Indoor withered(I)   | 7.5±0.4b           | 7.5±0.3a  | 8.1±0.3a | 0.8±0.1e  | 0         | 4.1±0.4b  |
| Indoor withered(II)  | 7.2±0.3bc          | 7.6±0.4a  | 8.2±0.3a | 1.3±0.2d  | 0         | 2.8±0.2cd |
| Indoor withered(III) | 6.3±0.4d           | 7.3±0.4ab | 6.7±0.3b | 1.6±0.2cd | 0.6±0.1b  | 3.3±0.2c  |
| Pan fired(I)         | 8.3±0.4a           | 5.0±0.2d  | 6.6±0.3b | 3.8±0.3a  | 1.6±0.3a  | 2.5±0.3d  |
| Pan fired(II)        | 6.8±0.3c           | 4.6±0.3e  | 6.2±0.4b | 2.8±0.2b  | 0         | 2.3±0.2d  |
| Rolled               | 8.5±0.3a           | 5.0±0.2d  | 5.1±0.3c | 3.8±0.2a  | 0.7±0.1b  | 2.1±0.1de |
| Dried                | 7.5±0.3b           | 3.3±0.3f  | 4.2±0.1d | 4.1±0.3a  | 0         | 1.7±0.2e  |

All data were the average of 10 well-trained panelists and 2 replications.

\*a-f Means within each column with different superscripts are significantly different (p<0.05)

表三 秋季之四季春包種茶製造期間官能品質之變化情形

Table 3. Changes in sensory attributes of Pouchung tea produced in autumn and made from Si Ji Chun variety during processing

| Processing           | Sensory attributes |          |           |           |           |          |
|----------------------|--------------------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| Step                 | Floral             | Seaweed  | Grassy    | Fired     | Rancidity | Strawy   |
| Raw                  | 0.7±0.2d*          | 2.1±0.2f | 8.6±0.1a  | 0         | 0         | 1.4±0.3a |
| Solar withered       | 2.5±0.2 c          | 3.3±0.2e | 8.2±0.3a  | 1.4±0.3d  | 0         | 0.8±0.2b |
| Indoor withered(I)   | 2.1±0.2c           | 3.6±0.3d | 8.5±0.2a  | 1.7±0.2cd | 0         | 1.6±0.3a |
| Indoor withered(II)  | 3.3±0.4b           | 2.8±0.2e | 6.7±0.3b  | 2.1±0.3c  | 0         | 0.8±0.1b |
| Indoor withered(III) | 2.3±0.2c           | 4.2±0.3c | 7.4±0.cb  | 0.7±0.3e  | 0         | 0.7±0.1b |
| Pan fired(I)         | 3.7±0.3b           | 2.4±0.2f | 3.2±0.4cd | 3.2±0.4b  | 0.6±0.1a  | 0.6±0.2b |
| Pan fired(II)        | 7.5±0.2a           | 3.6±0.3d | 4.1±0.3c  | 1.7±0.2cd | 0         | 0        |
| Rolled               | 8.0±0.3a           | 5.2±0.4d | 4.0±0.2c  | 4.0±0.3a  | 0.3±0.2a  | 0        |
| Dried                | 7.6±0.4a           | 6.2±0.3a | 2.6±0.5d  | 2.0±0.2c  | 0         | 0        |

All data were the average of 10 well-trained panelists and 2 replications.

\*a-f Means within each column with different superscripts are significantly different ( p<0.05 )

表四. 冬季之四季春包種茶製造期間官能品質之變化情形

Table 4. Changes in sensory attributes of Pouchung tea produced in winter and made from Si Ji Chun variety during processing

| Processing           | Sensory attributes |           |          |          |           |        |
|----------------------|--------------------|-----------|----------|----------|-----------|--------|
| Step                 | Floral             | Seaweed   | Grassy   | Fired    | Rancidity | Strawy |
| Raw                  | 1.6±0.2d*          | 2.7±0.3cd | 8.2±0.3a | 0        | 0         | 0      |
| Solar withered       | 1.8±0.2 d          | 1.2±0.2e  | 8.2±0.2a | 1.8±0.2e | 0         | 0      |
| Indoor withered(I)   | 2.2±0.3c           | 2.3±0.4d  | 8.6±0.2a | 0.9±0.3f | 0         | 0      |
| Indoor withered(II)  | 2.7±0.2c           | 2.6±0.3d  | 8.4±0.3a | 1.7±0.2e | 0         | 0      |
| Indoor withered(III) | 3.8±0.3b           | 3.2±0.3c  | 3.8±0.4b | 0.9±0.2f | 0.9±0.2a  | 0      |
| Pan fired(I)         | 4.2±0.2b           | 4.6±0.3ab | 4.1±0.2b | 3.4±0.3c | 0.3±0.3b  | 0      |
| Pan fired(II)        | 6.1±0.3a           | 5.2±0.4a  | 1.1±0.2c | 2.8±0.3d | 0         | 0      |
| Rolled               | 5.4±0.4b           | 4.3±0.3b  | 1.6±0.3c | 5.2±0.4a | 0         | 0      |
| Dried                | 6.8±0.3a           | 4.8±0.2a  | 0.7±0.2d | 4.0±0.4b | 0         | 0      |

All data were the average of 10 well-trained panelists and 2 replications.

\*a-f Means within each column with different superscripts are significantly different ( p<0.05 )

表五 四季春包種茶製造期間官能品質特性與香氣成分變化之關係

Table 5. Correlation between the changes in sensory attributes with important volatile compounds of Pouchung tea made from Si Ji Chun variety during processing

| Volatile compounds              | Content range(ppm)* | Sensory attributes & Correlation coefficient |
|---------------------------------|---------------------|----------------------------------------------|
| 4-heptanone                     | 8.6—3.4             | floral(+0.72)**                              |
| benzaldehyde                    | 0.2—0               | rancidity(—0.53)                             |
| 6-methyl-5-hepten-2-one         | 3.2—0.3             | grassy(+0.64)                                |
| 2,4-heptadienal                 | 1.2—0               | rancidity(+0.43)                             |
| benzenemethanol                 | 0.9—0.1             | floral(+0.62)                                |
| linalool oxide                  | 9.4—0.7             | strawy(—0.72); floral(+0.74)                 |
| linalool                        | 11.3—1.3            | strawy(—0.52); floral(+0.68)                 |
| hotrienol                       | 1.8—0.2             | floral(+0.62)                                |
| epoxylinalool                   | 4.2—0.1             | grassy(+0.52)                                |
| methyl-2-hydroxy benzoate       | 1.2—0.2             | fired(+0.72)                                 |
| decanal                         | 3.2—0.8             | floral(+0.81)                                |
| 2,3-dihydrobenzofuran           | 1.1—0.1             | fired(+0.58)                                 |
| trans-geraniol                  | 7.6—1.6             | floral(+0.76)                                |
| 1H-indole                       | 9.2—2.3             | floral(+0.76); grassy(+0.81)                 |
| 2-methyl naphthalene            | 1.0—0.1             | floral(+0.72); grassy(+0.72)                 |
| 2-methoxy-4-(2-propenyl)-phenol | 0.6—0               | seaweed(+0.47)                               |
| decanoic acid                   | 1.1—0               | seaweed(+0.58)                               |
| 2,7-dimethylnaphthalene         | 1.2—0               | seaweed(+0.63)                               |
| 2H-1-benzopyran-2-one           | 1.6—0.3             | grassy(+0.72)                                |
| 1,6-dimethyl naphthalene        | 0.9—0.1             | floral(+0.67)                                |
| trans-beta-ionone-5,6-epoxide   | 1.1—0.2             | floral(+0.62)                                |
| dihydroactinidiolide            | 1.6—0.3             | seaweed(+0.58)                               |
| nerolidol                       | 1.7—0.2             | floral(+0.62)                                |
| hexadecane                      | 0.7—0               | strawy(+0.43)                                |

\* : Data analyses for different seasons

\*\*(+) : positively correlation ( $p < 0.05$ )(—) : negatively correlation ( $p < 0.05$ )

## 誌 謝

本研究係執行行政院國家科學委員會計劃 (NSC85-2321-B-241-001) 之部份實驗結果，特致謝忱。

## 參考文獻

1. 阮逸明、張如華、張連發.1989.不同烘焙溫度與時間對包種茶化學成分與品質之影響。台灣省茶業改良場七十六年年報。
2. 李敏雄、林基增. 1985. 鐵觀音在製造過程中香味成分之變化, 中國農業化學會誌 23 (1-2) : 127-132。
3. 李敏雄、陳漢龍、林基增、阮逸明. 1984. 烏龍茶之香氣成分及其品質. 食品科學 11 (1-2) : 126-133。
4. 陳國任、蔡文福.1992. 缺水及不同溫度處理對茶葉芽茶化學成分及製茶品質之影響, 台灣茶業研究彙報 11 : 31-44
5. 陳國任.1994. 東部茶區早春及晚冬時期茶樹芽葉生長模式與化學成分之研究, 台灣茶業研究彙報 13 : 27-40。
6. 陳玉舜、1993、包種茶官能品質分析及包裝改進之研究.國立中興大學食品科學研究所博士論文。
7. 陳玉舜、1997. 以不同品種茶葉所製得包種茶之特殊風味形成之探討 中華民國行政院國家科學委員會期末報告。
8. 葉速卿、吳振鐸.1978.半醱酵茶製造過程中茶葉主要成分之變化與茶品質之關係研究.中國農業化學會誌 16: (3,4) 123-131。
9. 蔡宏仁.1997.不同產季、製程與品種所製成包種茶風味形成之比較.大葉工學院食品工程研究所碩士論文。
10. Chang, R-H and; Lee M-H.1994. Effect of temperature and time of withering and fermentation on pouchung tea quality . J. Agric. Food Chem. 32(5) : 469-485 .
11. Chen,Y.S., Tasy,H.R. and Yu,T.H. Studies on the formation of special aroma compounds of Pouchung tea made from different varieties. The 9<sup>th</sup> International Flavor Conference George Charalambous Mermorial Symposium. 1-4 July 1997,Limnose, Greece.
12. Kawakami, M. , Ganguly, S. , Banerjee, J.and Kobayashi, A. .1995. Aroma composition of Oolong tea and black tea by brewed extraction method and characterizing compounds of Darjeeling tea aroma. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi. 42(3) : 200-207.
13. Mahanta, P.K., Hazarika, M. and Takeo, T. .1985. Flavor volatiles and lipids in various components of tea shoots *Camellia sinensis*, (L.), O. Kuntze. J. Sci. Food Agric. 36 : 1130-1132.
14. Mahata, P. K. and Hazarika, M. .1985. Chorophylls and Degradation products in Orthodox and CTC black teas and their influence on shade of colour and sensory quality in relation to thearubigins. J. Sci. Food Agric. 36 : 1133-1139.

15. Roberts, E. A. H. .1958. The chemistry of tea manufacture. J. Sci. Food Agric. 9:381-384.
16. Saijo, R. and Takeo, T. .1970. The formation of aldehydes from amino acid by tea leaves extracts. Agric. Biol. Chem. 34(2) : 227-233.
17. Saijo, R. and Takeo, T. .1970. The production of phenylacetaldehyde from L-phenylalanine in tea fermentation. Agric. Biol. Chem. 34(2) : 222-226.
18. Sandreson, G. W. and Graham, H. N. .1973. On the formation of black tea aroma. J. Agric. Food Chem. 21(4) : 576-585.

# Correlation between the Changes in Sensory Attributes and Aroma of Pouchung Tea During Processing

Yuh Shuen Chen\*

## Abstract

Si Ji Chun is one of the dominant varieties for Pouchung tea manufacture. In order to promote the quality of made tea and evaluate the processing technique, this study was focus on the correlation between the changes in sensory attributes with volatile compounds of Pouchung tea made from Si Ji Chun variety during processing. Sensory evaluation ( including floral 、 seaweed 、 grassy 、 fired 、 rancidity and strawy ) was done by quantitative descriptive analyses ( QDA ) method and quantitative analyses of aroma was done by using GC & GC-MS. Results showed the changes in sensory attributes of Si Ji Chun during processing made in spring and winter were similar but different from those made in summer and autumn. Pouchung teas made in spring and winter showed the high intensity of grassy at the raw stage and low at the pan fired stage. The intensity of floral and seaweed increased through processing. For Pouchung teas made in summer and autumn, the intensity of grassy only changed slightly during processing. It caused that the intensities of floral & seaweed were weak.

The statistical results for the correlation between the changes is sensory attributes with aroma compounds of Si Ji Chun during processing showed positively correlation between floral with volatile compounds including 4-heptanone 、 linalool oxide 、 decanal 、 linalool 、 hotrienol 、 1.6-dimethyl-naphthale 、 benzenemethanol 、 trans-beta-ionone-5.6-epoxide and nerolidol. The 6-methyl-5-hepten-2-one 、 epoxylinool 、 1H-indole 、 2-methyl naphthalene and 2H-1-benzopyran-2-one were positively correlated to the grassy aroma. The 2-methoxy-4-(2-propenyl)-phenol 、 decanoic acid 、 2.7-dimethyl-naphthalene and dihydroactinidiolide were positively correlated to the seaweed aroma. The methyl-2-hydroxy benzoate and 2.3-dihydrobenzofuran were positively correlated to the fired aroma.

**Key words :** Pouchung Tea, Sensory Attributes, Aroma

---

\* Department of Food Nutrition, HungKuang Institute of Technology

# 茶樹酯酶同功酶與親緣關係之研究

蔡右任<sup>1</sup>

## 摘 要

以青心烏龍、青心大有、漢口及其雜交  $F_1$  後代，以及再與青心烏龍為父本之雜交  $F_2$  後代，阿薩姆共 15 個品種（系）為材料，分析其酯酶同功酶之電泳圖譜，藉以比較各品種（系）間相似度。結果顯示電泳圖譜條帶分布有 16 條，各品種（系）譜條帶分布有 9 至 13 條不等，基本酶譜條帶有 8 條， $R_f$  分別為 0.12、0.38、0.40、0.47、0.50、0.52、0.59、0.63，出現頻度 86.7 % 以上，而  $R_f$  0.36、0.44、0.56 出現頻度在 73.3 至 53.3 % 之間，特有條帶  $R_f$  0.17、0.33、0.42、0.45、0.48 出現頻度則在 40 % 以下。

經聚類分析其相似度在 40-50 % 時，可分為兩大類群，以青心烏龍為父本之  $F_2$  代選育新品系及台茶 12 號為一類群(I)，而青心烏龍、青心大有、漢口及其雜交  $F_1$  後代為另一類群(II)，並顯示以青心烏龍為雜交父本之  $F_2$  代，其與青心烏龍、青心大有、漢口的相似度在 30% 以下。

## 前 言

台灣茶樹品種約百餘種，其中包括野生茶樹、地方品系、引進品種、育成品種等<sup>(5)</sup>，農藝性狀上有些品種並不容易區分<sup>(16)</sup>，親緣相關性資料也缺乏，當進行雜交育種時，就育種目標在親本選擇上，只能從親本外觀性狀、生長狀況、適製茶類等相關資料去判別決定。而茶樹屬屢異交作物，遺傳行為複雜，雜交後代變異極大，其與親本相似性如何？本試驗以同功異構酶作為親緣相關指標，就本場現有品種及品系為材料，進行同功異構酶分析。以瞭解親緣相關作為育種時，親本選擇之依據。

長年作物雖能以型態差異如葉型、葉脈分支、茸毛、果實性狀等區分不同品種，但這些都可能受環境及栽培方式影響而改變<sup>(9,16)</sup>。因此一種穩定且不易受其他因子影響的遺傳指標工具是極重要的，同功異構酶已成功地被應用於各種作物，作為品種鑑定指標<sup>(1,3,14,15)</sup>。其中最多被分析作為指標的同功異構酶有酯酶「芳（香）基酯酶」(EST, Arylesterase EC-3.1.1.2)、穀氨酸草醯乙酸轉胺酶(GOT, Glutamate-oxaloacetate transaminase EC-2.6.1.1)、蘋果酸去氫酶(MDH, Malate dehydrogenase EC-1.1.1.37)、磷酸葡萄糖異構酶(PGI, Phosphoglucose isomerase EC-5.3.1.9)、磷酶葡(萄)糖變位酶(PGM, Phosphoglucomutase EC-2.7.5.1)、過氧化酶(PRX, Peroxidase EC-1.11.1.7)、

---

1 台灣省茶業改良場文山分場分場長

莽草酸去氫酶(SKDH, Shikimate dehydrogenase EC-1.1.1.25)、超氧歧化酶(SOD, Superoxide dismutase EC-1.15.1.1) (1,2,3,6,7,8,9,10,11,12,13,17)。

以上同功異構酶經凝膠電泳染色後，呈現不同數目及距離的帶狀分布異構酶圖譜(zymogram)，分析這些圖譜的差異性，可鑑定親緣關係、品種純度、遺傳連鎖性等<sup>(7,8,9,11)</sup>。本試驗就應用此方式對茶樹品種間差異進行分析，以連鎖群(Linkage cluster)估算各品種(系)間同功異構酶條帶的相似程度，確立品種(系)間的親緣關係。

## 材料與方法

### 一、試驗材料

取樣來自同一生長條件下之文山分場品種園，計 15 個品種或品系，分類成兩類，進行分析比較。

#### (一) 77 年選育部份發酵茶新品系：

51-14, 51-34, 51-67, 51-69, 51-122 (以青心烏龍為父本之雜交後代)。

#### (二) 父母本及對照品種部份：

台茶 12 號、青心大有、青心烏龍、紅心烏龍、台茶 6 號、漢口、台農 8 號、台茶 13 號、大有、阿薩姆。

### 二、分析方法：

#### (一) 酶抽取方法

採生長至 1 心 5 葉時的新梢，取第 4 葉 50 片分別清洗擦乾，以液態氮冷凍敲碎混合成一個樣品後，貯藏於-20℃下備用。

稱取 0.3g 冷凍葉片樣品，置入陶瓷研鉢中，加入 0.2g PVPP 防止樣品褐化，以液態氮研磨細碎後，加入 1.5ml 抽取緩衝液(0.1M Tris-HCl, pH 7.2, 10% Glycerol, 0.02% 2-Mercaptoethanol)，再加以研磨均質混合。

倒入 2ml 微離心管中，以 10,000rpm，-4℃下，離心 20 分鐘，取上層液再離心一次，取澄清液 500  $\mu$ l，加入 10  $\mu$ l 含 0.1% bromophenol Blue 追蹤染色劑。

#### (二) 電泳方法：

電泳以 Bio-Rad(Protein II xi)垂直式聚丙烯醯胺膠體系統，膠體長×寬×厚=200×200×1.5mm，依據 Shields *et al.*(1983)修改之方法<sup>(14)</sup>，分離膠濃度為 10%，pH 8.9，濃縮膠濃度為 4.5%，pH 6.7，上下電泳槽之緩衝液為 0.85M Tris-Gly。

每槽樣品量 90  $\mu$ l，電泳於 0-4℃下，以起始電壓 100V，電泳至分離膠電壓改為 210V，電泳至追蹤染色泳動至膠體底端 1.5 cm處即停止電泳，取出膠體進行染色。每個品種系樣品皆進行三重複抽取及電泳分析。

#### (三) 酯酶同功酶染色方法：

酯酶(EST, Arylesterase)染色方法則依據 Vallejos 氏修改後之方法<sup>(15)</sup>。

稱取各 100mg 的  $\alpha$ -Naphthyl acetate 及  $\beta$ -Naphthyl acetate 溶於 8ml 丙酮中。稱取 Fast Blue RR Salt 200mg 溶於 200ml 磷酸緩衝液(pH 6.2)中。

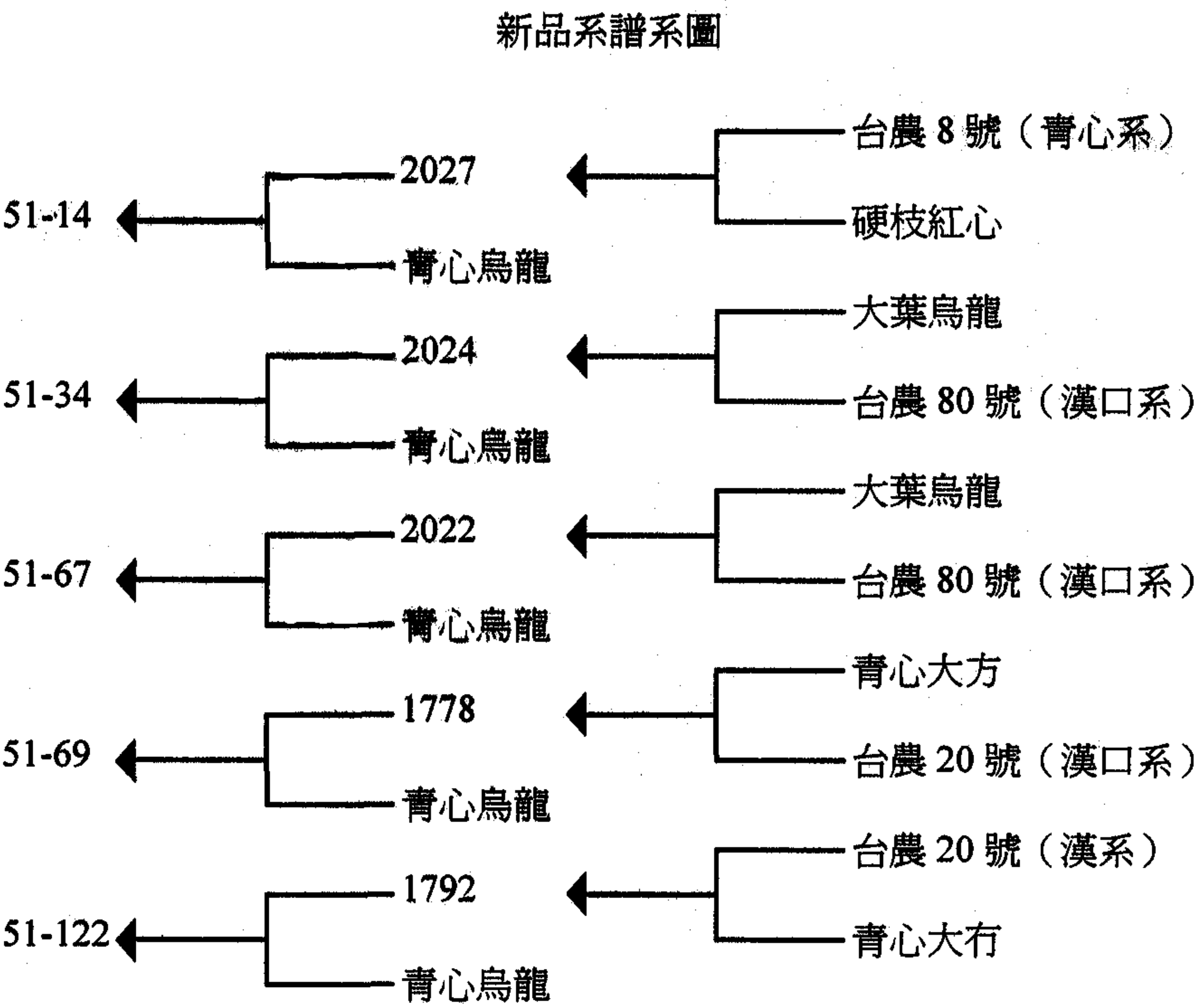
染色前將兩溶液混合，將膠片浸於其中，於室溫黑暗下染色 8 小時。將染色後之膠片，以水：醋酸：酒精(1.5:1.5:1)混合液進行脫色。

(四)酶譜掃描及聚類分析：

脫色後的膠片，以一般光學掃描器以 256 灰階掃描成圖檔，再以 BIO-PROFIL 1D++軟體進行判讀酶譜條帶，並作聚類分析。

結果與討論

在參試的材料上是以 77 年選育部份發酵茶新品系為分析主軸，蓋因其是以青心烏龍為父本的雜交 F<sub>2</sub> 後代，如下新品系譜系所示圖，並以其母本及青心烏龍天然雜交種或近緣種作為材料，比較青心烏龍的遺傳行為。



表一、茶樹新品系及對照品種之葉部性狀

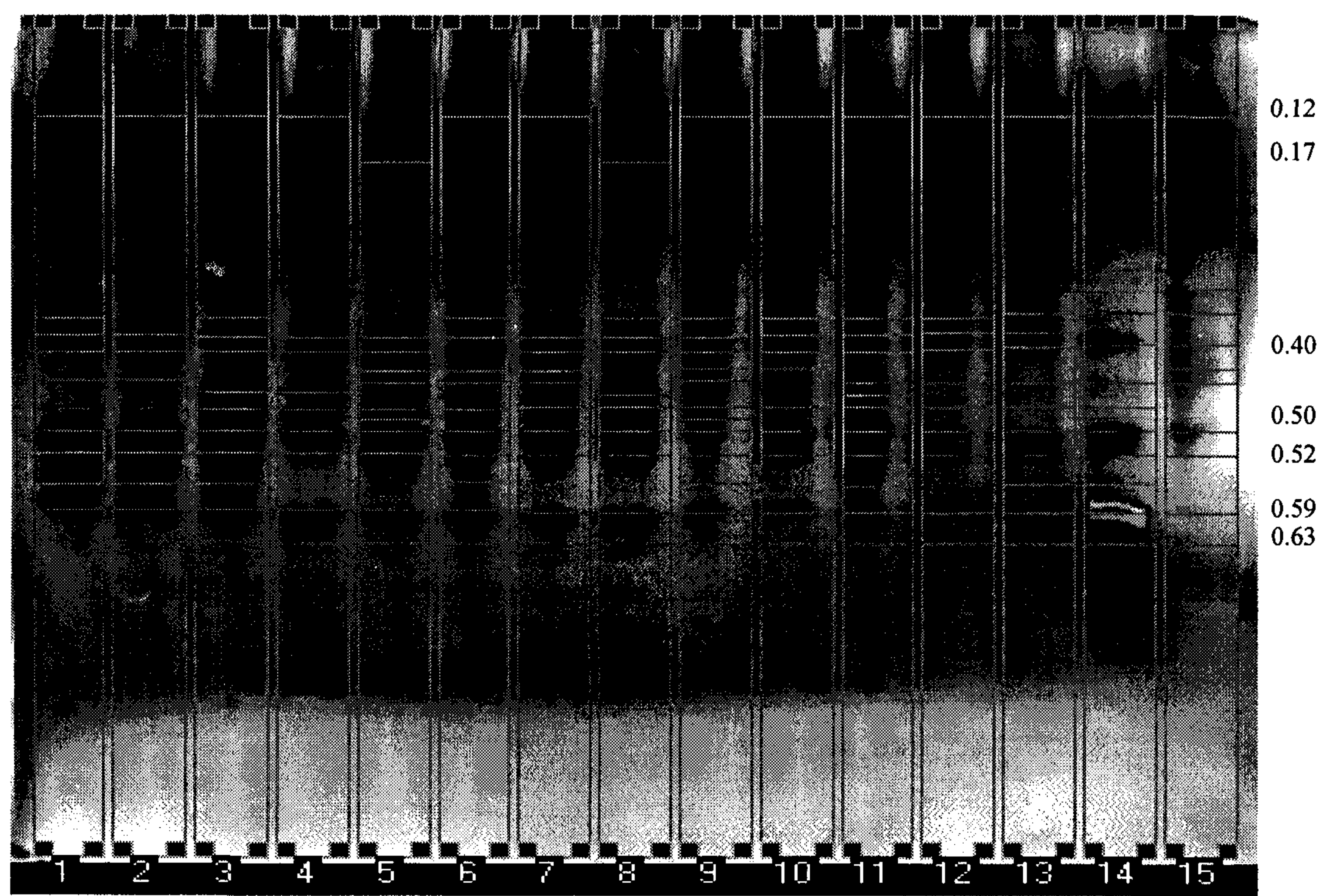
Table 1. The leaf characteristics of new strains and varieties.

| 種系<br>性狀                  | 51-14 | 51-34 | 51-67 | 51-69 | 51-122 | 台茶 12 號 | 青心大冇 | 青心烏龍 |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|---------|------|------|
| 百芽重<br>(g/100 芽)          | 97.4  | 112.6 | 90.4  | 84.4  | 79.0   | 98.8    | 97.1 | 69.4 |
| 葉面積<br>(cm <sup>2</sup> ) | 12.7  | 14.5  | 14.8  | 11.0  | 10.2   | 14.0    | 11.0 | 9.9  |
| 葉長寬比                      | 2.41  | 2.45  | 2.33  | 2.67  | 2.78   | 2.20    | 2.48 | 2.65 |

\*三年之調查平均值

由表一新品系及對照品種之葉部性狀分析，其各項值在品種（系）間的差異，51-69 與 51-122 兩品系間較相似，與其他品種（系）農藝性狀較容易區分，青心烏龍在葉片大小上明顯較小，其餘品種（系）則性狀差異區分不大，且芽色及茸毛多寡亦相似，如借此數值來判別品種（系）則實屬不易，也易發生誤差<sup>(5,17)</sup>。

圖1 茶樹酯酶同功酶電泳Rf圖  
Fig 1. Zymogram of easterase isozymes found in leaf of tea plants.



1:51-14, 2:51-34, 3:51-67, 4:51-69, 5:51-122, 6:台茶12號, 7:青心大有,8:青心烏龍,  
9:台茶6號, 10:紅心烏龍, 11:漢口, 12:台茶13號, 13:大有, 14:台農8號, 15:阿薩姆

由圖一及表二得知茶樹酯酶同功酶各可出現16個不同條帶，各品種系出現條帶有9至13條不等，其中Rf= 0.50、0.52、0.59、0.63 條帶出現頻度為100%，Rf= 0.12、0.38、0.40、0.47條帶出現頻度在93.3-86.7%之間，此為茶樹酯酶同功酶的基本條帶，其中51-122及青心烏龍並不具有Rf= 0.12的條帶，而出現Rf= 0.17的條帶，台茶12號沒有Rf=0.40條帶，與51-34及阿薩姆缺少Rf=0.47的條帶較為特殊。

表二、茶樹酯酶同功酶酶帶出現頻度

Table 2 . Frequency of esterase isozyme bands of tea plant.

|              |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 酶帶編號         | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   | 16   |
| 酶帶距離<br>(Rf) | 0.12 | 0.17 | 0.33 | 0.36 | 0.38 | 0.40 | 0.42 | 0.44 | 0.45 | 0.47 | 0.48 | 0.50 | 0.52 | 0.56 | 0.59 | 0.63 |
| 出現頻度<br>(%)  | 86.7 | 13.3 | 6.7  | 73.3 | 86.7 | 93.3 | 33.3 | 73.3 | 26.7 | 86.7 | 13.3 | 100  | 100  | 53.3 | 100  | 100  |

Rf=0.36、0.44、0.56出現頻度在73.3至53.3%之間，缺少Rf=0.36條帶的品種系有51-34、51-69、51-122、青心大有，又51-69、51-122其親本是由青心大有及台農20號正反交產生，由此可得知青心大有或其後代都可能產生此缺帶，可作為品種鑑定之用。缺少Rf=0.44條帶的品種系有51-67、51-69、青心烏龍、紅心烏龍，缺少Rf=0.56條帶的品種系有51-69、51-122、青心大有、青心烏龍，紅心烏龍、台茶13號、阿薩姆，由此可見在51-69、青心烏龍、紅心烏龍三個品種系中皆無Rf=0.44、0.56這兩個條帶，顯示青心烏龍在雜交時此酶帶可能與另一親本形成互補帶的作用<sup>(4)</sup>。

特有條帶Rf=0.17、0.33、0.42、0.45、0.48出現頻度則在40%以下，Rf= 0.17為51-122及青心烏龍所特有的條帶，Rf= 0.33只有阿薩姆具有此條帶，51-122、台茶12號、青心大有、台茶6號、紅心烏龍具有Rf=0.42條帶，51-67、51-69、青心烏龍、台茶6號具有Rf=0.45條帶，51-14、51-34、51-67、台茶12號、漢口、台茶13號、大有、台農8號具有Rf=0.48條帶，雖然具有各類特殊條帶，但從電泳圖譜直接作品種系鑑別仍有困難，因此進行其遺傳連鎖群(Linkage cluster)之相似程度(UPGMA)估算，以分析品種系間之親緣關係<sup>(1)</sup>。

表三、茶樹酯酶同功酶之相似度矩陣數值表(Nei's estimate)

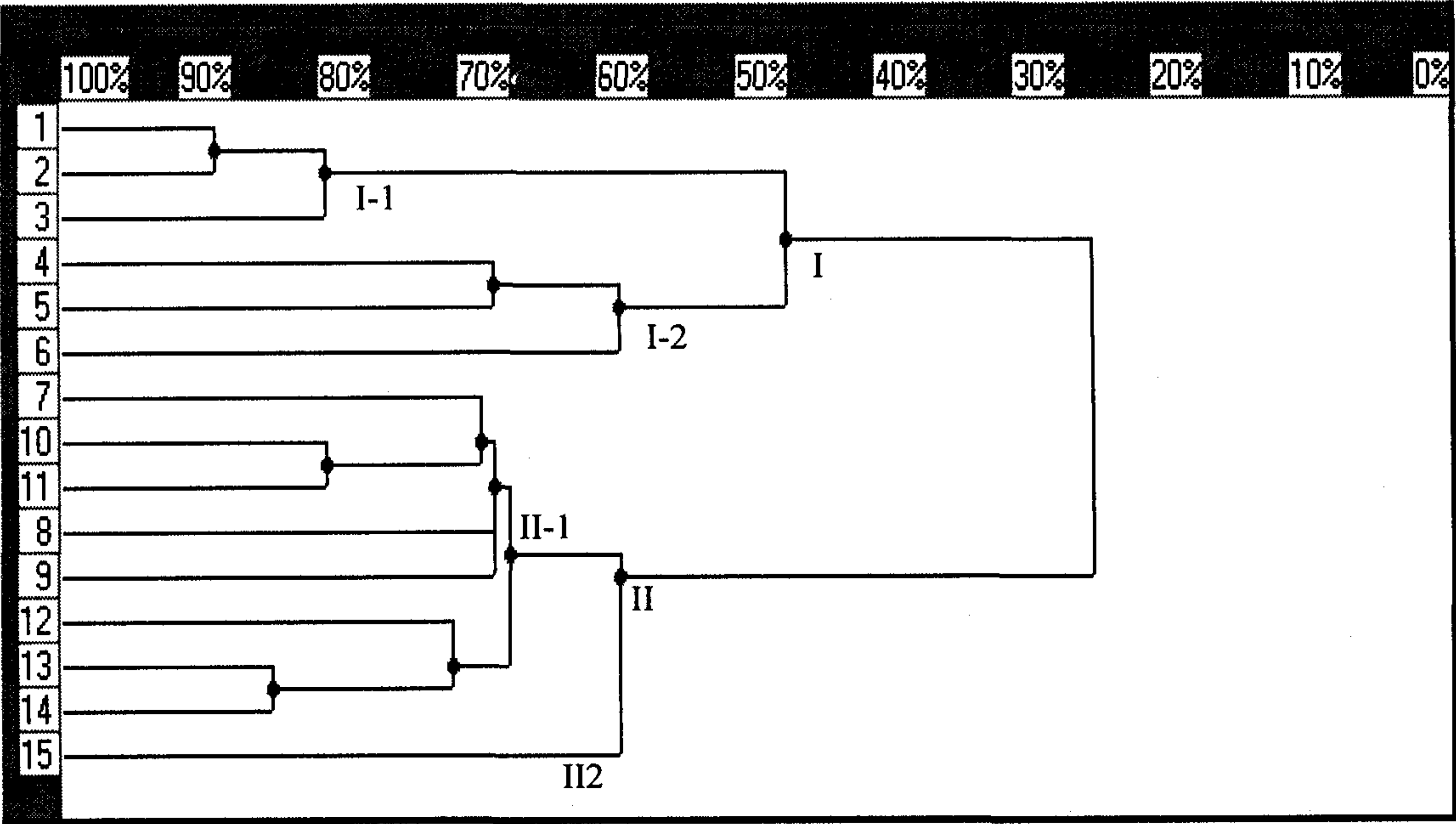
Table 3. Similarity matrix based on Nei's estimate of similarity.

|    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
|    | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  | 15 |
| 1  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 2  | .90 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 3  | .82 | .70 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 4  | .60 | .56 | .80 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 5  | .45 | .40 | .55 | .70 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 6  | .45 | .30 | .55 | .60 | .64 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 7  | .29 | .32 | .38 | .53 | .57 | .67 |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 8  | .29 | .21 | .38 | .42 | .48 | .48 | .70 |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 9  | .50 | .45 | .50 | .45 | .42 | .50 | .70 | .70 |     |     |     |     |     |     |    |
| 10 | .48 | .42 | .38 | .42 | .29 | .48 | .70 | .70 | .78 |     |     |     |     |     |    |
| 11 | .43 | .38 | .35 | .38 | .35 | .52 | .73 | .73 | .64 | .82 |     |     |     |     |    |
| 12 | .29 | .21 | .29 | .32 | .29 | .57 | .70 | .60 | .61 | .70 | .73 |     |     |     |    |
| 13 | .27 | .30 | .27 | .30 | .27 | .45 | .67 | .48 | .58 | .57 | .61 | .76 |     |     |    |
| 14 | .29 | .32 | .29 | .32 | .29 | .48 | .70 | .50 | .61 | .60 | .64 | .70 | .86 |     |    |
| 15 | .19 | .21 | .19 | .32 | .29 | .48 | .60 | .40 | .52 | .60 | .55 | .60 | .67 | .80 |    |

1:51-14, 2:51-34, 3:51-67, 4:51-69, 5:51-122, 6:台茶12號, 7:青心大有,8:青心烏龍, 9:台茶6號, 10:紅心烏龍, 11:漢口, 12:台茶13號, 13:大有, 14:台農8號, 15:阿薩姆

圖二. 茶樹酯酶同功酶聚類分析圖

Fig 2. Dendrogram of tea plant listed Table 3, based on average linkage cluster anlysis. Axis on the top of dendrogram indicates percent similarity.



經聚類分析其相似度（Similarity）在40–50%時，可分為兩大類群，以青心烏龍為父本之F<sub>2</sub>代選育新品系及台茶12號為一類群( I )，而青心烏龍、青心大有、漢口及其雜交F<sub>1</sub>後代為另一類群( II )，並顯示以青心烏龍為雜交父本之F<sub>2</sub>代，其與青心烏龍、青心大有、漢口的相似度在30%以下，如圖二。

而在( I ) 類群下可再細分兩次類群，51-14、51-34、51-67為一次類群（ I -1 ），其中51-34、51-67的母本同樣是由大葉烏龍與台農80號雜交所選育的品系2024、2022(如新品系譜系圖)，故其相似度> 80%，親緣相似性極高，而51-69、51-122、台茶12號為另一次類群（ I -2 ），但從葉片性狀上台茶12號與51-69、51-122茶異性極大，而同功異構酶分析，相似度> 60%，顯見以葉片農藝性狀作區分有時易造成誤判，其中51-69、51-122的母本系由青心大有及台農20號正反交所選育出的品系1778、1792（如新品系譜系圖），故其相似度> 70%。( II ) 類群下可再細分兩次類群，以青心烏龍為主的（ II -1 ）次類群，其中青心大有、紅心烏龍、漢口較近緣，相似度> 70%，而台茶13號、大有、台農8號則較近緣，相似度> 70%，而阿薩姆則自成一次類群（ II -2 ）。又台茶6號、台農8號都是由青心烏龍天然雜交所選育的種系，由此聚類圖顯示與青心烏龍的相似度> 70%，且台農8號可推測與大有有近緣關係，相似度> 85%，如圖二。

結 論

新品系都以青心烏龍為父本，而母本多為漢口系列之雜交子代(如新品系譜系圖)，結果其子代親緣偏向台茶12號。以51-14為例，其為台茶12號與青心烏龍雜交選育，又台茶12號是由台農8號及硬枝紅心雜交選育，台農8號是由青心烏龍天然雜交所選育，雖經再與青心烏龍雜交，在聚

類分析得知與青心烏龍的相似度 $< 50\%$ ，表示子代性狀上與青心烏龍仍有一段差距。因此建議如欲育成與青心烏龍形質相似的品種，如改以青心烏龍及其近緣之品種系，如台茶6號、台農8號、紅心烏龍等進行雜交，或改以青心烏龍為母本進行雜交育種，其可能之結果，有待進一步深入探討。

## 誌 謝

本文係承蒙中正農業科技社公益基金86—中基—農—17贊助得以完成，謹致謝忱。

## 參考文獻

1. 王昭月．1995．同功異構酶與蔗糖增殖多型性 DNA 標誌在番椒品種鑑別之研究．國立中興大學碩士論文．
2. 李文斌、張映南、劉庚峰、賀善文．1989．柑桔矮化砧及半矮化砧過氧化物酶同工酶及活性的比較．園藝學報 16(4):261-265.
3. 林文彬、曾夢蛟、倪正柱．1994．台灣野生梨之復育（二）—分子標誌鑑定．中國園藝 40(4):269-281.
4. 陳春林．1996.茶樹雜交 F1 代同工酶分析．茶葉科學 16(1):31-36.
5. 黃泉源．1954．茶樹栽培學．台灣省茶業傳習所 pp.67-94.
6. 魯成銀、劉為準、李名君．1993．茶樹起源的同工酶初探．中國茶葉 4:10-12.
7. 蕭順元、章文才、陳吉笙、萬蜀淵．1989．利用同工酶鑑定柑桔雜種與遺傳分析的研究．園藝學報 16(4):255-260.
8. Conicella, C., A. F. Saccardo. 1989. Cytogenetic and isozyme studies of wild and cultivated *Capsicum annuum*. Genome 33:279-282.
9. Degani, C. and A. Blumenfeld. 1986. The use of isozyme analysis for differentiation between loquat cultivars. HortScience 21:1457-1458.
10. Granger, A. R., G. R. Clarke and J. F. Jacjson. 1993. Sweet cherry cultivar identification by leaf isozyme polymorphism. Theor. Appl. Genet. 86:458-464.
11. Kobayashi, R. S., J. L. Brewbaker and H. Kamemoto. 1987. Identification of *Anthurium andraeanum* cultivars by gel electrophoresis. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112:164-167.
12. Kennedy, L. S. and P. G. Thompson. 1991. Identification of sweetpotato cultivars using isozyme analysis. HortScience. 26:300-302.
13. Lu, J. and B. Pickersgill. 1993. Isozyme variation and species relationship in peanut and its wild relatives (*Arachis L. Leguminosae*). Theor. Appl. Genet. 85:550-560.
14. Shields, C. R., T. J. Orton, and C. W. Stuber. 1983. An outline of general resource needs and procedures for the electrophoretic separation of active enzymes from plant tissues, pp. 443-468. In: S. D. Tanksley and T. J. Orton (eds.). Isozymes in plant genetics and breeding, Part A. Elsevier, Amsterdam.
15. Vallejos, C. E. 1983. Enzyme activity staining, p.469-516. In: S. D. Tanksley and T. J. Orton (eds.).

Isozyme in plant genetics and breeding, Part A. Elsevier, Amsterdam.

16. Wu, C. T. 1988. Studies on the flush shoot and mature leaf characteristics of the newly registered tea varieties. pp.21-34. In: T. F. Chiu and C. H. Wang (eds.). Recent development in tea production, TTES, Yangmei, Taoyuan, Taiwan, ROC.
17. Xiao, S. Y., W. C. Zhang., J. S. Cheng and S. Y. Wuan. 1995. Inheritance and linkage of isozymes in citrus. *Acta Horticulturae*. 403:189-197.

# Study on the Esterase Isozymes and species relationships in tea plant.

You-zenn Tasi\*

The gel electrophoresis was used to analyse the esterase isozymes of the F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub> hybrids of Chin-shin Oolong , Chin-shin Dapang , Hann-koou . There were fifteen species and strains tested. Results showed that total of sixteen bands was detected among them. The different species and strains had eight to thirteen bands. They included eight fundamental bands of  $R_f = 0.12, 0.38, 0.40, 0.47, 0.50, 0.52, 0.59, 0.63$ . The frequency of reproducible bands were above 86.7%. The bands of  $R_f = 0.36, 0.44, 0.56$  were 73.3%-53.3%. The bands of  $R_f = 0.17, 0.33, 0.42, 0.45, 0.48$  were behind 40%.

The Nei's genetic distances of tested species and strains were calculated from  $R_f$  values on esterase isozymes. Cluster analysis of this matrix produced a dendrogram which could be separated them into two groups. When the similarity was 40 –50% The F<sub>2</sub> of Chin-shin Oolong and TTES 12 was one group. The F<sub>1</sub> of Chin-shin Oolong , Chin-shin Dapang , Hann-koou and parents were another group. The similarity between groups was below 30%.

---

\* Director, Taiwan Tea Experiment Station , Wen-Shen Substation.

# 白茶製造及貯藏性之改良研究

徐英祥<sup>1</sup> 林金池<sup>2</sup> 郭寬福<sup>2</sup> 阮逸明 張清寬

## 摘 要

本試驗進行白茶適製品種篩選，六品種中以台茶 17 號所製成之白茶品質最佳。再利用台茶 17 號為供試材料，比較萎凋期間攤葉量處理對不同季節茶菁製成白茶品質之影響。結果顯示，以每平方公尺 800 克攤葉量處理所製成之白茶品質較佳，且符合經濟效益。第二次夏茶和秋茶在高溫低濕環境下，茶菁失水快速，比春茶及第一次夏茶之低、中溫環境失水速率快 1.5-2.5 倍以上。貯藏試驗方面，白茶若貯藏於夏秋季較高室溫下，三個月後即有陳味產生，為延緩品質之劣變，應利用低溫貯藏。白茶製造未經炒菁和揉捻過程，芽葉組織完整，為使各種香氣滋味成分充分釋出，應適度提高白茶之沖泡溫度與時間。沖泡時以 100℃ 開水浸泡 5-7 分鐘為宜。

關鍵字：製造法、貯藏、白茶

## 前 言

白茶為我國紅、黑、黃、白、青、綠茶六大茶類之一，原產於福建省。產銷歷史頗為悠久，早自1891年即有外銷，至今仍屬我國名茶系列之一。白茶產製之特徵為不經炒菁、不加揉捻、也不攪拌之部份發酵茶類，其發酵程度在10%以下，極為輕微緩慢（蔡，1984）。由於不炒、不揉、不攪拌，僅依賴長時間靜置攤薄萎凋，最後以溫火乾燥。製程省工，頗能符合近年來本省製茶勞力不足所面臨之問題。白茶由於長時間靜置萎凋，胺基酸含量頗高，其滋味因而鮮醇甘爽，香氣清純，湯色淡黃明亮，外觀則白毫肥壯，芽葉整齊自然。極上等白茶由新梢肥壯之單芽製成「白毫銀針」。其次是由一芽一葉或二葉製成之「白牡丹」，再次為壽眉與貢眉（江，1986和俞，1982）。白茶之製程與其它茶類相較雖極為省工簡易，但白茶對鮮葉原料之要求則頗為嚴苛。一般要製成中上品質之白茶，均需以手採為茶菁原料。白茶要求外觀白毫突顯，芽葉自然舒展，故必須以白毫顯著之茶菁原料加工才能製成。本場鑑於新育成之台茶14、15、16、17號

---

1.台灣省茶業良場 研究員

2.台灣省茶業良場 助理研究員

3.台灣省茶業良場 場長

4.台灣省茶業良場 研究員兼茶作課長

等品種，由於白毫顯著，可能適於產製白茶，更為因應白茶製程省工，及開發茶葉多元化產品之前提下，乃針對白茶之產製方法進行探討，期能拓展本省茶葉銷路。

材料與方法

一材料：本場現有栽培之台茶12、13、14、15、16、17號共六個品種。

二最適製造白茶品種之篩選

1993 年各參試品種，在春、夏、六月白（第二次夏茶）及秋茶四季茶各製造一次，採摘初展開的一心二葉茶芽原料，攤葉量為 1000g/m<sup>2</sup>，在常溫萎凋後，即以焙茶機進行乾操作業，試驗重複三次。

三白茶最適萎凋攤葉量之探討

本試驗於 1993 年春茶、第一次夏茶、第二次夏茶（六月白）及秋茶四茶期，在各茶期茶芽伸長至一心三葉時，手採幼嫩茶芽為供試原料。茶芽分別以每平方公尺攤葉 600、800 及 1000 公克三種不同攤葉量進行萎凋處理。試驗重複三次。在常溫下進行室內靜置萎凋，促進茶芽水分自然蒸散。開始實施室內萎凋後，每隔四個小時稱重一次，即第四、八、十二小時各測定一次。其後每隔 12 小時記錄重量變化一次，至萎凋適度，於乾燥前再做最後一次測定。

表一、不同季節白茶室內萎凋期間室溫與相對濕度

Table 1. Room temperature and relative humidity at different seasons during indoor withering of white tea (1993).

| Season     | Temp. | Withering time (hr) |           |           |           |           |           |           |           | Average   |
|------------|-------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|            | R.H.% | 4                   | 8         | 12        | 24        | 36        | 48        | 60        | 72        |           |
| Spring     | °C    | 18.5-19.0           | 19.5-20.0 | 19.0-20.0 | 16.5-17.5 | 15.5-17.0 | 17.0-18.0 | 13.0-19.0 | 14.5-16.0 | 16.6-18.3 |
| (3/15)     | RH%   | 95                  | 95        | 92        | 92        | 92        | 93        | 91        | 88.5      | 92.4      |
| Summer     | °C    | 25.0-27.0           | 24.0-25.0 | 23.0-24.0 | 22.0-24.5 | 22.0-25.0 |           |           |           | 23.2-24.9 |
| (5/10)     | RH%   | 93.5                | 91.5      | 91.5      | 89        | 88.5      |           |           |           | 91        |
| 2nd Summer | °C    | 26.0-30.0           | 26.0-30.0 | 26.5-29.0 | 25.5-28.5 |           |           |           |           | 26.0-29.4 |
| (6/30)     | RH%   | 76                  | 78        | 80        | 76        |           |           |           |           | 77.8      |
| Autumn     | °C    | 22.0-27.5           | 22.0-27.0 | 22.0-26.0 | 22.0-27.0 |           |           |           |           | 22.0-26.9 |
| (9/7)      | RH%   | 63                  | 68        | 68        | 68        |           |           |           |           | 66.8      |

四白茶貯藏期間品質之變化

1994-1995 年於春、夏、六月白及秋茶期間，採摘台茶 17 號製造白茶，萎凋後之茶菁分炒菁與未炒菁兩處理，再分別以鐵罐和合成紙罐包裝，並將包裝好之茶樣分別貯存於低溫（0 ± 5°C）及常溫下共 8 個處理。並分別在貯藏 0（毛茶）、3、6、9 及 12 個月各取樣進行官能評審，比較各處理於貯藏期間白茶之外觀、水色、香氣和滋味之變化。

五沖泡溫度與時間對白茶品質之影響

1996 年於春、夏、六月白及秋茶期間，採摘台茶 17 號製造白茶，並取樣官能品評。白茶品評時稱取 3 公克茶樣分別以 70、80、90、100°C 熱水，沖泡 5 分鐘後，官能品評選取適當沖泡水溫。再以該溫度分別沖泡 3 公克茶樣 5、6、7、8、9、10 分鐘，尋求白茶適當沖泡溫度與時間。試驗重複三次。

## 六調查分析項目：

- (一)品質鑑定：由本場品評小組。利用現行茶葉官能品質鑑定法協助進行品評，品評時每處理稱取 3 公克茶樣放入審茶杯中，以 150ml 沸水沖泡，靜置 5 分鐘後濾出茶湯，品評時評定成茶形狀（15%）、色澤（15%）、水色（20%）、香氣（25%）、滋味（25%）及總評（100%）等項目。
- (二)化學分析：分析茶葉之成分如咖啡因（蔡和阮，1987）、茶單寧（Iwasa, 1975）、胺基酸（Ninhydrin 呈色法）等。
- (三)茶湯水色測定：每處理稱取茶葉三克，以沸水 150cc 浸泡 5 分鐘，濾出茶湯，經冷卻 30 分鐘後，以 Nippon ND-300A 型色差計測定水色，比較不同處理間茶湯之 L, a, b,  $\Delta E$  值之差異。
- (四)統計分析：本試驗將化學分析結果進行變方分析，試驗並將六個品種、四個季節、八種包裝貯藏處理組合及六個品評項目包括成茶形狀、色澤、水色、香氣、滋味及總評等評分結果進行合併變方分析，並進行各項處理之顯著性測驗（SAS Institute, 1988）。繪圖軟體採用 Excel 97（window 95）。

## 結果與討論

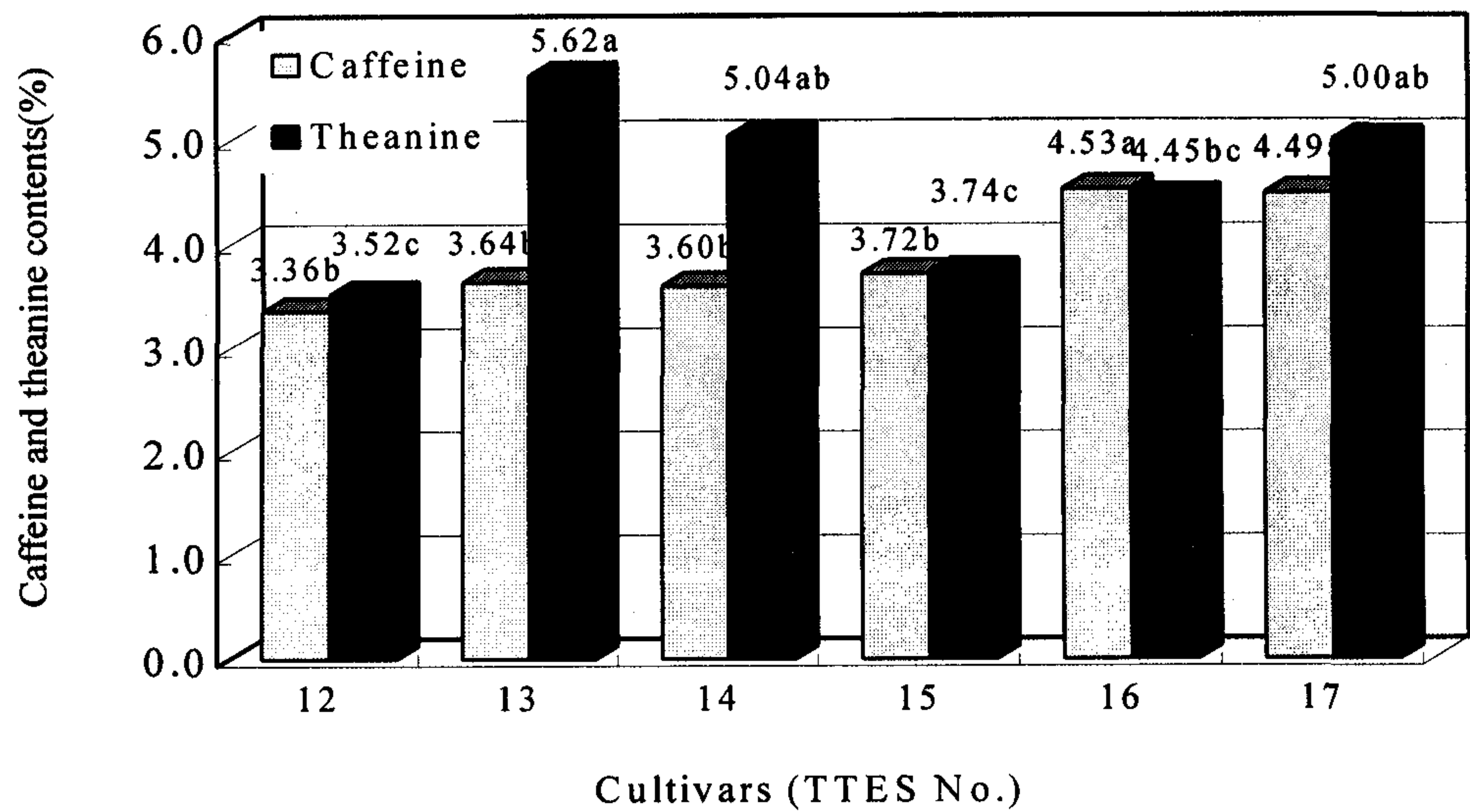
## 一、白茶製造品種之篩選

春茶萌芽期各品種明顯受到溫度影響，採摘期差異極大，台茶 16、17 號為早生種，在 3 月 15、17 日採摘製造白茶，台茶 12 號於 22 日，台茶 13、14、15 號則至 3 月 26、27 日才採摘。此時北部氣候屬於低溫高濕的型態，春茶萎凋期間相對較長（56~70 小時）。夏茶各品種於 5 月 11、12 日採摘，室溫平均 25℃，36 小時即完成室內萎凋。第二次夏茶（六月白）於 7 月 22 和 26 日採製，室溫高達 26~31℃，相對濕度為 67~80%，萎凋 26~31 小時，茶菁重量降低 50% 左右。秋茶在 9 月 9 日採摘，白茶於高溫低濕下，萎凋 26 小時後即進行乾燥作業。試驗結果顯示，白茶萎凋失水速率受萎凋環境影響至鉅。萎凋 24 小時後，六品種每季茶平均重量減少百分率，以春茶之 20.6% 最低，其次是夏茶之 28.2%，第二次夏茶及秋茶分別為 42.7%、47.1%。品種間台茶 12、13、14 號萎凋失水速率又較台茶 15、16、17 號快。

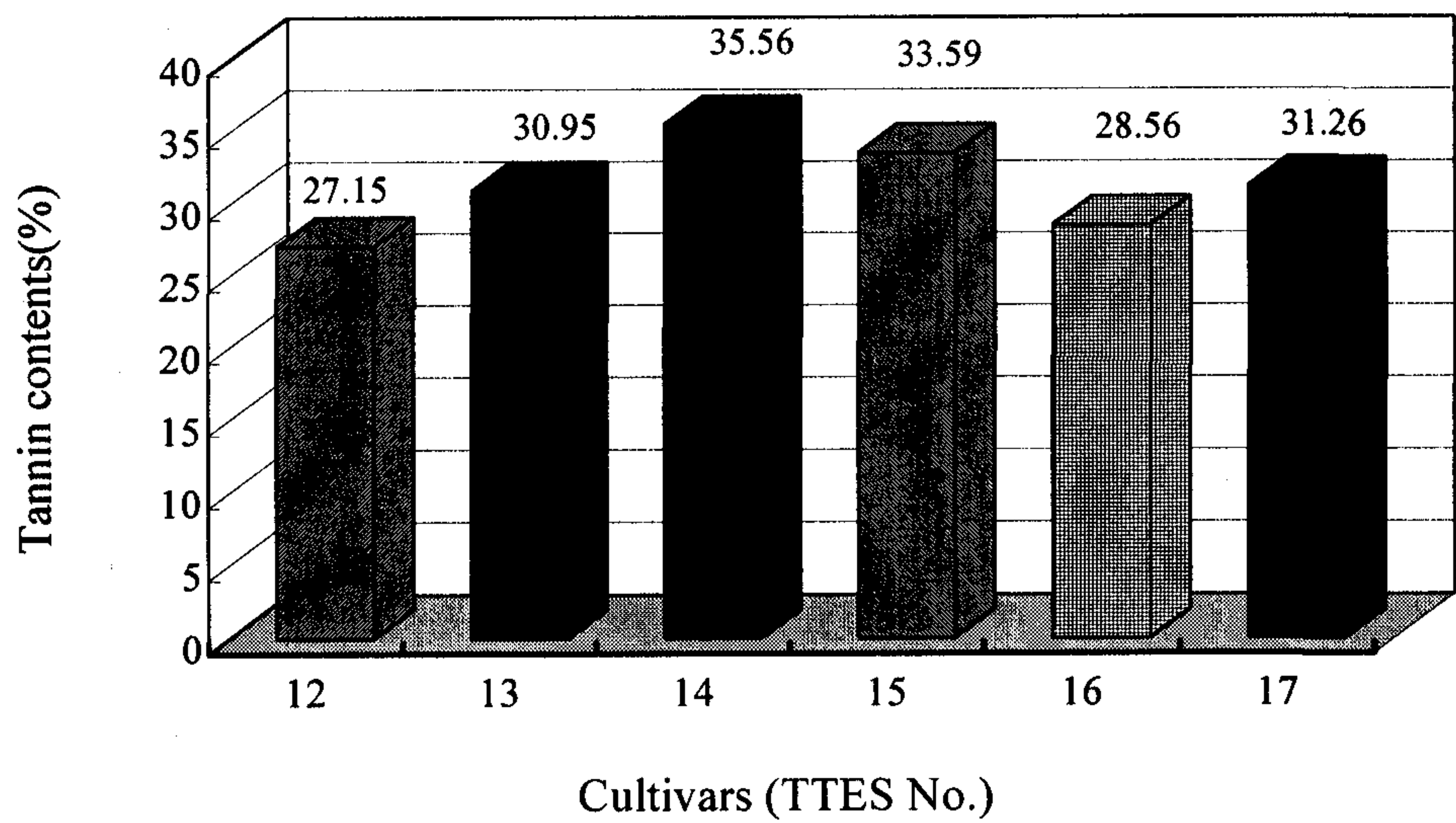
各品種在春季製成白茶後，取樣分析化學成分及茶湯水色。結果顯示，咖啡因與茶胺酸含量在品種間有顯著差異（圖一），台茶 16、17 號之咖啡因含量比 12、13、14 及 15 號高。茶胺酸含量以台茶 13 號之 5.62% 最高，台茶 12 號之 3.52% 最低。茶單寧含量品種間差異不顯著，介於 27.15~35.56% 之間（圖二）。其中以台茶 12 號之 27% 最低，台茶 14 號之 35.6% 最高。

色差計測得之 a 值為紅綠值，b 值為黃藍值， $\Delta E$  則為色差值。a 值正時表示偏紅色，負值是偏綠色。b 值正時偏黃色，負值偏藍色。 $\Delta E$  值則為與標準色（蒸餾水）兩者間的色差。試驗結果顯示，a 值品種間差異顯著。b 值和  $\Delta E$  則差異不顯著，且  $\Delta E$  及 b 值趨於一致（圖三、四）。兩者均以台茶 14 號最高，台茶 12 號最低，但台茶 14 號 a 值為 -2.09，表示其茶湯偏黃綠色，台茶 12 水色偏淡（圖三）。甘和林（1986）研究指出優良包種茶 a 值介於 -1.6~-3.8 之間，b 值在 11.8~21.4 之間， $\Delta E$  值則在 13.2~23.5 範圍。白茶因未經揉捻，且發酵程度較輕，因此水色比包種茶清淡，呈杏黃色之白茶水色較佳。各品種之水色經官能評審以台

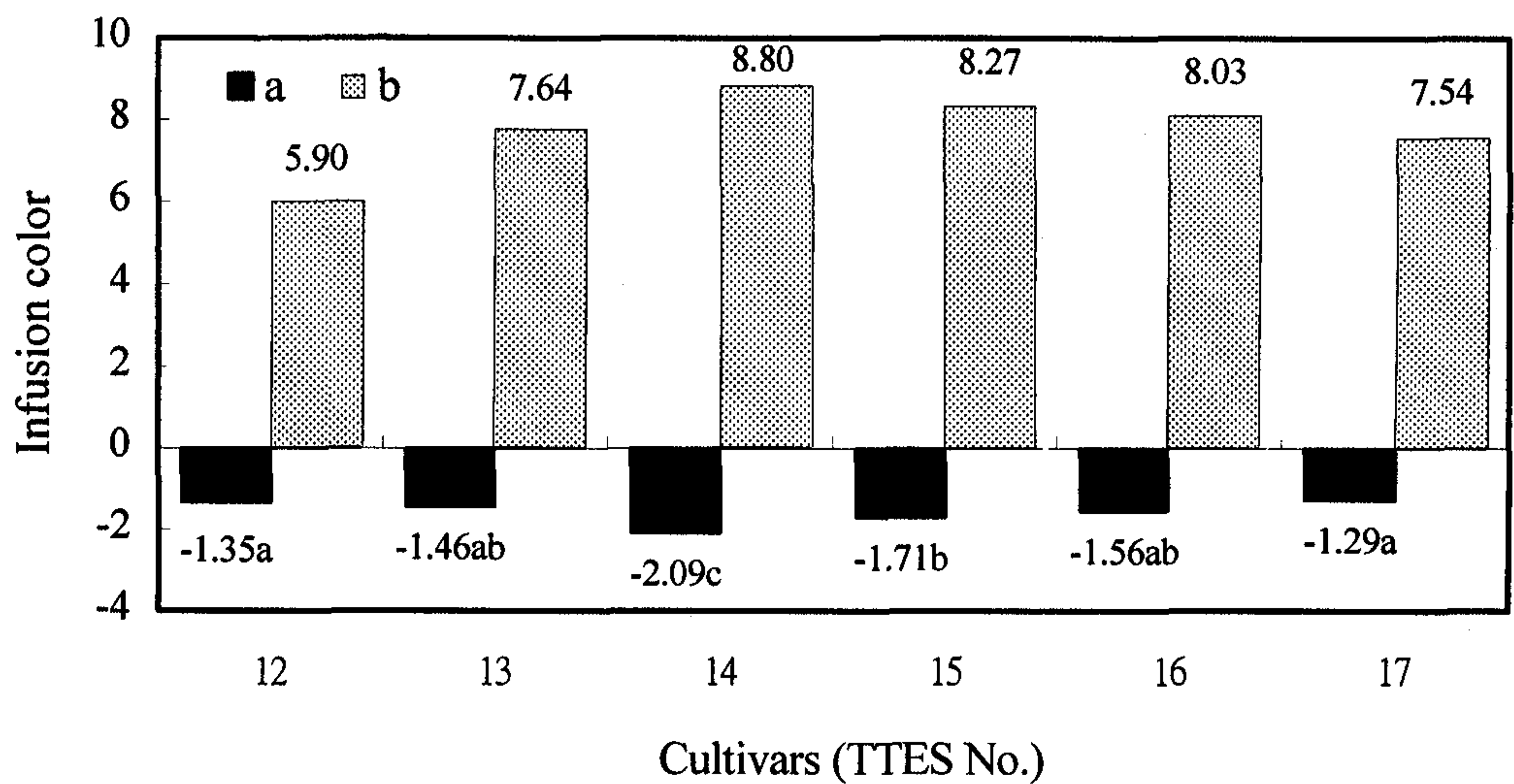
茶 16、17 號較佳。



圖一、六個品種茶樹製成白茶咖啡因與茶胺酸之含量  
Fig.1. Caffeine and theanine contents of white tea made from six tea cultivars(spring, 1993)

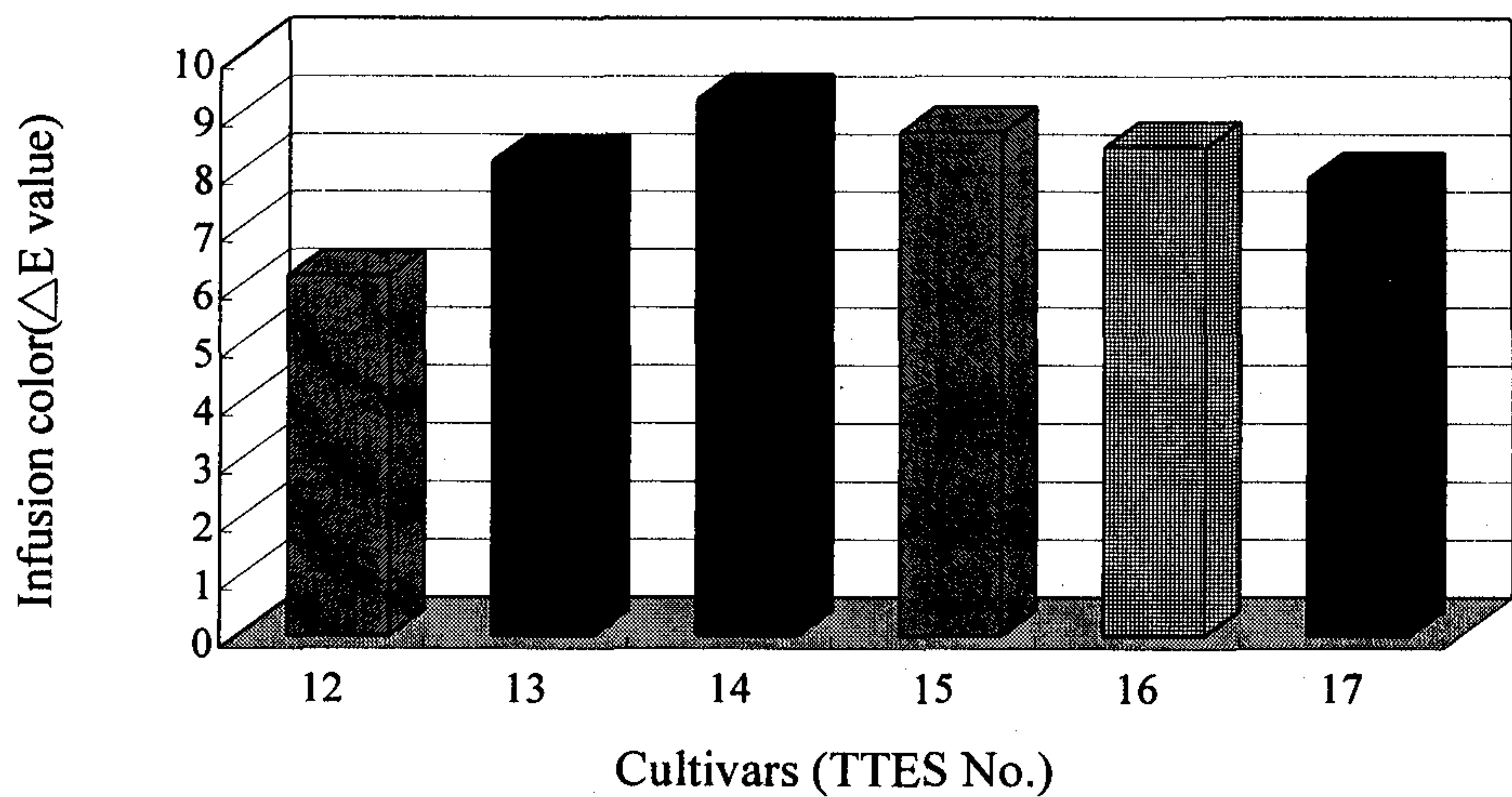


圖二、六個品種茶樹製成白茶之單寧含量  
Fig.2. Tannin contents of white tea made from six tea cultivars (spring, 1993).



圖三、六個品種茶樹製成白茶之茶湯水色

Fig.3. Infusion color (a and b value) of white tea made from six cultivars (spring,1993).



圖四、六個品種茶樹製成白茶之茶湯水色

Fig.4. Infusion color ( $\Delta E$  value) of white tea made from six cultivars (spring,1993).

製成之白茶進行官能品評，做為選擇適宜製造白茶品種之依據。試驗包括六個品種，四個季節及六個品評項目，經合併變方分析結果顯示，白茶形狀、色澤、水色、香氣、滋味及總評在季節間與品種間均有極顯著差異，季節與品種交感在六個品評項目差異也呈極顯著（表二）。但各季茶之評分標準寬鬆不一，因此，本試驗將不對季節及季節與品種之交感效應進行探討（表二）。

變方分析顯示，品種間在各官能品質項目之表現差異極為顯著，為篩選白茶適製品種，以最小顯著差異測驗法（LSD）比較各品種間之差異（表三）。

表二、季節與品種對白茶品質影響之合併變方分析

Table 2. Combined analyses of variance (F values) for white tea qualities as affected by growth season and cultivars (1993).

| Source of Variation | df | Tea leaves |          | Tea infusion |          |          | Overall quality |
|---------------------|----|------------|----------|--------------|----------|----------|-----------------|
|                     |    | Shape      | Color    | Color        | Aroma    | Taste    |                 |
| Block ( B )         | 2  | 5.6*       | 3.9*     | 2.3          | 1.1      | 1.0      | 5.1             |
| Season ( S )        | 3  | 199.7***   | 393.4*** | 72.0***      | 357.0*** | 225.5*** | 591.1***        |
| B * S               | 6  | 1.4        | 1.6      | 1.2          | 2.0      | 1.1      | 1.6             |
| Variety ( V )       | 5  | 63.7***    | 249.6*** | 7.3***       | 76.1***  | 45.2***  | 132.4***        |
| S * V               | 15 | 50.7***    | 106.1*** | 5.5***       | 67.3***  | 48.7***  | 85.0***         |

\*, \*\*, \*\*\* Significant at the 0.05,0.01, 0.001 probability levels, respectively.

表三、六茶樹品種製造之白茶品質間之差異

Table 3. Qualities of leaves and infusion of white tea made from six tea cultivars ( 1993 ) .

| Cultivars  | Tea leaves |         | Tea infusion |         |         | Overall quality |
|------------|------------|---------|--------------|---------|---------|-----------------|
|            | Shape      | Color   | Color        | Aroma   | Taste   |                 |
| TTES No.12 | 11.29b     | 11.33b  | 15.08b       | 18.33de | 18.83de | 74.88c          |
| TTES No.13 | 10.92c     | 10.79cd | 15.13b       | 18.06e  | 18.53e  | 73.43d          |
| TTES No.14 | 11.29b     | 10.67d  | 14.89b       | 18.50d  | 19.00cd | 74.35c          |
| TTES No.15 | 10.75c     | 10.88c  | 14.94b       | 19.17c  | 19.19c  | 74.93c          |
| TTES No.16 | 10.83c     | 11.33b  | 15.67a       | 19.45b  | 19.67b  | 76.95b          |
| TTES No.17 | 12.42a     | 12.88a  | 15.68a       | 20.32a  | 20.75a  | 82.04a          |

Values followed by the same letter in each column are not significantly different at  $\alpha=0.05$  by LSD.

綜合全年製茶品質，就茶芽形狀及色澤而言，品評結果顯示，台茶 17 號之白毫明顯，茶芽大小適中，製成白茶形狀色澤最優（表三），台茶 15 號製成之白茶白毫最為突顯，但茶芽在萎凋期間，第一葉極易褐變。台茶 12、13 號之茶芽淡綠帶黃，茸毛密度疏。14 號其芽葉黃，茶芽細小。16 號茶芽鮮綠、肥大，萎凋較為緩慢，成茶微粗，略帶菁味為其缺點。茶湯水色亦以台茶 17 及 16 號較優。在香氣、滋味及總評方面，台茶 17 號毫香顯，滋味鮮活甘甜最佳，其次是略帶菁味及澀味之台茶 16 號。其他四品種製成之白茶品質較差（表三）。因此，本場育成之台茶 12 至 17 號六品種中，以茶湯黃亮，毫香顯，滋味鮮活甘甜之台茶 17 號最適合製造白茶，其次是芽葉鮮綠之台茶 16 號，台茶 12、13、14、15 號等依其茶芽及品質特性，較不適合製造白茶。

二不同攤葉量對白茶品質之影響

春茶在 3 月 15 日採摘，製茶期間溫濕度在 16~20℃，RH92%左右（表一）。由於低溫高濕，每平方公尺 800 及 1000 克攤葉處理，萎凋時間長達 78.5 小時。但 600 克攤葉量，茶芽水分蒸散較快，萎凋 60 小時茶菁重量減少 45.8%，此時已有若干茶芽開始發酵褐變，即進行乾燥處理。

第一次夏茶，製茶期間（5 月 10 日）屬於高溫高濕（表一），各處理均萎凋 36 小時，即進行乾操作業，此時 600 克處理者重量減少 40.4%，褐變茶芽較多。

第二次夏茶在 6 月 30 日採製期間，高溫低濕（表一），日夜溫差小，茶菁水分蒸發快速，600 克攤葉量處理萎凋 12 小時，茶菁重量減少 35.2%，此時已有 15% 左右茶菁褐變，800 和 1000 克攤葉處理，萎凋 22 小時後，褐變者甚少。秋茶與第二次夏茶類似，但秋茶相對濕度又比第二次夏茶低，萎凋失水速率更快。二季茶萎凋 24 小時後，各處理褐變葉增多，即進行乾操作業。結果顯示，茶菁攤葉厚度對茶芽之水分蒸散速率及褐變影響甚大。因此，在夏、秋季高溫低濕環境下製造白茶，適度提高茶菁攤葉量，可延緩萎凋失水速率及茶芽褐變發生，進而提高白茶之品質。

四季茶萎凋期間各處理之重量減少百分率（失水）變化，經以二次式回歸（ $\hat{Y} = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 X^2$ ， $X$  為萎凋時間）求得方程式（表四）。由方程式可估算各季茶不同攤葉量下，茶菁萎凋期間之失水百分率。試驗結果也顯示，第二次夏茶及秋茶在高溫低濕環境，茶菁水分蒸散迅速，比春茶及第一次夏茶之中、低溫高濕環境快 1.5~2.5 倍以上。

表四、萎凋期間攤葉量（g/m<sup>2</sup>）處理對不同季節茶菁失水曲線之影響

Table 4. Dehydration curve of fresh young tea shoots at different season during withering as affected by spreading density (g/m<sup>2</sup>).

| Season     | Spreading density (g/m <sup>2</sup> ) | Regression coefficient estimates |           |           | R <sup>2</sup> |
|------------|---------------------------------------|----------------------------------|-----------|-----------|----------------|
|            |                                       | $\beta_0$                        | $\beta_1$ | $\beta_2$ |                |
| Spring     | 600                                   | 5.932                            | 1.005     | -0.006    | 0.995          |
|            | 800                                   | 4.557                            | 0.890     | -0.005    | 0.999          |
|            | 1000                                  | 3.468                            | 0.787     | -0.004    | 0.998          |
| Summer     | 600                                   | -2.631                           | 2.401     | -0.030    | 0.997          |
|            | 800                                   | -0.780                           | 2.034     | -0.025    | 0.999          |
|            | 1000                                  | -1.886                           | 2.274     | -0.034    | 0.995          |
| 2nd Summer | 600                                   | 6.022                            | 2.794     | -0.030    | 0.999          |
|            | 800                                   | 4.747                            | 2.449     | -0.024    | 0.999          |
|            | 1000                                  | 4.149                            | 2.177     | -0.017    | 0.999          |
| Autumn     | 600                                   | 6.024                            | 2.309     | -0.014    | 0.999          |
|            | 800                                   | 1.837                            | 3.037     | -0.038    | 0.996          |
|            | 1000                                  | 2.937                            | 2.662     | -0.026    | 0.996          |

Dehydration (%) of fresh shoot =  $\beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 X^2$  (withering time).

在不同攤葉量下萎凋製成之白茶，取樣進行官能品評。試驗包括三種攤葉量、四個季節及六個品評項目，經合併變方分析顯示，除了滋味在攤葉量處理無顯著差異外，其他如白茶外觀、色澤、水色、香氣及總評在季節間及攤葉量間均有顯著或極顯著差異存在，且季節與攤葉量間之交感，除水色外，其他五個品評項目也呈顯著或極顯著之差異（表五）。白茶之品質以春茶最佳，夏茶次之，第二次夏茶及秋茶因高溫低濕下萎凋，各項成分轉化不足，茶湯較苦澀，品質較差。四季茶各品質項目雖差異顯著，但因進行官能評審時，季節間評分標準寬鬆不一，因此本試驗將不對季節間品質之差異及季節與攤葉量之交感進行討論。

表五、攤葉量處理對不同季節白茶品質影響之合併變方分析

Table 5. Combined analyses of variance ( F values ) for sensory quality of white tea as affected by spreading density ( 1993 ) .

| Source of variation                           | df | Tea leaves |         | Tea infusion |          |          | Overall quality |
|-----------------------------------------------|----|------------|---------|--------------|----------|----------|-----------------|
|                                               |    | Shape      | Color   | Color        | Aroma    | Taste    |                 |
| Block ( B )                                   | 2  | 0.0        | 0.6     | 1.5          | 0.1      | 0.2      | 0.2             |
| Season ( S )                                  | 3  | 617.3***   | 34.3*** | 122.5***     | 562.4*** | 144.5*** | 341.0***        |
| B * S                                         | 6  | 1.3        | 1.1     | 1.1          | 0.8      | 0.3      | 0.6             |
| Spreading density ( g/m <sup>2</sup> ) ( SD ) | 2  | 6.0*       | 34.2*** | 5.9*         | 9.5**    | 0.3      | 9.5**           |
| SD * S                                        | 6  | 9.3***     | 4.3**   | 0.6          | 10.9***  | 3.4*     | 3.8*            |

\*, \*\*, \*\*\* Significant at the 0.05,0.01, 0.001 probability levels, respectively.

為瞭解不同攤葉量對白茶品質之影響，以最小顯著差異測驗法，比較不同攤葉處理間之差異（表六）。綜合全年製茶品質，除了滋味在處理間無顯著差異外，其餘均差異顯著。在形狀方面，白茶採摘後在自然狀態下萎凋，600 克攤葉處理，芽間重疊較少，蒸散速率快，葉子易褐變。1000 克處理，攤葉較厚，茶芽重疊，蒸散不均勻，且下層茶芽之第二葉易壓成扁平葉，影響茶葉形狀及成茶之品質。因此，形狀以 800 克處理者較佳。在成茶色澤、茶湯水色及總評均以 600 克處理者較佳。但茶葉品質最注重其香氣與滋味，此兩項目在 600 克及 800 克攤葉處理間差異不顯著。因此，整體而言，若把整個製程包括工廠器具設備使用及勞力的運用一併考量，應以每平方公尺 800 克攤葉處理較符合經濟效益。另外，茶葉色澤及茶湯水色均可藉由乾燥技術加以改良。

表六、萎凋期間攤葉量 ( g/m<sup>2</sup> ) 處理對白茶品質之影響

Table 6. Effect of spreading density ( g/m<sup>2</sup> ) sensory quality of white tea.

| spreading density ( g/m <sup>2</sup> ) | Tea leaves |        | Tea infusion |        |        | Overall quality |
|----------------------------------------|------------|--------|--------------|--------|--------|-----------------|
|                                        | Shape      | Color  | Color        | Aroma  | Taste  |                 |
| 600                                    | 12.50ab    | 12.75a | 15.83a       | 20.54a | 20.79a | 82.42a          |
| 800                                    | 12.58a     | 12.50b | 15.33b       | 20.33a | 20.75a | 81.50b          |
| 1000                                   | 12.42b     | 12.13c | 15.50b       | 20.04b | 20.63a | 80.71b          |

Values followed by the same letter in each column are not significantly different at  $\alpha=0.05$  by LSD.

傳統白茶是利用 70~80℃ 乾燥。但由於萎凋後茶芽含水量還很高，且台茶 17 號芽色呈淡綠色，乾燥期間葉綠素在濕熱環境下發生裂解，葉綠素 a、b 及葉黃素明顯下降，因此乾燥後成茶偏黃。為了改善白茶色澤及水色之問題，在乾燥初期，先以乙種乾燥機 120~140℃ 高溫初乾 5 分鐘，破壞各種酵素活性，固定茶葉品質及色澤，最後再利用焙茶機以 70~80℃ 乾燥三小時，此方法可有效改善白茶色澤品質。

三 白茶貯藏試驗

試驗包括 2 種製程（無炒菁、炒菁）、2 種包裝（鐵、合成紙罐）及 2 種貯藏溫度（低溫、常溫），總計 8 種包裝貯藏處理組合，五種貯藏期間及 4 個茶季（重複），調查五種官能品

評成績，經合併變方分析結果顯示，各季茶之形狀差異不顯著，其餘品評項目均為極顯著。8種包裝處理對形狀、水色無顯著影響，但色澤、香氣、滋味和總評，8種包裝處理間有極顯著差異。五種官能品評成績在貯藏期間均有極顯著差異。但季節與包裝貯藏處理方式，及包裝貯藏處理方式與貯藏期間之交感均不顯著（表七）。

表七、包裝與貯藏對白茶品質影響之合併變方分析

Table 7. Combined analyses of variance (F values) for sensory quality of white tea as affected by package and storage.

| Source of variation | Df | Tea leaves |           | Tea infusion |          |          |
|---------------------|----|------------|-----------|--------------|----------|----------|
|                     |    | Shape      | Color     | Color        | Aroma    | Taste    |
| Block (B)           | 3  | 1.74       | 7.02***   | 9.51***      | 9.80***  | 14.61*** |
| Package (P)         | 7  | 2.01       | 8.99***   | 1.80         | 10.22*** | 13.15*** |
| B * P               | 21 | 0.25       | 0.93      | 1.15         | 0.41     | 0.39     |
| Storage (S)         | 4  | 184.42***  | 172.02*** | 39.26***     | 75.64*** | 84.98*** |
| P * S               | 28 | 0.28       | 0.19      | 0.26         | 0.26     | 0.31     |

\*, \*\*, \*\*\* Significant at the 0.05, 0.01, 0.001 probability levels, respectively.

表八、殺菁、包裝和溫度處理對貯藏期間白茶品質之影響

Table 8. Sensory quality of white tea as affected by panning, package, and temperature during storage.

| Treatment | Tea leaves |          | Tea infusion |         |         | Overall quality |
|-----------|------------|----------|--------------|---------|---------|-----------------|
|           | Shape      | Color    | Color        | Aroma   | Taste   |                 |
| NP-IC-LT  | 9.645      | 9.390b   | 14.225       | 19.525a | 19.700a | 71.83           |
| NP-PB-LT  | 9.620      | 9.275b   | 14.220       | 19.390a | 19.645a | 71.48           |
| NP-IC-RT  | 9.500      | 8.545cd  | 13.785       | 18.340b | 18.440b | 68.025          |
| NP-PB-RT  | 9.500      | 8.300d   | 13.370       | 18.180b | 18.230b | 67.335          |
| P-IC-LT   | 10.310     | 10.085a  | 14.330       | 19.530a | 19.645a | 73.15           |
| P-PB-LT   | 10.305     | 10.005a  | 14.285       | 19.520a | 19.585a | 72.96           |
| P-IC-RT   | 10.120     | 9.005bc  | 13.915       | 18.495b | 18.470b | 69.315          |
| P-PB-RT   | 9.980      | 8.805bcd | 13.885       | 18.325b | 18.290b | 68.685          |

Values followed by the same letter in each column are not significantly different at  $\alpha=0.05$  by LSD.

NP: non-panning

P: panning

IC: iron-can

PB: paper box

LT: low temperature ( $0\pm 5^{\circ}\text{C}$ )

RT: room temperature

由變方分析表顯示，白茶形狀及水色在 8 種包裝處理間無顯著差異。但色澤方面，以鐵罐或合成紙罐包裝，並貯藏在低溫下，經過炒菁之處理均比無炒菁者佳（表八）。此因炒菁可利用高溫破壞茶葉中各種酵素活性，避免葉綠素長期在濕熱條件下進一步分解，使成茶葉色變成黃綠色。另外，在香氣、滋味與總評方面，茶葉品質明顯受到貯藏環境溫度之影響，因為無論炒菁與否或者是以鐵罐、合成紙罐包裝，在低溫下貯藏，四個處理間差異不顯著，但低溫與常溫間之差異顯著，其中又以低溫貯藏者之品質較佳（表八）。因此，為防止白茶在貯藏期間劣變，有賴於良好包裝，並以低溫貯藏為宜。

導致茶葉品質劣變的主要影響因素包括茶葉含水量、光線、溫度及氧氣等，為防止茶葉

在貯藏期間劣變，有賴於良好之包裝。本試驗以鐵罐及合成紙罐包裝進行貯藏試驗，試驗結果顯示，無論炒菁與否或在低溫及常溫下貯藏，鐵罐包裝者經官能評審結果均比合成紙罐佳，此可能因合成紙罐罐口密合度差，易透氣吸濕，在常溫下貯藏，也加速白茶劣變速率。

表九、白茶貯藏期間品質之變化

Table 9. Changes of sensory quality of white tea during storage.

| Storage<br>(month) | Tea leaves |         | Tea infusion |         |         | Overall<br>quality |
|--------------------|------------|---------|--------------|---------|---------|--------------------|
|                    | Shape      | Color   | Color        | Aroma   | Taste   |                    |
| 0                  | 12.625a    | 12.012a | 15.325a      | 20.825a | 20.987a | 81.875a            |
| 3                  | 12.344a    | 10.900b | 14.553b      | 19.569b | 19.769b | 77.134b            |
| 6                  | 9.847b     | 8.712c  | 13.866c      | 18.503c | 18.659c | 69.388c            |
| 9                  | 7.744c     | 7.453d  | 13.262d      | 17.934d | 17.934d | 64.328d            |
| 12                 | 6.803d     | 6.803e  | 13.228d      | 17.634d | 17.634d | 58.825e            |

Values followed by the same letter in each column are not significantly different at  $\alpha=0.05$  by LSD.

由變方分析表顯示，白茶六項官能品評項目在貯藏處理期間差異顯著。白茶貯存三個月後，各官能特性除形狀外，均有明顯改變（表九），成茶色澤由鮮綠色逐漸轉變為黃綠色，茶湯水色變黃，香氣與滋味變劣。夏茶、六月白及秋茶在常溫下貯藏 3 個月，無論是以鐵罐或合成紙罐包裝，均有陳味產生。此與夏、秋季高溫有關，因高溫貯藏導致品質劣變的化學反應快速進行，白茶屬於重萎凋輕發酵之茶類，其所含之成分大部份未氧化，在貯藏期間易氧化，又未經烘焙，在高溫下不僅成茶鮮綠色之外觀極難保存，茶湯水色變黃褐色，而一些與茶葉香氣有關的不飽和脂肪酸在高溫下也極易氧化生成醛、醇類揮發性成分，導致陳茶味及油耗味之生成。春茶由於在三月製造，至六月品評時，因貯藏期間溫度較低，尚未有陳味產生。因此，要維持茶葉原有之新鮮感與風味，低溫貯藏是最直接有效的方法。

白茶貯藏 3、6、9、12 個月後各項品質均隨貯藏時間延長而逐漸劣變（表九）。白茶製造 6 個月並貯藏在常溫合成紙罐下，茶葉之葉綠素在高溫高濕下，迅速脫鎂，導致外觀色澤劣變加速，水色也隨之劣變。在茶葉香氣與滋味方面，六月白除了具陳味外，滋味也差。貯藏 9、12 個月也有類似趨勢。

白茶非常注重外觀（形狀 15%，色澤 15%），由貯藏試驗顯示，外觀劣變速率最快，其次是水色、香氣與滋味（表九）。利用低溫冷藏 12 個月茶湯滋味尚有鮮活性，但常溫下貯藏 3 至 6 個月陳味即產生，滋味、香氣變差。因此，為避免白茶於貯藏期間變質，應注意包裝，如使用不透光、防濕、阻氣性佳之包裝材料，為了保持白茶芽葉完整，勿使用真空包裝，但可利用充氮包裝或放置脫氧劑，並將包裝好之白茶以低溫貯藏，可預防白茶在貯藏期間品質之劣變。此與（吳和阮，1976；張，1990）以低溫貯藏茶葉之研究結果相類似。

四 沖泡溫度與時間對白茶品質之影響

試驗於 1996 年春、夏、秋三季採摘台茶 17 號製造白茶，攤葉量設定為 800 克。取樣以 70、80、90 及 100℃ 熱水沖泡 5 分鐘後進行官能品評，品評項目包括茶湯水色、香氣與滋味。結果顯示，各季之茶湯水色處理間有顯著差異，均以 100℃ 沖泡者最佳。70、80℃ 處理者，因水溫低，沖泡後之茶葉未開展，部份仍呈捲曲狀，水色清淡，評分較低。香氣與滋味方面，除

了春茶以 90 和 100℃沖泡處理差異不顯著外，其他處理間各季茶均呈顯者差異，其中以 100℃沖泡處理者較佳，70℃處理最差（表十）。

白茶以 70、80℃熱水沖泡，因水溫不足，葉底未完全展開，茶中可溶性成分及揮性香氣成分釋出過少，故水色淡、香低味淡薄。90℃熱水沖泡後，仍有部份葉底未開展，水色略淡、滋味甘醇，但稍淡薄。若以 100℃沖泡，葉底可完全開展，毫香顯，滋味醇厚。白茶因未經殺菁、揉捻過程，芽葉組織完整，為使各種香氣與滋味充分釋出，仍以 100℃沸水沖泡白茶為宜（表十）。

表十、泡茶溫度對不同季節白茶茶湯品質之影響

Table 10. Sensory quality of white tea infusion as affected by infusing temperature at different season.

| Temperature of Infusing (°C) | Spring |        |        | Summer |        |        | Autumn |        |        |
|------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                              | Color  | Aroma  | Taste  | Color  | Aroma  | Taste  | Color  | Aroma  | Taste  |
| 70                           | 12.00d | 16.93c | 16.93c | 12.70d | 17.00d | 16.80d | 12.60d | 18.00c | 18.00d |
| 80                           | 12.23c | 17.77b | 17.77b | 13.60c | 18.00c | 17.00c | 13.00c | 18.00c | 18.13c |
| 90                           | 13.90b | 18.77a | 18.77a | 13.93b | 18.70b | 19.00b | 13.93b | 18.87b | 18.87b |
| 100                          | 14.00a | 18.97a | 18.97a | 14.00a | 19.00a | 19.30a | 14.00a | 19.00a | 19.00a |

Values followed by the same letter in each column are not significantly different at  $\alpha=0.05$  by LSD.

試驗結果顯示，以 100℃沸水沖泡白茶之評鑑最佳。因此，以 100℃沸水沖泡白茶，浸泡時間設定為 5、6、7、8、9 及 10 分鐘等六處理。試驗包括春、夏、六月白及秋四季茶、六種沖泡溫度及三種品評項目，經合併變方分析顯示，白茶之香氣在季節間差異顯著，除了夏茶處理間差異顯著外，其他各季浸泡 5~7 分鐘差異不顯著且品質較佳。夏茶以浸泡 7 分鐘之評分為 19.27 最佳，浸泡 10 分鐘之 18.8 最差。在沖泡時間方面，水色、香氣和滋味均達極顯著差異，季節與沖泡時間之交感在三項評項目均不顯著（表十一）。

表十一、 浸泡時間對白茶茶湯品質影響之合併變方分析

Table 11. Combined analyses of variance (F values) for sensory quality of white tea infusion as affected by the infusing time.

| Source of variation  | df | Color of liquor | Aroma    | Taste    |
|----------------------|----|-----------------|----------|----------|
| Block (B)            | 2  | 0.41            | 27.53*** | 40.38*** |
| Season (S)           | 3  | 0.54            | 4.28*    | 2.77     |
| S * B                | 6  | 0.99            | 2.59*    | 4.98**   |
| Time of infusing (T) | 5  | 26.70***        | 39.96*** | 46.50*** |
| S * T                | 15 | 0.95            | 1.19     | 1.34     |

\*, \*\*, \*\*\* Significant at the 0.05,0.01, 0.001 probability levels, respectively.

為瞭解沖泡時間對白茶官能品質之影響，進行沖泡時間處理均值之比較。整體而言，在茶湯水色方面，浸泡 5、6 分鐘之水色佳，但隨浸泡時間之延長，水色逐漸變深而偏紅（表十二）。香氣與滋味面，浸泡 5~7 分鐘，處理間差異不顯著，白茶香氣清揚顯明，滋味醇厚甘甜，品質較佳。浸泡如超過 8 分鐘。白茶特有香氣轉弱，且澀味隨浸泡時間延長而增強，品

質隨之劣變。因此，白茶應以 100℃ 沸水沖泡，浸泡 5~7 分鐘為原則，浸泡時間如超過 8 分鐘，隨時間延長，白茶各項品質隨之劣變。

表十二、浸泡時間對白茶茶湯品質之影響

Table 12. Sensory quality of white tea infusion as affected by infusing time.

| Time of infusing ( min ) | Color   | Aroma  | Taste  |
|--------------------------|---------|--------|--------|
| 5                        | 13.98a  | 19.06a | 19.04a |
| 6                        | 13.93ab | 19.13a | 19.02a |
| 7                        | 13.85bc | 19.10a | 18.98a |
| 8                        | 13.79c  | 18.78b | 18.68b |
| 9                        | 13.66d  | 18.64c | 18.53c |
| 10                       | 13.59d  | 18.46d | 18.30d |

Values followed by the same letter in each column are not significantly different at  $\alpha=0.05$  by LSD.

誌 謝

本試驗承蒙中正農業科技社會公益基金會補助研究經費，茶園管理室同仁協助茶菁採摘工作，張如華小姐協助化學分析，特此併申謝忱。

參考文獻

1. 甘子能。1984。茶葉化學入門。台灣省茶業改良林口分場。台北。

2. 甘子能、林義恒。1986。應用色差計探討茶湯的水色特徵。台灣省茶業改良場七十五年年報 pp.39-42。

3. 江光輝。1986。名茶製作。安徽科學技術出版社。安徽。

4. 吳振鐸、葉速卿、鄭觀星。1975。不同製茶種類對兒茶素 (catechins) 含量之影響。中國農業化學會誌 13(3-4):160-168。

5. 吳振鐸、阮逸明。1976。茶葉充氮包裝貯藏對保持茶葉品質之研究。食品科學 3(1):9-20。

6. 俞壽康。1982。中國名茶誌 pp.119-122。農業出版社。北京。

7. 張瑞珠。1990。貯藏期間包種茶之陳味成分及其影響因子之探討。國立中興大學食品科學研究所碩士論文。台中。

8. 湖南農學院主編。1985。茶葉評審與檢驗 pp.73-74。

9. 葉速卿、吳振鐸。1978。半發酵茶製造過程中茶葉主要成分之變化與成茶品質之關係研究。中華農業化學誌 16(3-4):123-131。

10. 蔡榮章。1984。現代茶藝 (第一冊)。台北。

11. 蔡右任、阮逸明。1987。茶中咖啡因快速簡便測定法之研究。台灣茶業研究彙報 6:1-7。

12. Iwasa, K.1975. Methods of chemical analysis of green tea. JARQ. 9 ( 3 ) :161-164.

13. Owuor, P. O. and J. E. Orchard. 1990. Varations of the chemical composition of clonal block tea ( *Camellia sinensis* ) due to delayed withering. J. Sci. Food Agri. 52: 55-61.

14. Mahanta, P. K. and S. Baruah. 1989. Relationship between process of withering and aroma characteristics of black tea. *J. Sci. Food Agric.* 46:461-468.
15. Takeo, T. 1984. Withering effect on the aroma formation found during oolong tea manufacturing. *Agric. Biol. Chem.* 48:1083-1085.
16. Ullah, M. R., N. Gogoi, and D. Baruah. 1984. The effect of withering on fermentation of tea leaf and development of liquor characters of black teas. *J. Sci. Food Agric.* 35:1142-1147.
17. Wange ,Z.,1991, Chinese famous teas and their characteristic constituents bio-fermentation .In: *World tea ; 23-33, International Symposium on Tea Science , ShizuoKa, Japan.*
18. You, X. Q., E. Mingjun, and T. Takeo. 1992. Effect of tan-fang treatment on the aroma formation of long-jing tea. *J. Tea Sci.* 12:161-162

# Studies on the Manufacturing and Storage of White tea

Ying-Siang Shyu   Jin-Chih Lin   Kuan-Fwu Guo  
I-Ming Juan   Ching-Kung Chang

## Abstract

This experiment aimed to screen suitable cultivars for white tea, and to understand effects of withering, package and storage treatments on qualities of white tea. Among the six cultivars, TTES No. 17 showed the best quality for processing of white tea. Then we used TTES No. 17 as experimental materials to investigate the effects of spreading density of fresh tea shoot during withering on qualities of white tea. It was showed that spreading at the density of 800 grams per square meter gave the best quality white tea. The withering condition of the autumn and late summer tea are under high temperature and low humidity, dehydration rate were 1.5 to 2.5 times higher than that of the spring and early summer tea. Off-flavor was tested when white tea storage under room temperature for three months. It is suggested that white tea should storage under low temperature (below 5°C). Since in the white tea processing, tea leaves kept in whole sharp without any panning and rolling. A higher temperature of water and longer infusing time is needed to release the fragrance and taste of white tea leaves. For preparing white tea, infusing with boiling water (100°C) for 5 to 7 minutes is suggested.

**Key words:** Manufacturing method, Storage, White tea

# 台灣茶業產銷結構之規劃

楊盛勳<sup>1</sup> 阮逸明<sup>2</sup> 廖文如<sup>3</sup>

## 壹、前言

### 一、計畫動機與目的

台灣的地理、氣候及環境非常適合茶樹生長，是世界有名的茶葉產區。民國 35 到 55 年間，台灣茶葉栽培面積約在 35,000~48,000 公頃之間，約佔全省可耕地面積之 4~5.5%。近 30 年來，由於台灣工商業快速成長，產業結構迅速的變遷，茶園面積逐年減少，目前僅有 21,000 公頃，僅佔台灣可耕地面積的 2.5%而已。但從土地利用觀點來看，茶園一般是利用山坡地或丘陵旱地從事生產，目前種茶獲利性較其他對抗作物之收益高，是目前農民賴以維生的重要經濟作物，估計茶葉年總產值約在 80 億元以上，是以行政院農業委員會在研訂農業綜合調整方案中將「茶業」列為重點發展產業。

台灣傳統的茶葉生產主要是製造紅茶、綠茶供給外銷為主，外銷量佔總產量的 75~85%，但近年來已急速地變成製造包種烏龍茶，以供應內需，外銷量減少到佔總產量的 15%~20% 左右，這種改變導致原本生產外銷茶之台北、桃園、新竹、苗栗等北部茶區，茶園面積大量減少，而生產內銷高級包種烏龍茶的南投、嘉義、雲林等中南部茶區面積，則逐年增加。

茶為嗜好性產品，消費者的口味不盡相同，是以近數十年來，台灣各茶區在其天然生產環境下，產製出各具特色及風味的茶葉，如文山包種茶，凍頂烏龍茶，椶風烏龍茶及高山名茶等；尤其台灣的茶農，以自產自製自銷的小型經營方式，導致生產成本偏高，茶葉的品質及市場價格不能穩定，而且廉價進口茶葉不斷增加，勢將對台灣茶葉的內外銷市場造成嚴重打擊。

為因應瞬息萬變的國際經濟情形，紓解貿易自由化可能帶來的衝擊，今後台灣茶葉的產銷應如何發展？是以本計畫之目的在探討台灣茶葉的供需動向，欲瞭解台灣各茶區所遭遇的困難及急需解決的問題，將所得資料彙整分析後，據以研擬規劃台茶產銷之對策。

### 二、執行方法與資料來源

(一)本研究計畫所需之次級資料，主要以搜集台灣省政府農林廳出版之台灣農業年報、台灣區製茶工業同業公會出版之茶訊及台灣省茶業改良場出版之台灣茶業研究彙報與年報等資

---

1.臺灣省茶業改良場 研究員兼推廣中心主任

2.臺灣省茶業改良場 場長

3.臺灣省茶業改良場 助理研究員

- 料，據以瞭解台灣各茶區茶園面積之消長、台茶產量及內外銷之變化。
- (二)本研究計畫所需之初級資料，採用以問卷調查及實地訪問的方式，將台灣茶區依地理環境的差異分為(1)桃竹苗茶區、(2)台北及宜蘭茶區、(3)南投茶區、(4)雲嘉茶區、(5)花東及高屏茶區，各茶區分別調查茶農茶廠 60 份資料，以取得各茶區目前茶園之栽培管理及採收製造銷售資料，以瞭解各茶區所遭遇之困難及急待解決的問題。
- (三)綜合調查所取得之初級及次級資料，經彙整統計分析，再根據自然條件、經濟條件及各茶區之生產技術，規劃茶葉產銷結構調整之策略方向。

貳、台灣茶葉產銷現況

一、各茶區茶園面積之消長

台灣地區茶園種植面積歷年變動迭有起伏，據台灣農業年報及台灣區製茶公會「茶訊」資料顯示，台灣茶業最興盛時期為公元 1938 年，那年台灣茶園面積共有 45,155 公頃，大部份以產製紅茶外銷，賺取外匯，為台灣主要外匯收入項目之一，至 1960 年後，因國際茶價低落，外銷茶葉逐年減少，製茶工廠陸續停工關閉，致使茶園逐漸荒廢，面積逐漸減少；至 1970 年政府積極拓展銷日煎茶，輔導設立大型煎茶工廠；又自 1973 年起成立茶葉生產專業區，並積極推廣茶園機械耕作、機械化採收，穩定茶葉生產；當時 1975 年茶園面積尚有 33,051 公頃，茶園主要分佈於新竹縣（10,681 公頃）、台北縣（9,225 公頃）、桃園縣（6,671 公頃）及苗栗縣（3,487 公頃），台灣北部茶區台北、桃園、新竹、苗栗縣茶園面積即佔全省面積的 90%以上。

自 1976 年以後，政府及有關單位加強辦理飲茶宣導拓展內銷茶、帶動飲茶風氣，使原來台茶以產製外銷為主之紅茶、綠茶類，逐漸轉變為以生產內銷之包種烏龍茶類。又逢當時台灣經濟正突飛猛進，國民生活水準大幅提高，消費者對高品質茶葉之需求，也不斷增加及偏好高海拔之包種烏龍茶，有效提昇茶葉品質與茶價，致使茶農收益增加，年青農民紛紛回鄉經營茶業，因此近 20 年來，南投、嘉義、雲林等縣之新闢茶園面積大幅增加，到 1996 年南投縣茶園面積達 8,237 公頃，而嘉義縣亦有 2,077 公頃，但相反的以生產外銷茶葉之台北、桃園、新竹及苗栗縣茶園面積，由於茶價偏低與不穩定，茶園大量變更用途或廢耕，造成北部茶園面積急速減少，至 1996 年台灣茶園總面積僅剩 21,223 公頃（詳見表一）。

表一．台灣各縣市茶園面積近 20 年變化情形

| 單位：公頃 |       |       |        |       |       |       |     |     |     |     |     |     |        |
|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------|
| 年\茶區  | 台北縣   | 桃園縣   | 新竹縣    | 苗栗縣   | 南投縣   | 嘉義縣   | 雲林縣 | 高雄縣 | 台東縣 | 花蓮縣 | 宜蘭縣 | 其他  | 合計     |
| 1975  | 9,225 | 6,671 | 10,681 | 3,487 | 1,961 |       |     |     | 185 | 203 | 442 | 196 | 33,051 |
| 1980  | 8,122 | 6,016 | 9,659  | 2,740 | 2,344 | 10    |     |     | 170 | 234 | 360 | 115 | 29,770 |
| 1981  | 7,912 | 5,879 | 9,486  | 2,710 | 2,506 | 16    |     |     | 182 | 270 | 408 | 186 | 29,555 |
| 1982  | 7,620 | 5,676 | 8,940  | 2,680 | 3,146 | 45    |     |     | 242 | 325 | 455 | 188 | 29,317 |
| 1983  | 7,345 | 5,346 | 8,681  | 2,617 | 3,904 | 63    | 45  |     | 305 | 275 | 508 | 226 | 29,315 |
| 1984  | 6,284 | 4,981 | 8,203  | 2,640 | 4,622 | 253   | 89  | 44  | 440 | 416 | 613 | 199 | 28,784 |
| 1985  | 6,045 | 3,659 | 7,595  | 2,555 | 4,159 | 405   | 120 | 48  | 453 | 456 | 637 | 196 | 26,328 |
| 1986  | 6,095 | 3,132 | 7,652  | 2,548 | 4,367 | 557   | 165 | 72  | 482 | 477 | 644 | 234 | 26,389 |
| 1987  | 5,171 | 2,892 | 6,634  | 1,999 | 4,747 | 877   | 224 | 76  | 522 | 446 | 778 | 205 | 24,571 |
| 1988  | 5,118 | 2,647 | 6,485  | 2,007 | 5,699 | 1,226 | 265 | 118 | 562 | 449 | 779 | 240 | 25,595 |
| 1989  | 5,118 | 2,426 | 5,212  | 1,595 | 5,883 | 1,294 | 269 | 125 | 585 | 435 | 739 | 233 | 23,914 |
| 1990  | 4,937 | 2,346 | 5,290  | 1,639 | 6,183 | 1,473 | 296 | 169 | 600 | 394 | 746 | 242 | 24,315 |
| 1991  | 4,405 | 2,267 | 5,138  | 1,566 | 6,335 | 1,604 | 348 | 167 | 697 | 367 | 718 | 252 | 23,864 |
| 1992  | 4,424 | 2,195 | 3,559  | 1,516 | 6,549 | 1,754 | 369 | 169 | 763 | 361 | 704 | 257 | 22,620 |
| 1993  | 4,302 | 2,143 | 3,405  | 1,454 | 7,022 | 1,919 | 445 | 160 | 792 | 336 | 697 | 259 | 22,934 |
| 1994  | 3,212 | 1,600 | 2,428  | 1,401 | 8,129 | 2,031 | 508 | 146 | 812 | 314 | 598 | 260 | 21,439 |
| 1995  | 3,211 | 1,501 | 2,409  | 1,337 | 8,252 | 2,051 | 497 | 164 | 953 | 306 | 603 | 270 | 21,554 |
| 1996  | 3,142 | 1,410 | 2,397  | 1,254 | 8,237 | 2,077 | 542 | 172 | 823 | 296 | 607 | 266 | 21,223 |

資料來源：台灣農業年報

## 二、台茶生產量及內外銷量之變化

根據台灣舊誌（諸羅縣誌）中記載，台灣中南部地方，海拔 800 尺至 5,000 尺的山地，發現有野生茶樹，附近住民採其幼芽，以簡單方法製成粗茶，供為自家飲用，可見台灣在三百餘年前，就有了茶葉的生產，但生產量非常少，尚無紀錄資料。到了 1796 年清朝嘉慶年間，有福建人柯朝氏，自福建引入茶苗在台北坪林文山一帶試種成功，後來就逐漸向桃園、新竹、苗栗地區拓植，形成相當規模的茶園面積，以產製烏龍茶頗富盛名。至 1926 年（日治時期），日本政府設法自印度將阿薩姆種茶苗引進台灣，種植於南投的魚池地區成功，是為台灣省生產紅茶之起源，所生產的紅茶，絕大部份以外銷為主。

至 1948 年英商協和洋行在台灣設立分行，並與大陸上海茶商合作聘請大陸的製造綠茶師傅來台灣試製綠茶成功；次（1949）年台灣即有珍眉與珠茶等釜炒綠茶共 1,197 公噸外銷北非。至 1960 年日本茶界因其製茶工資高昂，開始來台找業者合作，大量生產煎茶運返日本市場銷售，至 1973 年銷日煎茶達 12,000 公噸，後來逐年減少，至 1990 年以後，每年銷日煎茶均在 1,000 公噸以下。

自 1976 年，政府及有關單位加強辦理飲茶宣傳推廣內銷茶，帶動飲茶風氣，使原來台灣以產製外銷為主之紅茶、綠茶類，逐漸轉變為以生產內銷之包種烏龍茶類。

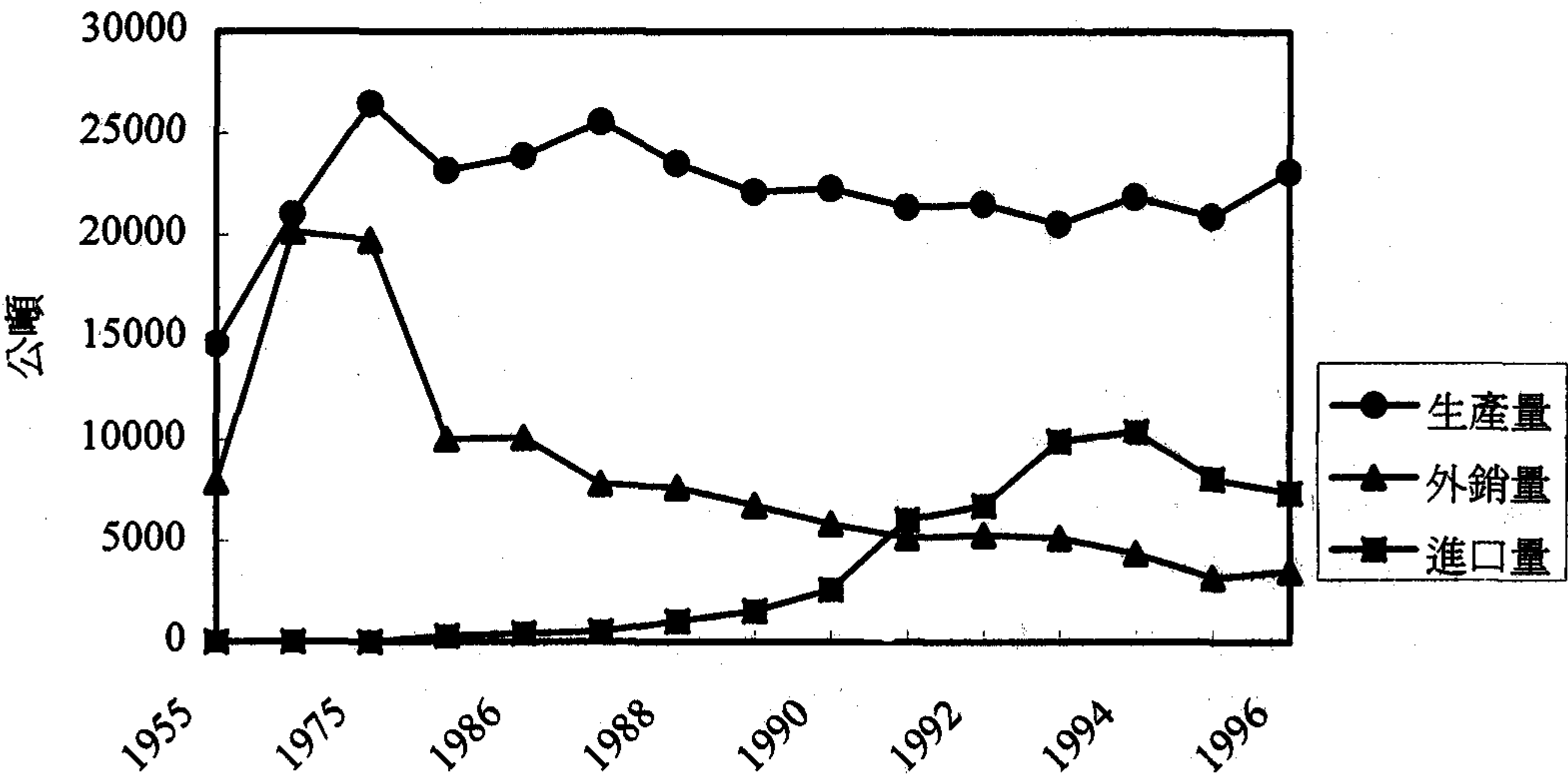
台灣茶葉的生產量，據台灣農業年報記載如表二，1945 年僅 1,430 公噸，至 1950 年急速增加到 9,645 公噸；1960 年達 18,046 公噸，至 1965 年以後每年產量平均在 21,000~23,000 公噸之間。台茶外銷量自 1945 年起至 1981 年期間，佔總生產量的 70~80%，其後外銷量逐漸減少，反而內銷量逐年增加，內銷量佔總產量的 80% 以上如圖一。自 1985 年起，台灣進口茶量僅 309 公噸，到 1991 年急速增加到 6,045 公噸，1994 年進口量最高達 10,388 公噸，幾乎約佔台茶總生產量的一半，詳如表二及圖一。

表二、1945~1996 年茶葉生產量、外銷量及進口量統計比表

單位：公噸

| 年度   | 類別 | 生 產 量 | 外 銷 量 | 進 口 量 |
|------|----|-------|-------|-------|
| 1945 |    | 1430  | 28    |       |
| 1950 |    | 9645  | 6856  |       |
| 1955 |    | 14680 | 7883  |       |
| 1960 |    | 18046 | 11437 |       |
| 1965 |    | 21042 | 20149 |       |
| 1970 |    | 27627 | 21200 |       |
| 1975 |    | 26467 | 19760 |       |
| 1980 |    | 24214 | 18348 |       |
| 1985 |    | 23203 | 10024 | 309   |
| 1986 |    | 23890 | 10095 | 420   |
| 1987 |    | 25578 | 7820  | 531   |
| 1988 |    | 23557 | 7632  | 1037  |
| 1989 |    | 22130 | 6744  | 1525  |
| 1990 |    | 22299 | 5834  | 2604  |
| 1991 |    | 21380 | 5136  | 6045  |
| 1992 |    | 20164 | 5296  | 6752  |
| 1993 |    | 20515 | 5142  | 9928  |
| 1994 |    | 24485 | 4382  | 10388 |
| 1995 |    | 20892 | 3172  | 8065  |
| 1996 |    | 23131 | 3475  | 7365  |

資料來源：台灣農業年報 台灣區製茶公會茶訊



圖一、1955年迄今台灣茶葉生產量、外銷量、進口量統計圖

三茶葉消費量

台灣產製的茶葉，早期是以外銷為主，內銷數量不大，每年外銷佔總產量的 80%以上，近年則轉變為以內銷為主，其比例與先前相反，亦即目前每年供應內銷數量約為 80%，而外銷量則僅佔生產量的 20%左右。

國人每年茶葉消費量，是以每年總生產量加上進口茶葉量，再減去出口量來推算；每人每年可供消費量，則以茶葉總消費量除以人口數來計算（如表三）。1971 年代國人茶葉消費量每人每年僅有 0.27 公斤，到了 1981 年則增至 0.58 公斤，至 1991 年更增加為 1.10 公斤以上，顯示台灣茶葉之消費量有逐年增加的趨勢。

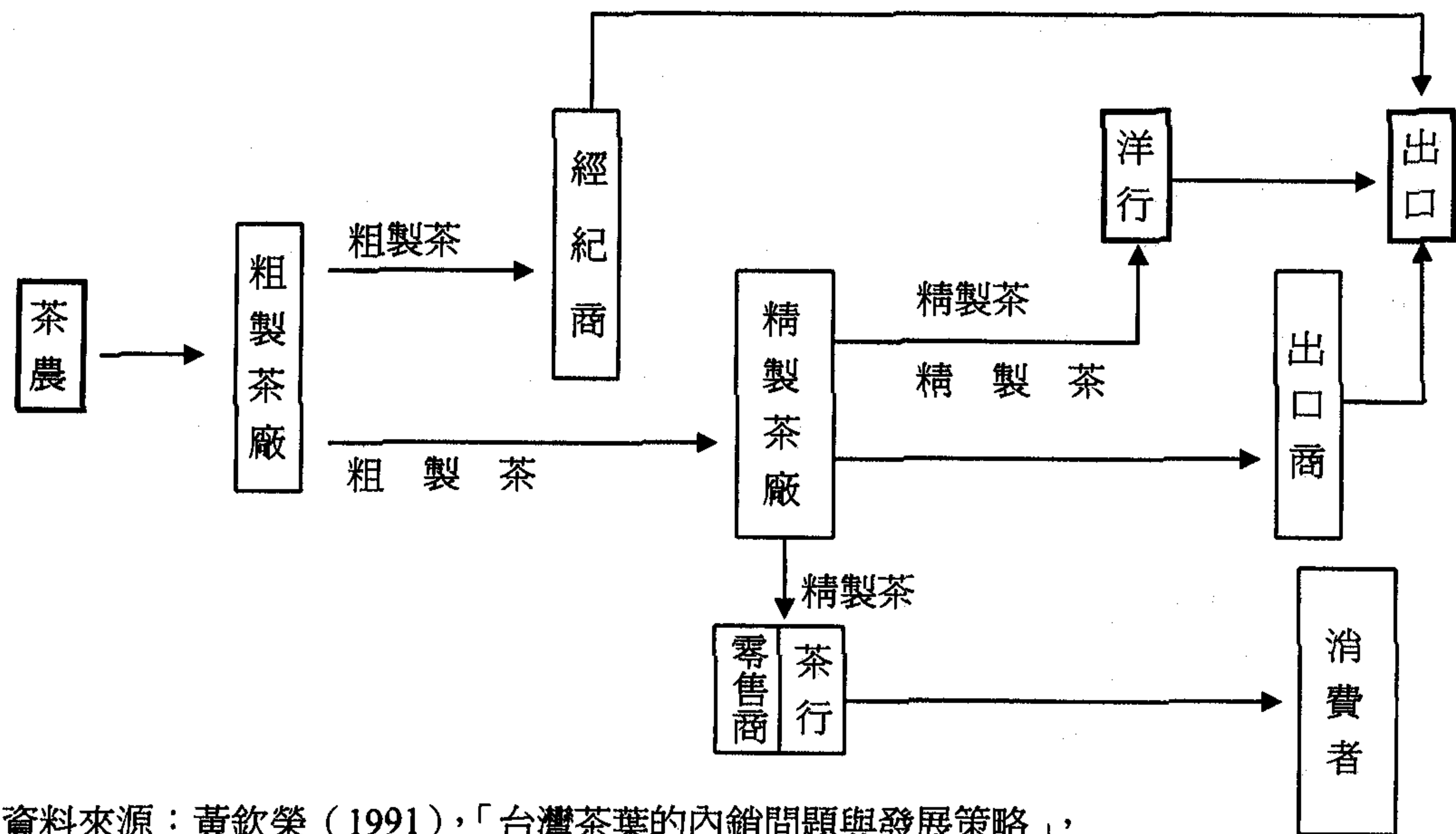
表三、1971~1996 年台灣茶葉可供消費量統計表

| 年別   | 人口數（百萬） | 每年可供消費量（公噸） | 每人每年可供消費量（公 |
|------|---------|-------------|-------------|
| 1971 | 15.0    | 4,060       | 0.27        |
| 1976 | 16.5    | 4,375       | 0.26        |
| 1981 | 18.1    | 10,226      | 0.58        |
| 1982 | 18.5    | 14,067      | 0.77        |
| 1983 | 18.7    | 12,213      | 0.67        |
| 1984 | 19.0    | 12,655      | 0.68        |
| 1985 | 19.3    | 13,178      | 0.71        |
| 1986 | 19.5    | 13,794      | 0.75        |
| 1987 | 19.7    | 17,757      | 0.92        |
| 1988 | 19.9    | 15,925      | 0.84        |
| 1989 | 20.1    | 15,387      | 0.83        |
| 1990 | 20.3    | 16,166      | 0.88        |
| 1991 | 20.5    | 22,519      | 1.10        |
| 1992 | 20.7    | 21,339      | 0.93        |
| 1993 | 20.9    | 25,146      | 1.09        |
| 1994 | 21.1    | 30,222      | 1.30        |
| 1995 | 21.3    | 25,096      | 1.18        |
| 1996 | 21.5    | 27,021      | 1.26        |

資料來源：台灣農業年報 茶訊 中華民國台灣人口統計，內政部

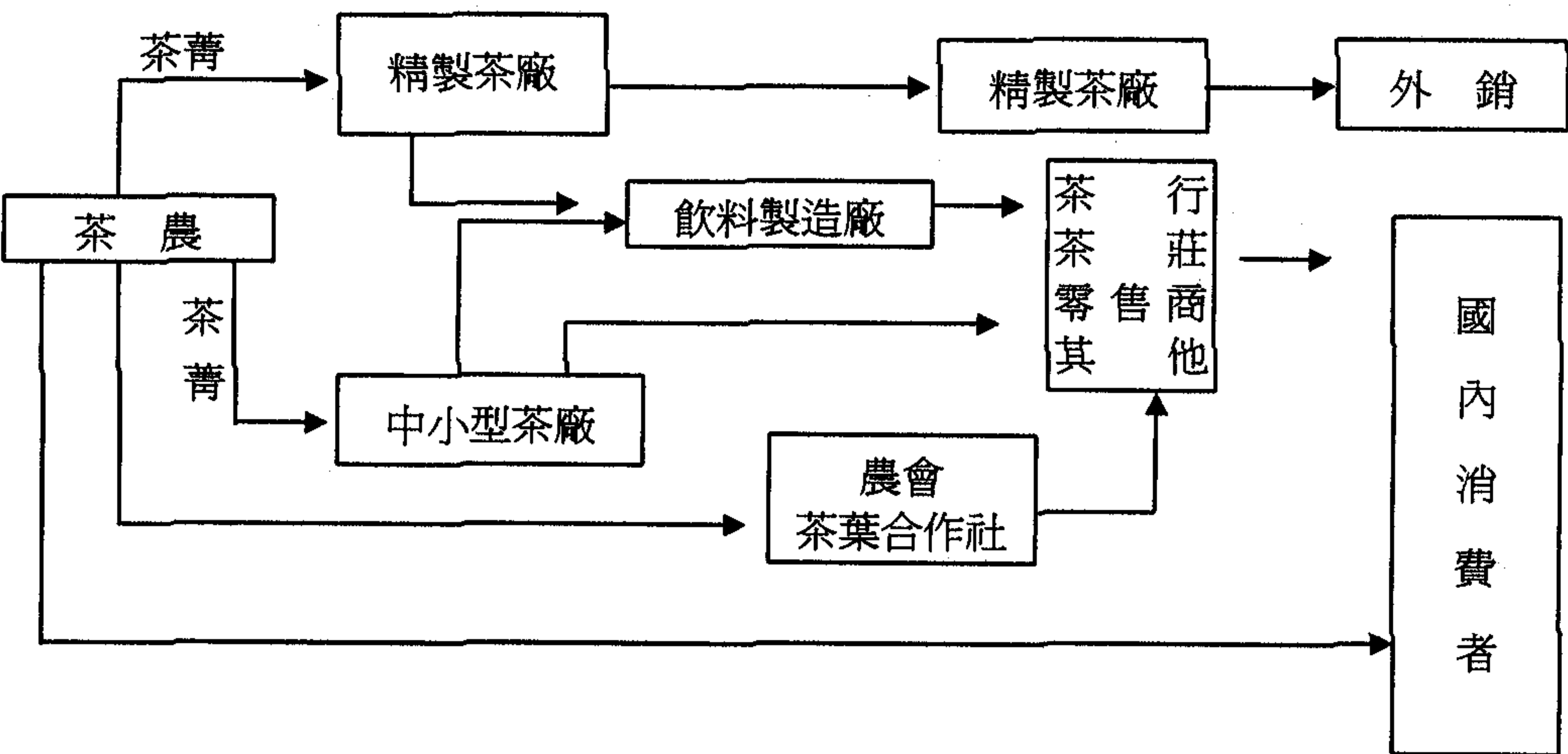
四茶葉運銷結構

茶葉的交易買賣運銷行為可分為茶菁的買賣與成茶的買賣二個階段如圖二及圖三。



資料來源：黃欽榮（1991），「台灣茶葉的內銷問題與發展策略」，台灣茶業發展研討會專集。

圖二、外銷為主時期台灣茶葉運銷通路



資料來源：廖武正、林婉慧（1991），台灣茶葉產業發展策略規劃，中興大學農產運銷學系。

圖三、內銷為主時期台灣茶葉運銷通路

自茶樹摘採下來的幼嫩芽葉一般稱為「茶菁」；茶農所生產的茶菁是否賣給茶廠或自己設茶廠加工，因時因地而不同，在 1975 年以前，台茶幾乎都是以產製大宗的綠茶或紅茶類外銷，製茶工廠均為大型自動化之工廠，茶廠所需茶菁原料 95%以上都需由茶農供應，亦即茶農所生產的茶菁，幾乎全部賣給茶工廠加工，生產茶菁之茶農與加工製造之茶廠，彼此分工合作；但自 1975 年茶葉產製型態改變，產製以內銷為主之包種烏龍茶類小型茶廠急速增加，一般茶農如耕作面積達一公頃以上者，均紛紛自行設置自產自製自銷包種烏龍茶小型茶廠，茶農所生產的茶菁出售比例逐年減少；據調查結果如表四，桃園、新竹、苗栗縣之茶農出售茶菁者比例僅約有 65%，茶菁供自產自製比率達 35%；但近二十年來新興茶區，幾乎都是自產自製，如南投、嘉義茶區，茶農所生產的茶菁約 75%自行加工製造，僅有 25%茶菁出售給其他茶廠加工製造。

茶農所生產的茶菁，自行設置小型茶廠加工製造，達到自產自製，不必出售茶菁，固可減少出售茶菁中間轉手之價差，但如每戶茶農不但要從事茶園的生產管理經營，又要從事茶廠的加工製造，就長期的自產自製經營方式，其對人力勞工逐漸缺乏的現象及設廠投資的經濟利益，頗值進一步去探討。

茶菁經過各種加工程序最後成為商品「成茶」；成茶的銷售，過去以外銷為主的綠茶或紅茶類，幾乎都是以大型茶廠所生產的成茶，直接批發提供經銷貿易商；但自 1975 年以後，自產自製的製造半發酵包種烏龍茶小型茶廠紛紛設立之後，對過去成茶以批發銷售的型態，已逐漸改變為零售與批發併行的銷售方式如圖三，據調查各茶區製造半發酵包種烏龍茶小型茶廠，對其所生產的成茶銷售方式如表四，小型茶廠所生產之成茶自行零售比率達 50%者有桃園縣、南投縣（手採區）高雄縣及花蓮縣，以台北縣及南投縣（名間鄉機械採收茶區），其所生產的成茶銷售方式，零售比率較低約為 37%，其他茶區之成茶銷售比率亦都在 40%以上。

表四、各茶區茶作戶茶菁自製或出售及成茶零售或批發比較表

單位：%

| 茶 區      | 茶 菁  |      | 成 茶  |      |
|----------|------|------|------|------|
|          | 自產自製 | 出 售  | 零 售  | 批 發  |
| 台北縣      | 59.5 | 40.5 | 36.5 | 63.5 |
| 桃園縣      | 34.6 | 65.4 | 50.9 | 49.1 |
| 新竹縣      | 31.2 | 68.8 | 42.0 | 58.0 |
| 苗栗縣      | 38.5 | 61.5 | 48.1 | 51.9 |
| 南投縣（手採區） | 76.8 | 23.2 | 50.3 | 49.7 |
| 南投縣（名間鄉） | 73.3 | 26.7 | 37.1 | 62.9 |
| 嘉義縣      | 71.6 | 28.4 | 40.4 | 59.6 |
| 雲林縣      | 51.2 | 48.8 | 42.8 | 57.2 |
| 高雄縣      | 52.9 | 47.1 | 50.4 | 49.6 |
| 宜蘭縣      | 55.7 | 44.3 | 38.5 | 61.5 |
| 花蓮縣      | 60.6 | 39.4 | 55.0 | 45.0 |
| 台東縣      | 54.3 | 45.7 | 42.8 | 57.1 |

資料來源：楊盛勳（1992）降低茶葉成本之研究

## 五、各茶區辦理製茶或優良茶比賽的情形

近年來本省飲茶風氣頗盛行，各茶區之主管單位或農民團體，紛紛舉辦各種製茶比賽或優良茶比賽，以提昇製茶品質及促銷茶葉。所謂「製茶比賽」即是由主辦單位召集製茶選手，在選定之製茶工廠內，由主辦單位提供製茶原料（茶菁），通常每位選手給 10 公斤茶菁，各選手在同一環境條件下，製造茶葉，最後由茶葉評審專家評鑑成品之優劣；一般每次參加之製茶比賽選手約 25~40 人左右。

「優良茶比賽」即是由主辦單位通知其轄區之茶農，在某一段採茶期內（如春茶或冬茶期），將茶農自己所產製的茶葉，每件提供 12 公斤左右到比賽會場，由茶葉評審專家評鑑茶葉之優劣；此種比賽，每次參加比賽樣品之數量較多，少者亦有 100 件以上，多者達數千件。

不管是製茶比賽或優良茶比賽次數，近年來均有逐年增加之趨勢（如表五）；製茶比賽的目的，主要是將製茶選手集中在一起，在同一條件環境下，互相切磋觀摩製茶技巧，以進一步提升製茶從業人員之技術，提高製茶品質。優良茶比賽的目的，是以競賽觀摩的方式，鼓勵茶業從業人員，提高茶葉品質並實施分級包裝，穩定茶葉市場，尤其是將優良茶比賽評鑑分級後的茶葉，辦理展示展售會，對茶葉的促銷頗有助益。

表五、近年來全省各茶區舉辦製茶及優良茶比賽統計表

| 年 份  | 製茶比賽（次） | 優良茶比賽（次） | 合 計（次） |
|------|---------|----------|--------|
| 1988 | 21      | 46       | 67     |
| 1989 | 41      | 44       | 85     |
| 1990 | 41      | 49       | 90     |
| 1991 | 38      | 58       | 96     |
| 1992 | 39      | 60       | 99     |
| 1993 | 38      | 64       | 102    |
| 1994 | 49      | 77       | 126    |
| 1995 | 58      | 84       | 142    |
| 1996 | 45      | 86       | 131    |

資料來源：茶業改良場年報

## 參、市場潛力分析

## 一、茶葉生產供給情勢

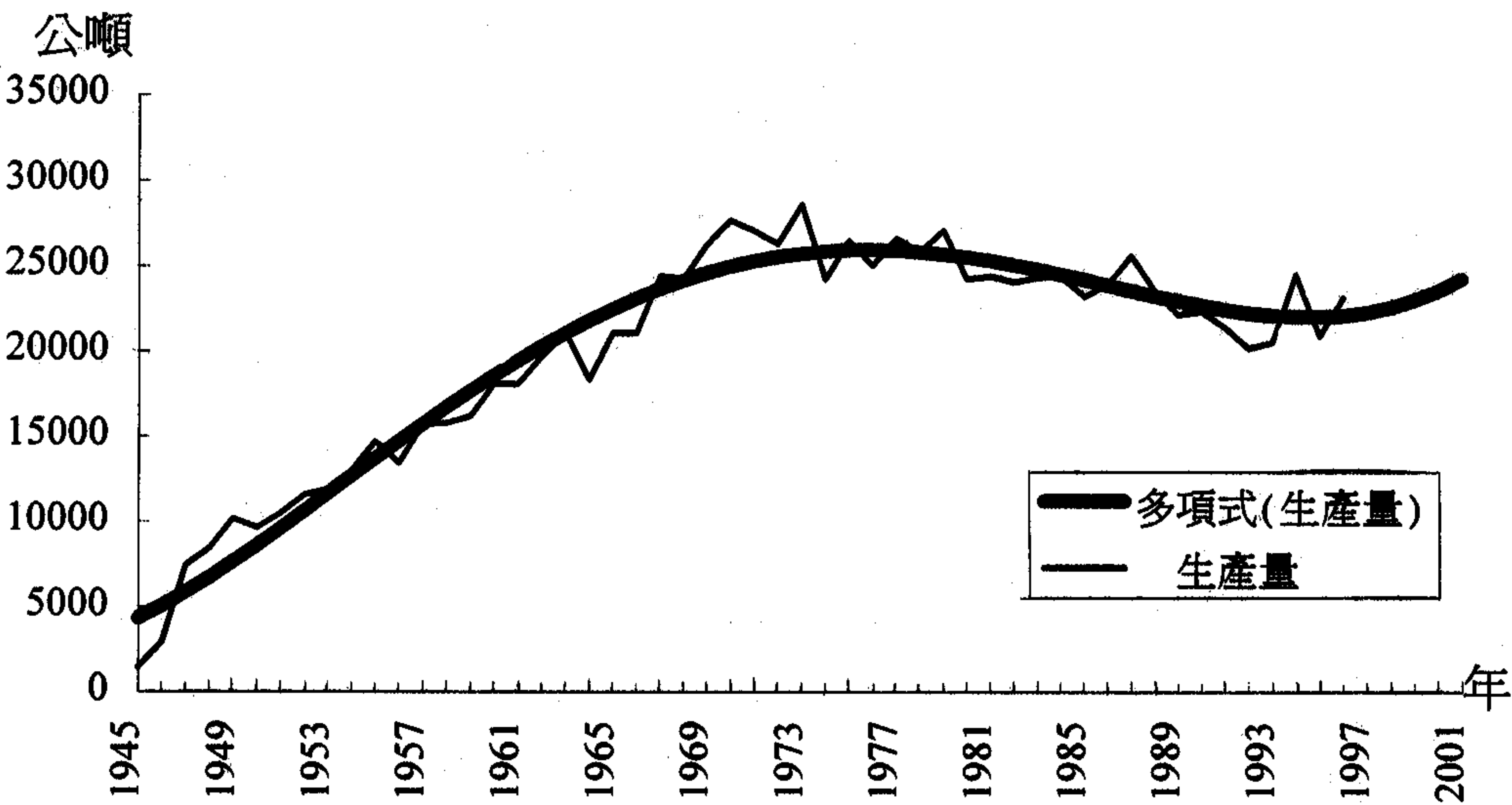
台茶生產量，主要受到茶園面積的增減及單位面積的平均產量之影響。1945 年茶園面積雖有 34,255 公頃，但由於台灣剛自日本統治光復，百業蕭條，茶園荒蕪，幾乎無人管理，茶葉年產量僅有 1,430 公噸；後來茶園逐漸更新整理，至 1965 年茶園面積 37,636 公頃，但產量增至 21,042 公噸；此乃單位面積產量每公頃增為 560 公斤所致。1985 年以後，茶園面積又減縮為 26,328 公頃，但產量反而增至 23,203 公噸，單位面積產量增為 875 公斤；爾後茶園面積雖逐年減少，但總產量仍維持在 20,000~23,000 公噸之間。本研究採用 1945 年至 1996 年之茶葉生產量，以多項式迴歸分析法，求得台灣地區茶葉生產量的長期供給趨勢如圖四，其供給函數為：

$$Y = 0.0196 X^4 - 2.0261 X^3 + 47.427 X^2 + 610.8 X + 3665.6$$

$$R^2 = 0.9526$$

式中 Y：年生產量（公噸）  
X：年，（以 1945 年為基期，1945 年=1，1946 年=2，. . .  
R：相關係數

由供給函數對未來五年茶葉生產量加以預測，至 2001 年，台茶年生產量約為 24,250 公噸，詳如表六。



圖四、茶葉生產量供給趨勢

表六、未來五年茶葉生產供給量及外銷量之預測

單位：公噸

| 年度   | 茶葉生產量  | 茶葉外銷量 |
|------|--------|-------|
| 1997 | 22,274 | 3,587 |
| 1998 | 22,568 | 3,387 |
| 1999 | 22,987 | 3,128 |
| 2000 | 23,542 | 2,903 |
| 2001 | 24,250 | 2,889 |

二茶葉出口趨勢分析

台灣產製的茶葉享譽國際，滿清時期台灣只有產製烏龍茶與包種茶，到了日治時期，才引進紅茶之製造；台灣光復後，引進大陸的炒菁綠茶製造方法，1949 年起即有炒菁綠茶輸銷北非；1965 年又有日本之蒸菁綠茶製造法引進台灣；以上台灣所生產的茶葉均以外銷為主，佔總生產量的 80%以上，至 1973 年台茶外銷量最高峰達 23,515 公噸，之後，台茶出口量就逐年減少，起先每年出口量遞減一、二千公噸，然後遞減三、五千公噸，至 1987 年台茶出口量已不滿一萬公噸，直到 1996 年外銷茶僅有 3,475 公噸（如表二）。

本研究採用 1945 年至 1996 年之茶葉外銷量，以多項式迴歸分析法，求得台茶外銷量的長期趨勢如圖五，其外銷出口量函數為：

$$Y = 0.036 X^4 - 3.9424 X^3 + 114.1 X^2 - 396.97 X + 6138.3$$

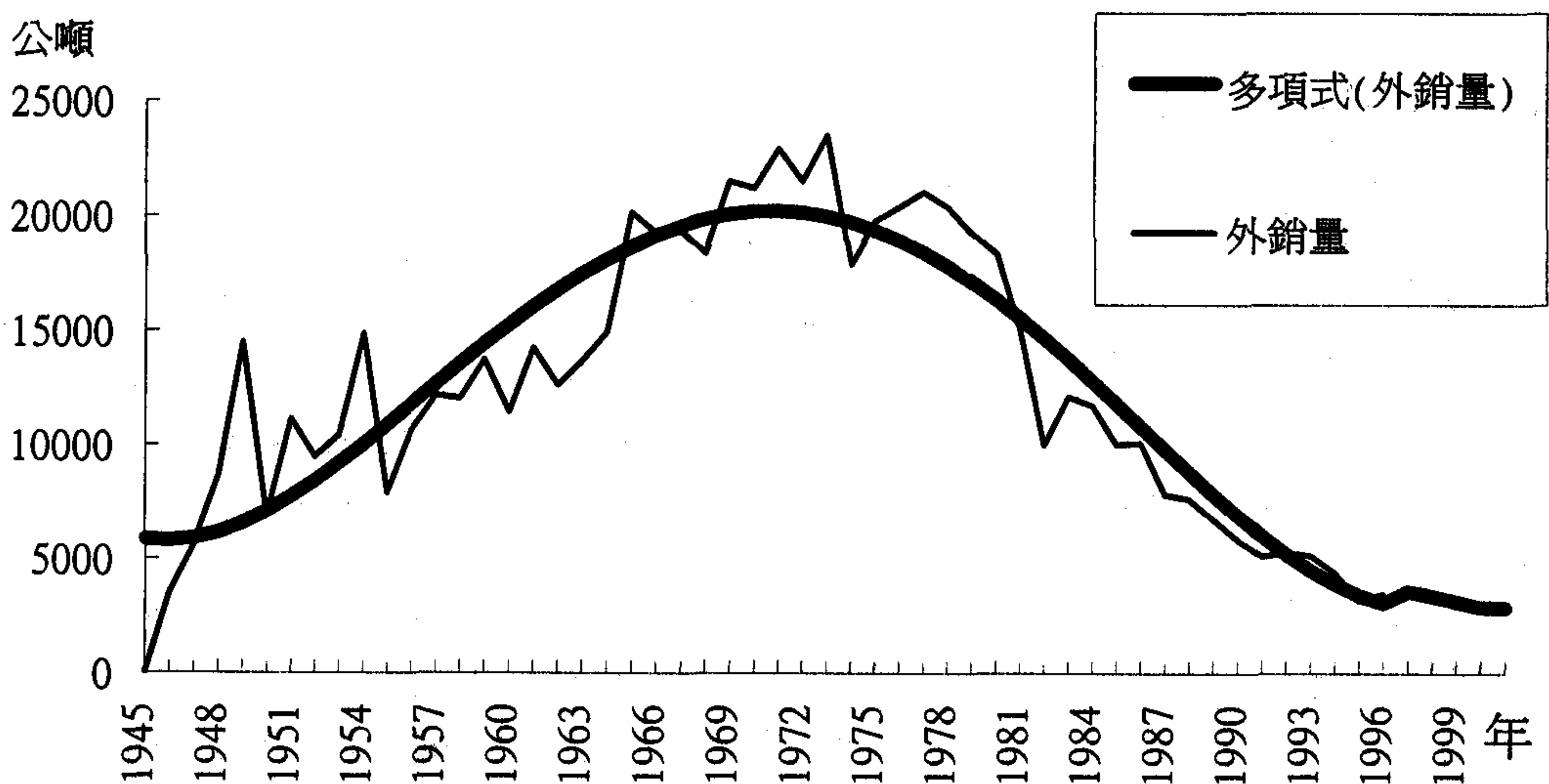
$$R^2 = 0.8389$$

式中 Y：年生產量（公噸）

X：年，（以 1945 年為基期，1945 年=1，1946 年=2，．．．．．）

R：相關係數

由供給上列外銷出口函數，對未來五年台茶外銷出口量加以預測，至 2001 年，約為 2,889 公噸，詳如表六。



圖五、茶葉外銷量趨勢

### 三茶葉進口分析

台灣茶葉進口自 1985 年起始有正式進口紀錄（如表二），當年僅有 309 公噸，至 1991 年突然增至 5,795 公噸，五年時間進口量增加了約 20 倍，到 1994 年達到最高峰為 10,388 公噸，此後因進口茶已達到飽和而略有減少，至 1996 年降為 7,365 公噸。

據台灣區製茶公會之茶訊月刊顯示，台灣主要進口茶葉國家包括越南、印尼、錫蘭、新加坡及泰國等地區，1991 年自越南進口茶葉 1,678 公噸（佔 29.0%），印尼 1,362 公噸（佔 23.5%），泰國 1,631 公噸（佔 28.1%）；至 1996 年總進口量 7,365 公噸，但集中自越南進口 5,537 公噸佔 75.2%，印尼 749 公噸佔 10.2%；究其原因，係茶商至越南投資生產香片（茉莉花茶）及紅茶，供應台灣飲料用之原料茶（以茉莉花茶、紅茶為主）。

台灣進口的茶葉，係廉價的紅茶、茉莉花茶或綠茶為主，以供應給飲料廠商做為加工製造罐裝飲料茶的原料；最近五年來，台商到中國大陸、越南、印尼等地區，投資生產台式烏

龍茶（半球型包種烏龍茶）而逐漸回銷台灣或直接銷往日本，取代台灣原有外銷日本之烏龍茶市場，此趨勢對台灣地區的茶農生計，可能逐漸造成較大的威脅。

表七、1991~1996 年主要茶葉進口國家

| 度 年  | 越南   |      | 印尼   |      | 錫蘭  |     | 新加坡 |     | 泰國   |      | 其他  |     | 合計    |
|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|-------|
|      | 公噸   | %    | 公噸   | %    | 公噸  | %   | 公噸  | %   | 公噸   | %    | 公噸  | %   | 公噸    |
| 1991 | 1678 | 29.0 | 1362 | 23.5 | 478 | 8.2 | 249 | 4.3 | 1631 | 28.1 | 397 | 6.9 | 5795  |
| 1992 | 2993 | 46.5 | 890  | 13.9 | 429 | 6.7 | 315 | 4.9 | 1573 | 24.4 | 234 | 3.6 | 6434  |
| 1993 | 4228 | 42.6 | 2560 | 25.8 | 837 | 8.4 | 343 | 3.4 | 1369 | 13.8 | 591 | 6.0 | 9928  |
| 1994 | 5449 | 52.5 | 1718 | 16.5 | 667 | 6.4 | 368 | 3.5 | 1992 | 19.2 | 194 | 1.9 | 10388 |
| 1995 | 5666 | 70.3 | 1055 | 13.1 | 751 | 9.3 | 318 | 3.9 | 151  | 1.9  | 124 | 1.5 | 8065  |
| 1996 | 5537 | 75.2 | 749  | 10.2 | 460 | 6.2 | 399 | 5.4 | 30   | 0.4  | 190 | 2.6 | 7365  |

資料來源：台灣區製茶公會茶訊

四生產成本結構與獲利性分析

從事茶葉的生產對於人工勞力的利用，有一個很大的特點，就是可利用大量婦女及老年的勞力從事茶葉的產製工作，在茶園經營上，費人工最多的是採摘茶菁，這些工作通常可由婦女擔任；在加工製造過程中，所用的婦女及老年勞動力亦不少，尤其精製茶葉的撿選工作，幾乎都用婦女之勞力，因此茶葉的發展，對農村勞動利用的調節，有很大的功效。一般所指的茶葉是從茶樹上採摘下來的嫩芽嫩葉，經過製茶工廠加工製造烘焙乾燥後才可得到成品茶葉，因此茶葉生產成本結構，可分為茶園生產成本及製茶生產成本二大部份來說明。

(一)茶園生產成本

茶園生產成本應包括開墾、種植、苗木、施肥、中耕、除草、灌溉、採收、機械構置及租稅等資料及投入勞動資金。據楊盛勳（1992）調查台灣主要茶區台北、桃園、新竹、苗栗、南投、雲林、高雄、台東、花蓮及宜蘭等 11 縣，其成本茶園生產成本如表八。各項生產費分述如下：

肥料施用費：

本項包括施用有機肥料，化學肥料及施用肥料工資，由表八得知，越是淨收益高之茶區，其所投入之肥料施用費越高，如嘉義、南投縣每公頃每年達 8 萬元以上，雲林、高雄縣亦達 6 萬元以上，反之如淨收益較低之北部茶區新竹縣及苗栗縣每公頃每年所投入之肥料施用費僅 2 萬多元而已，是以各茶區之施用肥料費用是過多或過少，尙值檢討。

藥劑施用費：

包括茶樹病虫害施用農藥，茶園雜草防除藥劑及其藥劑使用之人工費用，由表八知以淨收益較高之茶區如嘉義、南投、台北及宜蘭縣之藥劑施用費較多，而以淨收益較低之桃園縣、新竹縣及苗栗縣藥劑施用費用較少，此乃由於淨收益高之茶區較勤施用葯劑來防除病虫害及雜草，因此其葯劑施用費亦較高。

採收費：

茶葉的採收方式分為人工採收及機械採收，由表八知，人工採收每公斤的費用約為機械採收費的 10 倍；目前各茶區如桃園縣、新竹縣、苗栗縣、雲林縣、花蓮縣、宜蘭縣及南投

縣名間鄉幾乎都使用機械採收，惟嘉義縣、南投縣（名間鄉除外），台北縣生產文山包種茶之茶區及台東縣、高雄縣部份茶區乃保持人工手採。就以降低生產成本而論，人工手採改為機械採收為最直接有效降低生產成本的方法，但一般消費者卻認為以人工手採的茶菁所製造的成茶，品質較好且較具風味，茶葉零售價也較高。因此若規劃在人工手採茶區推廣改為機械採收，必需顧及到茶葉的品質、茶農的收入及消費者的接受程度。由表八知以每公頃淨收益達 45 萬元之嘉義縣茶區，目前已面臨不但工資高漲而且雇工不易的困境下，仍不敢輕易改為機械採收，以免降低茶葉品質及失去原有消費市場。

表八、各茶區茶園主要生產成本比較表

| 成本項目       | 肥料施用費<br>元／公頃 | 藥劑施用費<br>元／公頃 | 採收費用 元／公斤 |      | 淨收益<br>元／公頃 |
|------------|---------------|---------------|-----------|------|-------------|
|            |               |               | 人工手採      | 機械採收 |             |
| 台北         | 54,267        | 46,967        | 43.5      | 2.84 | 104,126     |
| 桃園         | 47,176        | 14,270        | 25.5      | 2.34 | 78,089      |
| 新竹         | 21,257        | 13,848        | 26.7      | 2.44 | 112,111     |
| 苗栗         | 25,650        | 19,800        | 28.4      | 2.53 | 78,564      |
| 南投         | 81,915        | 36,822        | 43.9      | 4.10 | 397,749     |
| （手採區）      |               |               |           |      |             |
| 南投         | 81,760        | 44,936        | 24.3      | 2.70 | 388,591     |
| （名間鄉機械採收區） |               |               |           |      |             |
| 嘉義         | 81,483        | 53,975        | 44.4      | —    | 453,076     |
| 雲林         | 62,310        | 38,448        | 31.6      | 2.50 | 377,777     |
| 高雄         | 62,821        | 20,249        | 30.1      | 2.52 | 253,333     |
| 宜蘭         | 46,005        | 41,245        | 27.5      | 2.57 | 180,844     |
| 花蓮         | 32,722        | 36,482        | 24.6      | 2.60 | 210,277     |
| 台東         | 42,517        | 29,268        | 24.3      | 2.67 | 211,856     |

## （二）製茶生產成本

目前台灣所生產的茶類，主要以半發酵之包種、烏龍茶類為主，其他尚有少量之紅茶及綠茶類。

半發酵包種烏龍茶之製造過程，主要可分為日光萎凋，室內萎凋及攪拌、殺菁、揉捻（初捻及布揉）及乾燥（初乾及焙烘乾燥）等五大步驟。

目前全部製茶過程中，除日光萎凋及室內萎凋由人工操作外，其他如攪拌、殺菁、揉捻（望月式及布球式）、乾燥等操作過程，均已有半自動機械可供使用，節省人力，降低生產成本；每個自產自製自銷之小型製茶廠，至少需備有一組製茶機械，包括攪拌機、殺菁機、望月式揉捻機、布球揉捻機、連續式乾燥機等約需 30 萬元。

製造球型（凍頂型）半發酵包種烏龍茶過程中，以揉布球最需人工勞力，一般自產自製自銷小型茶廠之人力日漸缺乏，目前各茶區已發展代工製茶（自茶菁入廠至製茶完成步驟之全程步驟）或代工揉布球，各茶區之代工收費情形如表九。

表九、各茶區製茶生產費用比較表

| 茶 區   |      | 桃竹苗       | 南 投       | 嘉 義       | 花 東       |
|-------|------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 一般製茶工 | 元／天  | 1,200±200 | 1,200±200 | 1,800±200 | 1,300±200 |
| 布球揉捻工 | 元／天  | 1,300±200 | 2,000±200 | 1,200±200 | 1,300±200 |
| 代工製茶  | 元／台斤 | 60±10     | 150±20    | 190±20    | 120±200   |
| 代工揉布球 | 元／台斤 | -----     | 60±5      | 65±5      | 55±5      |

## 五茶葉消費行為分析

根據廖武正 (1991) 所做茶葉購買與消費行為之調查研究報告中指出，國人飲用傳統茶已很普遍，只是飲用較多者為受教育程度較低、年齡較大、已婚及買賣工作人員；相對的，年輕、女性、教育程度較高者及學生則以喝袋茶為主。傳統茶中最常飲用烏龍茶，其次為清茶／包種茶，最少為香片。國人飲茶都以在家自己喝為主，在外飲用如辦公室、餐廳、茶藝館等並不多。一般袋茶的飲用種類依次為紅茶、烏龍茶、茉莉花茶。又年齡越大，習慣性喝茶的比例也越高，年輕人則有較高比例是為止渴、提神及增加生活情趣而喝茶。家庭中茶葉實際購買者主要為男主人，傳統茶主要購買場所為茶莊／茶葉店，其次為向產地茶作戶購買，而向現代化的零售場所購買比率很小，一般袋茶購買場所則正好與傳統茶相反，即以現代化的零售場所為主。受訪者每次購買傳統茶花費的金額從 100 元至 2,100 元以上都有，惟每次購買金額在 600 元以下仍佔較大比率，一般袋茶每次購買都在 100 元~600 元之間。又國人選購茶葉的考慮因素主要為口味及茶葉品質，再次才是價格。為配合國人飲用茶葉之需求及其發展趨勢，業者應引用市場區隔化觀念，至少應將茶葉區隔為傳統茶、袋茶及飲料茶等三個市場。

## 肆、茶葉產銷規劃方向

台灣茶葉原以北部之台北、桃園、新竹、苗栗縣等茶區為主，以製造紅茶、綠茶供應外銷；但自 1981 年以後，由於各種環境因素如勞力缺乏，工資高漲，台茶逐漸喪失外銷競爭力，是以政府有關單位積極輔導台茶，改為產製半發酵之包種烏龍茶供應內銷，並配合有關團體積極推廣飲茶，重整台茶市場，成效頗為顯著。本研究依據台灣茶區之地理環境因素及生產條件，分為五個茶區包括桃竹苗茶區、台北宜蘭茶區、南投茶區、雲嘉茶區及花東高屏茶區，依各茶區之產銷概況，擬訂茶葉產銷輔導方向。

### 一、桃竹苗茶區

產銷概況：

1. 桃園縣茶園面積約一、四〇〇公頃，主要分佈在龍潭鄉（約一、一〇〇公頃），其他在楊梅、龜山、大溪、復興、蘆竹等鄉鎮。
2. 龍潭、平鎮、楊梅之茶農，除部份茶農自產自製半球型包種茶供應內銷，尚可維持外，其餘茶農將茶菁採收賣給茶工廠加工，茶菁每公斤有時低於十元，已不敷成本（成本每公斤約十五元）。
3. 蘆竹、龜山、大溪、復興之茶農，大部份以自產自製凍頂型烏龍茶，目前產銷尚無大困難。
4. 新竹縣的茶園面積約二、三〇〇公頃，主要分佈在關西、新埔、峨眉、北埔、湖口等鄉鎮。
5. 關西、新埔之茶農幾乎都是將茶菁採收後賣給茶廠加工，茶菁價低廉，部份茶園已荒廢。
6. 峨眉、北埔一帶茶農，春冬茶製成凍頂型烏龍茶，夏茶製成槪風烏龍茶，目前產銷尚無困難。
7. 苗栗縣茶園面積約一、二五〇公頃，主要分佈在銅鑼、頭份、頭屋、三義、造橋等鄉鎮。
8. 苗栗縣等茶農除極少部份茶農自產自製成半球型烏龍茶供內銷外，大多數茶農以賣茶菁為主，由於茶菁價格低，茶園絕大部份已未管理未採摘。
9. 頭份、頭屋茶農尚有製造槪風烏龍茶者，尚可勉強維持。

10.1994、1995年由於大量進口茶葉，嚴重影響桃竹苗茶葉市場，造成本地茶滯銷，農委會及農林廳為紓解滯銷困境，採取補貼農民每公斤茶菁運費3元外，並鼓勵茶樹台刈及廢耕造林，台刈每公頃補助10萬8千元，廢耕造林每公頃補助54萬元，結果桃園縣採取台刈茶園面積118公頃，廢耕造林9公頃，新竹縣台刈399公頃，廢耕造林38公頃，苗栗縣台刈212公頃，廢耕造林38公頃。

產銷輔導方向：

- 1.輔導各鄉鎮公所、農會，依適地適作與產銷平衡為原則，如已無經濟栽培價值之茶園，宜輔導做為其他用途。
- 2.依各鄉鎮茶區之發展情形，如尚有發展潛力者，龍潭之「龍泉茶」，蘆竹、復興、大溪等茶區製成品質較好之「半球型包種茶」及北埔、峨眉、頭份、頭屋之「桤風烏龍茶」，應善加積極輔導，如輔導：
  - (1)加強代耕隊組織及茶園管理採收機械化，以降低生產成本。
  - (2)輔導茶葉品質分級包裝，加強促銷活動。
  - (3)輔導組織產銷經營班，強化本土性產品之品牌。
  - (4)加強輔導生產有機耕作法之茶葉，以提昇茶葉價格及另擴大消費層面。
  - (5)輔導生產「袋泡茶」，促進中低價位茶之銷售。

## 二、台北宜蘭茶區

產銷概況：

- 1.台北縣茶園面積約三、〇〇〇公頃，主要分佈在坪林、石碇、新店、三峽、林口等鄉鎮。
- 2.台北縣坪林一帶文山茶區所生產的條型包種茶，有獨特的風味及固定的消費者，目前產銷尚無困難。
- 3.淡水、三芝、林口茶區，近十年來已無經濟栽培價值，茶園已逐漸廢耕轉為其他用途。
- 4.石門鄉茶園面積約一六〇公頃，由於當地農會輔導生產特殊風味的「石門鐵觀音茶」，產銷良好。
- 5.三峽茶區雖有生產特殊的「龍井茶」及「碧螺春」，由於產量少，且價格不高，已逐年減產。
- 6.宜蘭縣茶園面積約六〇〇公頃，主要分佈在冬山、大同、三星及礁溪等鄉鎮。
- 7.宜蘭縣所生產的茶葉可分為條型及半球型二類之包種茶，而且茶葉具有特殊風味，並已由有關單位協助輔導成立「觀光休閒茶園」，茶葉產銷尚屬暢旺。

產銷輔導方向：

- 1.文山包種茶具有特殊的風味及固定的消費者，宜加強輔導分級包裝及辦理促銷，穩定本土茶葉市場。
- 2.石門鐵觀音茶已奠定良好產銷基礎，宜加強輔導內外銷。
- 3.台北縣部份已無經濟栽培價值之茶園如淡水、三芝、林口等茶區，可輔導移作其他用途。
- 4.宜蘭縣茶區，應加強輔導組訓茶業產銷班，改進產銷業務，實施分級包裝促銷。
- 5.宜蘭茶區風景秀麗，極適合輔導設立觀光休閒茶園，提高茶農收益。

## 三、南投茶區

產銷概況：

- 1.南投縣茶園面積約八、〇〇〇公頃，主要分佈在鹿谷、竹山、名間、魚池、埔里、水里及仁愛、信義等鄉鎮。
- 2.中高海拔如鹿谷、竹山、仁愛、信義等茶區，所生產的高價位「凍頂烏龍茶」及「高山烏龍茶」，以人工手採，工資高昂，且雇工不易，生產成本高。
- 3.中低海拔如名間、竹山等茶區，以機械採收，生產成本較低，但茶葉售價亦較低。
- 4.魚池、埔里茶區尚有生產紅茶，主要供應內銷，由於價格低落，農民無利可圖已逐年減產，已被進口紅茶取代。
- 5.鹿谷、竹山、名間、仁愛、信義各鄉鎮茶區，每年分春、秋、冬茶各舉辦優良茶比賽及展售會，對促銷茶葉頗有成效。

#### 產銷輔導方向：

- 1.南投縣茶園面積近幾年來逐漸增加，為因應國內茶葉市場需要，政府有關單位，應勸阻再開發新茶區及不擴大生產規模，甚至加強取締超限開墾茶園，進而加強教育水土保持觀念。
- 2.組訓產銷班，輔導機械化代耕隊、製茶代工及茶園機械化，以降低生產成本。
- 3.鹿谷、竹山、仁愛、信義鄉及水里，中高海拔茶區之製茶品質，應輔導產製傳統特色茶，以穩定市場銷路。
- 4.名間、南投市一帶松柏茶區，雖以全面推行機械化耕作採收，但面對外來進口廉價茶之衝擊，宜宣導茶葉產期調節，實施夏茶不採摘，留養樹勢，提高春、冬茶的質量，增加收益。
- 5.魚池、埔里紅茶產區宜輔導發展供內銷之高品質精緻紅茶，如無意願或無經濟栽培價值之茶園，宜輔導供其他用途。
- 6.在南投縣各茶區原有基礎下建議以鄉鎮為單位，加強輔導分級包裝，建立地區品牌，加強促銷活動。

#### 四雲嘉茶區

##### 產銷概況：

- 1.雲林縣茶園面積約五〇〇公頃，主要分佈在古坑鄉（三九〇公頃）及林內鄉（一一〇公頃）。
- 2.林內鄉坪頂茶區，海拔較低，茶園耕作管理及茶葉製造已完全機械化。
- 3.古坑茶區屬中高海拔地區，所產製茶葉品質類似「高山烏龍茶」由於手採僱工困難，生產成本高，造成經營壓力。
- 4.嘉義縣茶園面積約二、一〇〇公頃主要分佈在梅山、番路、竹崎、阿里山等鄉鎮，皆屬高海拔茶區。
- 5.嘉義縣所生產的高山烏龍茶，具有特殊的風味，頗受國人所喜愛，價格亦偏高，由於近年來工商經濟衰退，影響高山烏龍茶之價位及銷售量有下滑的隱憂。

##### 產銷輔導方向：

- 1.雲嘉高山茶區，近年來茶園面積有逐年增加的趨勢，為因應茶葉市場的需求，應勸阻再開闢茶園，甚至加強取締超限開墾茶園及教導水土保持觀念。
- 2.嘉義及雲林高山烏龍茶，由於全部人工採收，生產成本高，若推行機採以降低成本，恐影響高山烏龍茶特性，建議可逐步推行「鋏剪採收」，以不影響「高山烏龍茶」品質，而可收到降低成本及解決雇工不易之效果。
- 3.為降低製茶成本應輔導設立製茶代工中心，如布球揉捻代工，連續式萎凋機、機械式揀梗機

等，有效利用機械製茶及精製，降低生產成本。

4.加強組訓茶葉產銷經營班，實施分級包裝，建立當地茶區品牌，以促銷茶葉。

## 五花東及高屏茶區

### 產銷概況

- 1.花蓮縣茶園面積約二九〇公頃，主要分佈在瑞穗鄉，瑞穗鄉生產的茶葉分二大部份，一為鶴岡紅茶，此紅茶主要由土地銀行鶴岡示範茶廠，與當地茶農契約生產，有其傳統的產銷管道但近年因紅茶售價偏低，部份茶園，已廢耕改植白柚，收益尚稱良好。另一為「天鶴茶」，屬部份發酵的半球型包種茶，配合休閒觀光發展茶業，產銷市場順暢。
- 2.台東縣茶園面積約八〇〇公頃，主要分佈在鹿野、卑南、及太麻里鄉。
- 3.鹿野及卑南鄉茶區屬平台高地，以產製半球型包種茶為主，以「福鹿茶」行銷。太麻里茶區為中高海拔茶園，為新興茶區，產製茶葉以「太峰高山茶」行銷。
- 4.高雄縣茶區，主要分佈在六龜鄉及三民、甲仙鄉，茶園面積約一七〇公頃，六龜鄉茶區種植台茶 12 號新品種較多，三民及甲仙鄉為新興茶區，全部種植青心烏龍種，大多數茶農來自嘉義縣之高山茶區之茶農，所生產的茶葉，亦以產製高山烏龍茶為主。
- 5.屏東縣茶園面積約二〇公頃，分佈在該縣最南部的滿州鄉港口村，因此稱之為「港口茶」由於產量少，茶區位在佳洛水觀光勝地，佔地利之便，茶葉銷路良好。

### 產銷輔導方向：

- 1.花蓮縣天鶴茶仍以輔導加強配合觀光休閒發展茶業為宜。
- 2.台東縣福鹿茶，由於地理氣候環境關係，宜加強早春、晚冬茶的推廣促銷，夏茶應輔導調節產期儘量少採，留養茶樹，以減少中次級茶之產量。
- 3.台東縣太峰高山茶，不宜再鼓勵開闢新茶園；宜就現有茶園加強輔導建立品牌分級包裝行銷。
- 4.高雄縣除原有中低海拔之茶園繼續輔導分級包裝行銷外，不宜再鼓勵開闢種植高山茶，以免產銷失衡。

## 結論與建議

### 一、結 論

近十餘年來，台灣茶園面積有逐漸減少的趨勢，由 1982 年的 29,315 公頃，減至 1996 年的 21,223 公頃。究其原因，原供外銷的台北、桃園、新竹和苗栗等北部茶園，因外銷不景氣和茶園轉作其他用途，導致面積大量減少，但南投、嘉義、雲林等中部茶區，因出產高品質的茶葉，普受好評且獲利較高，因此該等地區之茶園面積有逐年增加的趨勢，目前台茶每年總產量維持在 21,000 公頃左右。

但在貿易國際化，自由化政策下，台灣茶葉的產銷，將遭遇到下列許多困境：

- 1.進口低價茶葉過多，嚴重影響台茶的產銷及正常供需。
- 2.台灣原生產外銷日本、非洲的綠茶，亦因生產成本過高，無利可圖，已很少生產。
- 3.進口紅茶價格低廉，平均每公斤僅約 20—40 元，本省的紅茶工廠無法競爭，幾乎 95%以上已停止生產。
- 4.茶葉消費之長期趨勢，以時間數列多項式迴歸分析法來推算，未來台灣茶葉每年的消費量，

仍可維持在 2 萬公噸左右，但國內工商景氣如仍持續滑落，將影響高級茶之銷售。

5. 近年來有許多業者到大陸、越南及印尼投資生產台灣特有的「包種烏龍茶」，若大量回銷台灣市場或與台灣原有外銷市場競爭，恐將成為台茶產銷的危機。

## 二 建 議

對台茶所面臨的產銷問題，重要的不祇是如何提昇製茶品質與降低生產成本的技術問題，而更重要的是對進口廉價外來茶與本土茶，在激烈競爭的市場上，應做適當的調整與輔導，建議今後應採取下列措施：

1. 加強輔導生產具有本土性特殊風味的茶葉如槿風烏龍茶、文山包種茶、凍頂烏龍茶等，並辦理展售促銷。
2. 輔導推行委託機械耕作採收及製茶與揀梗精製代工作業，以減少個別農戶投資，降低生產成本。
3. 輔導各產茶鄉鎮，以一鄉鎮一品牌為原則，辦理茶葉分級包裝及展售運銷。
4. 加強輔導組訓茶葉產銷班，並輔導分級包裝，建立產銷班的銷售包裝品牌。
5. 加強與茶藝界合作，辦理茶藝活動，提昇茶與文化的結合，以促銷茶葉。
6. 加強茶葉多元化產品之開發及推廣，以增加茶葉消費量。
7. 多利用媒體廣為宣傳飲茶保健及茶葉有關資訊，拓展茶葉銷售市場。
8. 輔導設置觀光休閒茶園，吸引都會區消費者，親自體驗茶葉產製及促銷茶葉並減少中間費用。

## 參考文獻

1. 台灣農業年報·1970—1996·台灣省政府農林廳
2. 台灣茶業研究彙報·1982—1997·台灣省茶業改良場
3. 年報·1971—1996·台灣省茶業改良場
4. 茶訊·1976—1997·台灣區製茶工業同業公會
5. 阮逸明·賴正南·廖文如·1992·茶葉產製技術研討會專刊·台灣省茶業改良場
6. 許漢卿·1993·台灣茶葉交易制度之研究·碩士論文
7. 楊盛勳·1992·降低茶葉成本之研究·農委會補助研究計劃報告
8. 劉建村·1994·台灣茶園面積調查報告·台灣省政府農林廳
9. 廖武正主編·1991·台灣茶業發展研討會專集·中興大學
10. 廖武正·林婉慧·1991·台灣茶葉產業發展策略規劃·中興大學
11. 廖武正·蘇明俊·林秀鈴·1996·加入 GATT / WTO 對茶葉產業影響及因應對策·農委會補助研究計劃期末報告·中興大學