

包種茶茶湯水色 II. 包種茶水色之判別分析

蔡永生¹ 區少梅² 張如華³

摘 要

蔡永生、區少梅、張如華，1991，包種茶茶湯水色—II. 包種茶水色之判別分析，臺灣茶業研究彙報 10：77- 87。

一色差計爲一簡易之水色測定器，本試驗探討以色差計測定結果結合判別分析區辨不同季節或品種製成之包種茶，並與非揮發性化學成分分析結果比較，和探討官能分析結果與色差計測定結果之相關，試驗結果顯示，單以色差計分析結果對不同季節包種茶雖有較高判別成功率，但對不同品種包種茶則未能有效區辨，與化學成分區辨比較，化學成分具有較高判別成功率，唯其分析工作較爲繁瑣費時，至於包種茶水色官能分析與色差計分析之迴歸分析顯示，僅有五成之變異可由色差計分析解釋，顯示單以色差計爲包種茶水色評分之工具有其限制，又包種茶水色最適 b值在19.33左右，b值太大或太小皆不好，呈二次曲線向下拋物線關係。

二關鍵字：包種茶、色差計測色、判別分析

前 言

前報不同發酵程度茶類，以色差計測定結果，包括亮度(L 值)、a值、b值、彩度(a^2+b^2)^{0.5}、色相 ($\tan^{-1}a/b$) 及色差值 (ΔE) 做爲判別變數 (Discriminant variables) 進行判別分析，分析結果顯示可以成功地完全區辨紅茶、烏龍茶、包種茶及綠茶，唯其中凍頂型包種茶有一樣品被誤判爲文山型包種茶。判別分析爲多變量統計分析之一種，多變量統計分析近年來已廣泛被應用於各學門，其優點乃在於其能處理一複雜龐大變數結構之分析，同時取繁於簡，並從中解決過去以單變量分析解釋之缺點。以判別分析結合官能分析或儀器分析結果進行試驗樣品之區辨，過去在食品已有諸多應用實例，如 Aishima (1979a, 1979b) 應用於不同廠牌醬油之區辨，Powers and Keith (1968) 於異味馬鈴薯及不同等級咖啡之區辨等，而於茶葉分析之利用，Takeo (1974) 則爲率先利用茶黃質與茶紅質含量結合判別分析區辨不同等級紅茶。基於色差計爲一簡速方便之水色測定器，本試驗目的即在探討以此簡速方便之水色測定結果，藉判別分析區辨各種不同品種或季節之包種茶，另以迴歸分析探討色差計分析結果與官能分析結果之關係，藉以找出包種茶水色最適色差值及預測模式。

1 臺灣省茶業改良場魚池分場副研究員

2 國立中興大學食品科學研究所教授

3 臺灣省茶業改良場助理

材料與方法

- 一試驗材料：分別於春夏二季取適製包種茶主要品種（包括青心烏龍、臺茶十二號、青心大有）製成之茶樣，計37個樣品，取樣地點則為本省主要部份發酵茶產區包括桃竹苗、南投、花東等茶區。
- 二茶湯水色之測定：茶湯水色之測定以Nippon Denshoko Kogyo ND-10010P 型色差計測定，測定方法為取未經磨碎之茶樣3克，比照現行茶樣官能品質鑑定法沖泡，即加沸水150ml浸泡 5分鐘後濾出茶湯，俟茶湯微冷後再以色差計進行透光分析，參考樣品以純水為對照，設定 $X=100$ ， $Y=98$ ， $Z=118$ 為標準值。
- 三非揮發性化學成分之分析：分別測定個別胺基酸，咖啡因，Theobromine，Theophylline，個別兒茶素（包括 Catechin，Epicatechin，Epigallocatechin，Epicatechin-gallate，Epigallocatechin-gallate），Soluble solids，Soluble nitrogen，Total nitrogen，Sucrose，Fructose，Glucose，Al及各種不同型態酚類。分析方法參照AOAC或日本國立茶葉試驗場公定法（蔡等，1990）。
- 四統計分析：分別以色差計測定結果及非揮發性化學成分分析結果為區別變數，進行 Stepwise discriminant analysis，藉以區辨不同品種或季節製成之包種茶茶樣，為減縮解釋變數數量及變數間之高度共線性（相關），非揮發性化學成分先經主成分分析（Principal components analysis）減縮為幾個特徵值（Eigen value）大於 1之獨立變數，再做為區別變數進行判別分析。官能分析與色差計分析結果之相關以Stepwise regression analysis進行分析。所有統計分析概以SAS系統完成。

結果與討論

一不同季節製茶之包種茶水色之差異與判別分析：

包種茶水色之形成，阮氏（1987）雖曾證明主要於炒菁與揉捻過程後所形成，其b值（包種茶主要色相指標）於揉捻完成後增加近原來鮮葉3倍（更黃），a值（偏負）增加近2倍（更綠），色差值 ΔE 增加亦近 3倍，同時兒茶素含量亦呈顯著減少（以Vanillin- H_2SO_4 測定法），因此阮氏推論包種茶水色之形成與其兒茶素含量減少有密切關係。唯前報（刊印中）分析結果顯示，包種茶水色之黃色成分非由兒茶素類氧化後之初級產物茶黃質所貢獻，而可能係其自動氧化後之其他產物所貢獻。由於影響包種茶水色最重要因子乃在加工過程，然而Hilton（1972）與Nakagawa（1969）曾證明不同兒茶素類之氧化還原電位具有顯著不同，其依大而小順序為Catechin，Epicatechin，Epicatechin gallate，Gallocatechin，Epigallocatechin gallate，Epigallocatechin，即含Pyrogallol group的Catechin（後三者）遠較含Catechol group（前三者）易氧化，唯於 460nm 處之吸光則呈相反趨勢，即 Catechol catechins 較 galloyl catechins 較易呈色。

鑑於加工過程為影響包種茶水色主要成因外，原來鮮葉成分亦為先決條件之一，基於此背景，本試驗乃針對由不同季節與品種製成之包種茶進行分析。

表一為不同季節製成之包種茶其水色差異之分析結果，由表顯示春夏茶水色於 L，a，b， ΔE 值皆達顯著或極顯著水準之差異，夏茶之a值、b值與 ΔE 值皆遠較春茶為高，而 L值相反，顯示一般夏茶水色較黃且彩度大。此原因與夏茶兒茶素含量高，加工時期平均氣溫亦高，多元酚氧化酵素活性大，致兒茶素類易氧化恐有關連。表二為以色差計測定值為區別變數進行不同季節茶樣之Stepwise discriminant analysis之分析結果，由表顯示春茶15個樣本有14個樣本可正確區辨，1個樣本被誤判，其判別成功率達九成以上（93.3%），而夏茶22個樣本，有 4個樣本被誤判為春茶其判別成功率達八成以上（81.8%）。春茶1個樣本被誤判為夏茶顯然乃因該

包種茶茶湯水色 II . 包種茶水色之判別分析

茶樣 b值偏高所致，此，與其加工過程有關，而夏茶有4個樣本被誤判為春茶，此則與其b值偏低有關。綜合春夏茶分析結果其判別成功率平均達 86.5%，此顯示不同季節製成之包種茶因加工或原來化學組成分差異，將導致其水色有明顯差異，因而以色差計測色值可有較高之判別成功率。

表一. 不同季節包種茶水色測色值之差異
Table 1. Effect of season on the color difference measurement of Paochung tea

Season	L	a	b	Δ E
Spring	93.35	-3.60	20.99	22.29
Summer	89.23	-4.20	25.24	27.56
F-Value	21.54	4.21	22.64	29.16
Sig. of F	.000	.480	.000	.000

表二. 不同季節包種茶利用測色值之判別分析
Table 2. Classification results by color difference measurement after stepwise discriminant analysis for different seasons of Paochung tea

Actual Group	No. of Cases	Predicted 1	Group	Membership 2
Group 1 (Spring)	15	14 93.3%		1 16.7%
Group 2 (Summer)	22	4 18.2%		18 81.8%
Percent of "grouped" cases correctly classified : 86.49%				

二不同品種製成之包種茶水色差異與判別分析：

品種不同其先天化學組成分亦將有所不同，表三為由三個不同品種製成之包種茶其水色分析結果。由表顯示，由青心烏龍與臺茶十二號製成之包種茶其水色與青心大有製成者有顯著水準之不同（L，b，Δ E 皆達顯著水準差異），至於青心烏龍與臺茶十二號則未有顯著水準差異。與青心烏龍或臺茶十二號比較，由青心大有製成之包種茶其水色似乎較為偏黃（b 值較高）

與暗濁 (L 值小)。此與其酚類化合物含量較高恐亦有關連 (蔡等, 1990)。表四則為其判別分析結果, 由表顯示除青心大有僅勉強可達六成判別成功率外, 其間各品種皆有相當比例之誤判, 此顯示縱使不同品種間其先天化學組成分有明顯差異, 但水色相當雷同, 單以色差計測色值並未能完全區辨。此低判別成功率與不同季節分析結果比較, 則再次證明加工條件實為影響包種茶水色主因。

表三. 不同品種包種茶水色測色值之差異
Table 3. Effect of variety on the color difference measurement of Paochung tea

Variety	L	a	b	Δ E
C. S. Oolong	91.77 ^b	-3.87 ^a	22.80 ^a	24.46 ^a
TTES 12	91.61 ^b	-3.97 ^a	22.86 ^a	24.70 ^a
C. S. Dapan	88.00 ^a	-4.11 ^a	25.99 ^b	28.53 ^b
F-Value	4.660	0.177	3.060	3.750
Sig of F	.016	.838	.060	.034

The mean values in each column followed by the same letter are not significantly different at 5% level with Duncan's multiple range test.

表四. 不同品種包種茶利用測色值之判別分析
Table 2. Classification results by color difference measurement after stepwise discriminant analysis for different varieties of Paochung tea

Actual Group	No. of Cases	Predicted 1	Group 2	Membership 3
Group 1 (C. S. Oolong)	16	9 56.3%	3 18.8%	4 25.0%
Group 2 (TTES 12)	13	6 46.2%	5 38.5%	2 15.4%
Group 3 (C. S. Dapan)	8	2 25.0%	1 12.5%	5 62.5%
Percent of "grouped" cases correctly classified : 51.35%				

包種茶茶湯水色 II. 包種茶水色之判別分析

三不同季節製成之包種茶非揮發性化學成分之差異與判別分析：

包種茶之品質會因不同品種或季節、產區而有明顯差異，而其售價亦因而有懸殊之別，此為當今包種茶消費市場一般趨勢。一般而言，不同季節製成之包種茶，市售評價以春冬茶較優，次為秋季，再次為夏茶或六月白。春冬茶品質優於夏秋茶原因，很多報告認為乃因夏秋茶之茶樹生長氣溫高，代謝旺，兒茶素與咖啡因含量相對高，致使其茶湯滋味苦澀所致。則表一至表四分析結果顯示，單以色差計測色值並未能有效地區辨不同來源之包種茶，此係由於包種茶水色之變異由後天加工決定者遠甚於其先天之化學組成。基於色差計測定結果並未能有效地區辨不同來源之包種茶，然其滋味確有不同，表五乃改以非揮發性化學成分之含量做為區別變數進行判別分析。

表五為由不同季節製成之包種茶其非揮發性化學成分之差異分析，由表顯示，有12個化學成分達到顯著或極顯著水準之差異，如Theanine, Total amino acids, Total nitrogen, Caffeine ... 等。其中酚類化物以 FC、KT0及VHCL測定之結果亦達顯著水準或極顯著水準差異，然而個別兒茶素皆未有顯著差異。咖啡因含量愈多，茶湯愈苦，酚類含量愈多，茶湯亦將愈苦澀，反之胺基酸及全氮或可溶氮含量多，茶湯愈趨甘甜，由本試驗分析亦顯示，夏茶咖啡因、酚類含量較春茶高，而全氮與可溶氮和胺基酸呈相反趨勢，此為造成夏茶較為苦澀，春茶較為爽甜可口之原因，其推測與過去分析結果互為一致（Nakagawa, 1975）。

前報由酚類化物與色差計測色值之相關分析顯示，四種酚類分析法中，以 KT0所測得之結果與色差計測色結果具最高之相關係數，而表五則顯示春夏茶以 KT0所測得之酚類達最明顯差異（ $F=17.15$ ），由此推測，春夏茶水色因而呈明顯差異，此二者關係可解釋表一與表二春夏茶具高判別成功率原因。

表五. 不同季節對包種茶非揮發性化學成分之差異
Table 5. Effect of season on the nonvolatile components of Paochung tea

Components	F-value	Sig. of F
ASP	3.18	—
Theanine	4.16	.049
GLU	1.33	— **
PRO	.66	—
GLY	2.60	—
ALA	.63	—
CYS	7.98	.008
VAL	.71	—
MET	.01	—
ILE	5.61	—
LEU	6.99	.012
TYR	1.54	—
PHE	1.66	—
LYS	3.75	—
HIS	.76	—
ARG	7.75	.009
Total amino acids	4.55	.040
FC *	11.70	.002
FT	2.19	—
KTO	17.15	.000
VHCL	14.31	.001
EGC	.52	—
C	1.87	—
EC	.01	—
EGCG	3.11	—
ECG	3.03	—
Caffeine	5.59	.024
Theobromine	.22	—
Theophylline	9.73	.004
Soluble solids	2.74	—
Soluble nitrogen	9.59	.004
Total nitrogen	28.36	.000
Total alkaloids	1.58	—
Sucrose	.08	—
Glucose	1.64	—
Fructose	.10	—
Al	.02	—

* : FC, FT, KTO, VHCL are phenolics determined by Folin-Ciocalteu, Ferrous Tartrate, K-Ti-Oxalate and Vanillin-HCl methods. C: catechin, EGC: Epigallocatechin, EGCG: Epigallocatechin gallate, ECG: Epicatechin, EC: Epicatechin.

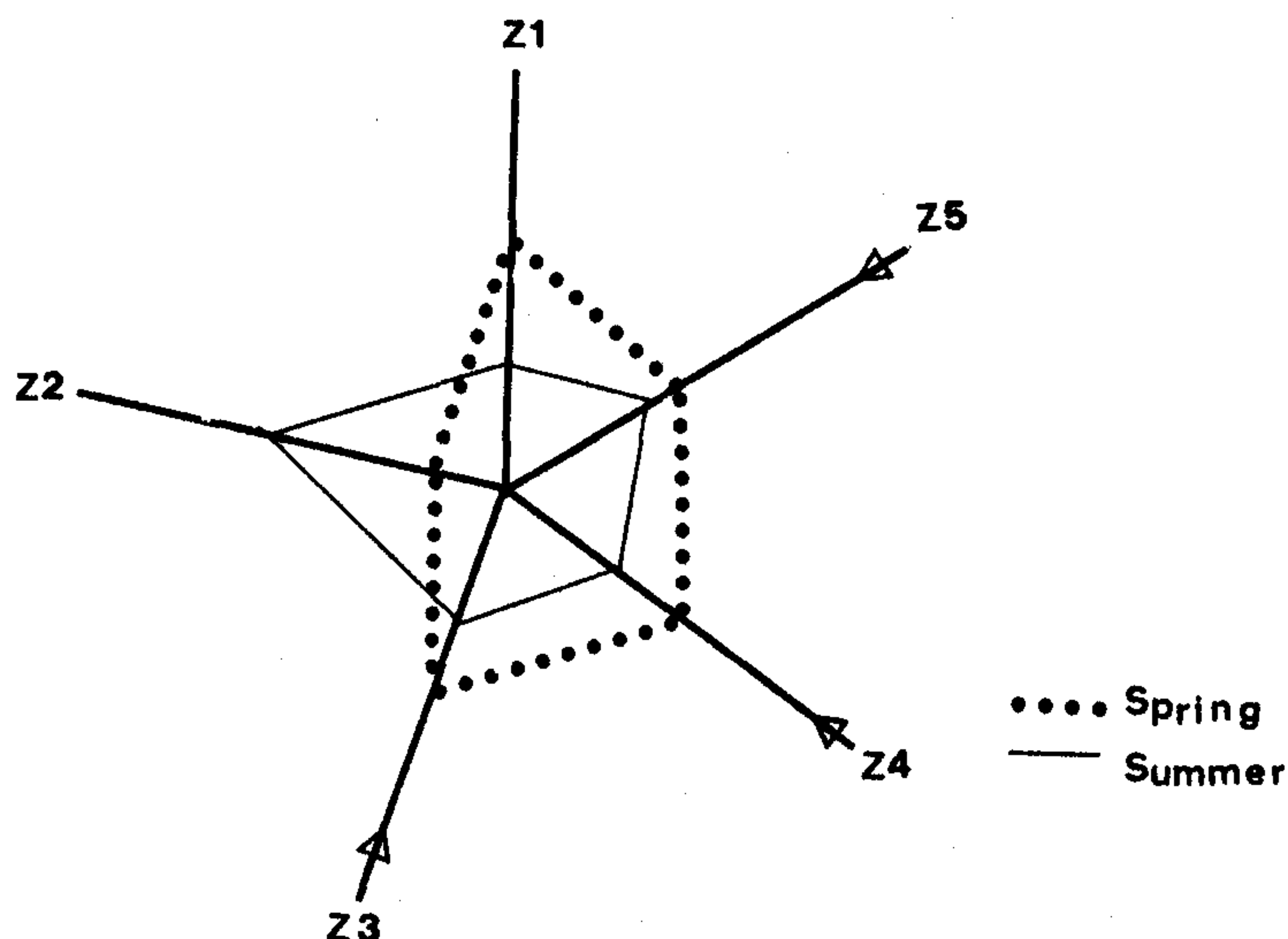
** : Means Sig. of F higher than 0.05.

包種茶茶湯水色 II. 包種茶水色之判別分析

圖一與表六為看春夏茶之非揮發性化學成分（原分析37個成分）經主成分分析減縮為 5個特徵值大於1之主成分，再以此5個獨立不相關之化學主成分進行變方分析及判別分析之結果。由圖一顯示，春夏茶成分之差異，在5個化學主成分有明顯不同之型態（pattern），夏茶於第二主成分（相關於酯型兒茶素與咖啡因等之變數）明顯大於春茶，而春茶於第一主成分（相關於全氮及胺基酸等之變數）遠高於夏茶，此二主成分經變方分析顯示具有顯著水準之差異。由圖一可明確的顯示出春、夏茶其間化學成分整體差異之趨向。表六則為以化學主成分做為區別變數區辨春、夏包種茶之分析結果。由表六顯示，春茶15個樣本中，僅有1個被誤判為夏茶，而夏茶22個樣本中有3個被誤判，平均判別成功率達89.19%，遠較單以色差計之判別成功率為高（86.49%），相對於不同品種包種茶包種茶之判別，以色差計判別僅達51.35%之判別成功率，而以化學成分判別達近九成判別成功率（蔡等，1990），此顯示對不同來源包種茶之區辨，以化學成分做為區辨指標其可行性遠較水色測定為高，然而其最大缺點則為分析工作太繁瑣與耗費時間，同時必需分析相當多之成分。

表六. 不同季節包種茶利用化學主成分之判別分析
Table 6. Classification results by chemical components after stepwise discriminant analysis for different seasons of Paochung tea

Actual Group	No. of Cases	Predicted		Group Membership
		1	2	
Group 1 (Spring)	15	14 93.3%	1 16.7%	
Group 2 (Summer)	22	3 13.6%	19 86.4%	
Percent of "grouped" cases correctly classified : 89.19%				



圖一. 不同季節包種茶非揮發性化學成分分析圖形

Fig. 1. Visual display of each principal components of nonvolatile chemical for different seasons

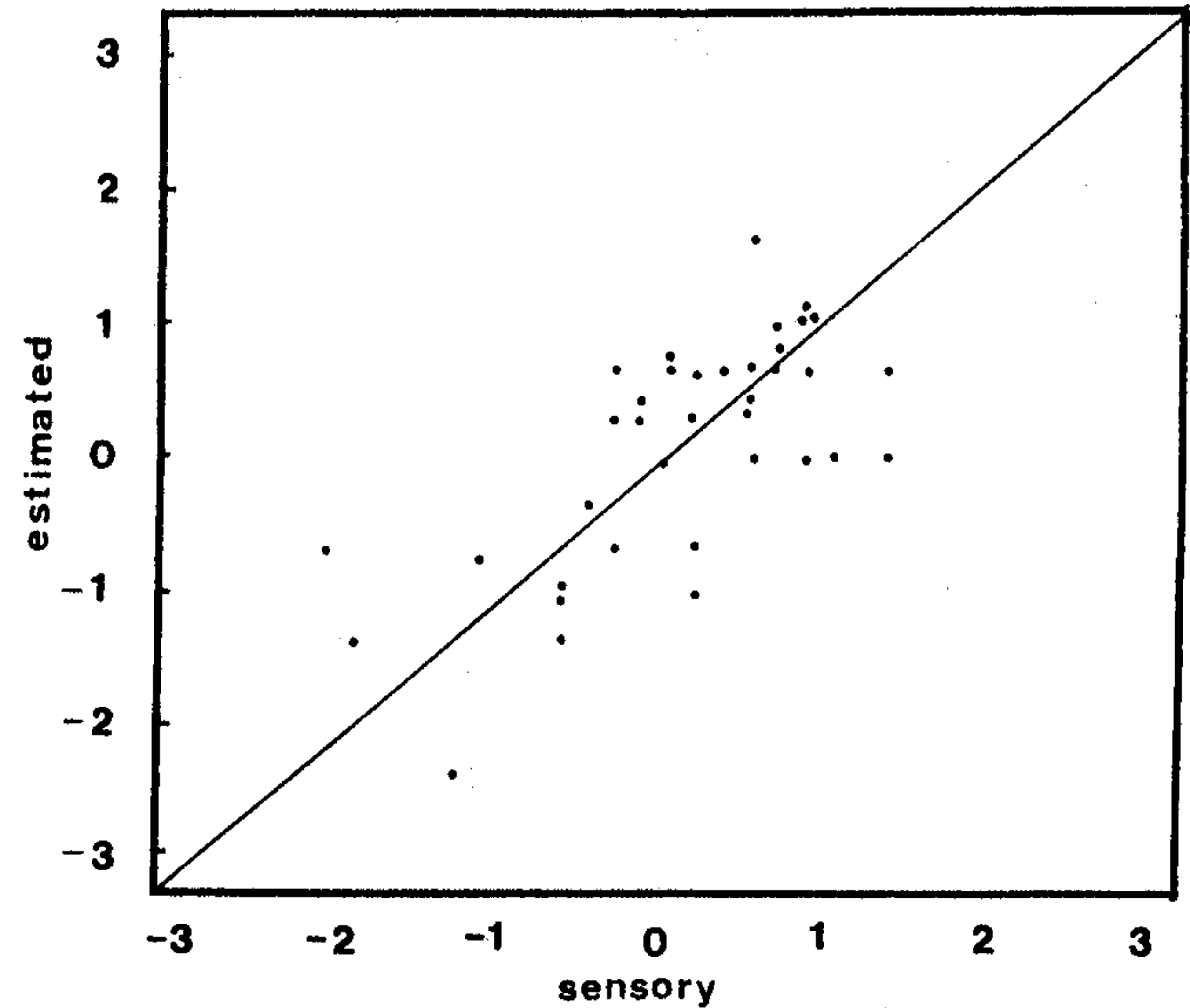
四包種茶茶湯水色官能分析與儀器分析之相關：

食品品質之分析藉官能來分析雖然簡單方便、快速，唯亦有諸多缺點，如最爲學者詬病者其主觀與官能易疲勞、再現性差等缺點。藉儀器分析與官能分析兩者相關之探討，若能確立其兩者關係，進而找出預測模式則能補官能分析之不足。表七乃以上述37個茶樣爲樣本，以官能分析結果爲依變數，色差計測定值爲自變數所進行之Stepwise regression analysis結果（除色相值 $\tan^{-1} a/b$ 外，餘皆當自變數，包括a值、b值、L值、 ΔE 值及彩度，未選色相值原因乃因其變異小且可視爲包種茶水色之定性指標）。表七計有三個不同模式，模式3爲依循Stevens Law所選得之結果（Stevens Law乃指官能感覺之強度與刺激物或化學成分二者之關係有時會呈對數關係較爲理想）。由表七分析結果顯示，包種茶水色之官能分析與色差計分析結果雖達極顯著之相關（ $R=0.68$ 以上），但僅有近五成的變異可由模式決定，且 b值與彩度爲較重要之指標。此顯示單由色差計測定值並未能有效地做爲包種茶水色評分之依據。除此之外，模式1，2，3 皆顯示包種茶水色評分與b值關係俱呈二次曲線向下拋物線之關係，即b值太大或太小俱對包種茶水色評分不好，由解模式1 之b二次曲線拋物線之方程式可得包種茶水色評分最適b值在19.33左右（ $-0.58/2 \cdot (-0.015)$ ），當 b值高於19.33，水色評分將趨低（太黃），b 值低於19.33，評分亦將下降（不夠黃），而與彩度之關係，模式1、2、3俱顯示，彩度大將有利於水色評分，呈正向貢獻趨勢。圖二則爲模式 3之迴歸分析結果散佈圖，由圖顯示實測值與預測值誤差仍嫌太大。

包種茶茶湯水色 II. 包種茶水色之判別分析

表七. 茶湯水色測色值與水色評分之迴歸分析
Table 7. Regression results of colo of infusion scores with color difference measurement

Models	R	F	Sig. of F
1 $Y=8.54+0.58b-0.015b^2$	0.68	14.47	.000
2 $Y=8.33+0.576(a^2+b^2)^{0.5}-0.015b^2$	0.70	16.13	.000
3 $\log Y=0.958+0.019(a^2+b^2)^{0.5}-0.0005b^2$	0.72	16.41	.000



圖二. 包種茶水色官能分析與色差計測定結果迴歸分析散佈圖
Fig. 2. Standardized scatterplot of estimated and sensory scores for color of infusion (model 3)

結 論

色差計為一簡便快速之水色測定器，本試驗嘗試以色差計分析結果做為不同季節與品種之包種茶區辨方法，分析結果顯示有其諸多不足不處，唯以化學成分做為判別變數，則有較高之判別成功率。又官能分析與儀器分析相關分析顯示，僅有近五成之水色評分變異可由色差計測定值解釋，唯分析結果同時顯示，包種茶水色評分與色差值 b值呈二次曲線向下拋物線之關係。鑑於包種茶之價格與其品質具有密切關係，同時與茶農或消費者具有間接或直接利害關係，如何建立不同品質等級或季節、品種、產區等來源不同之包種茶，其快速、客觀的區辨技術，有助於包種茶消費市場消費者或茶農之權益，由本試驗結果顯示，單從水色成分分析或滋味成分分析仍有其限制與不足，唯有賴色、香、味成分之綜合分析或為可行。

參考文獻

- 1 阮逸明, 1987, 包種茶水色形成與速溶茶萃取及抗結塊之研究, 國立臺灣大學食品科技研究所博士論文, 臺北·臺灣。
- 2 蔡永生、區少梅、張如華, 1990, 不同品種包種茶官能品質與化學組成之特徵與判別分析, 臺灣茶業研究彙報 9: 79-97。
- 3 Aishima, T. 1979a. Evaluation and discrimination of soy sauce by computer analysis of volatile profiles. *Agric. Biol. Chem.* 43 (8) : 1711-1715.
- 4 Aishima, T. 1979b. Classification of soy sauce on principal components in GC profiles. *Agric. Biol. Chem.* 43 (9) : 1905-1719.
- 5 Hilton, P. J. 1972. In Vitro oxidation of flavanols from tea leaf. *Phytochemistry* 11: 1243-1248.
- 6 Nakagawa, M. 1969. The effect of amino acids and other several substances on the autoxidation of catechins. *Study of Tea* 38: 26-33.
- 7 Nakagawa, M. 1975. Chemical components and taste of green tea. *JARQ* 9: 156-160.
- 8 Powers, J. J., and Keith, E. S. 1968. Stepwise discriminant analysis of gas chromatographic data as an aid in classifying the flavor quality of foods. *J. Food Sci.* 33: 207-213.
- 9 Takeo, T. 1974. Photometric evaluation and statistical analysis of tea infusion. *JARQ* 8: 159-164.

Color of Paochung Tea Infusion

II. Classification of Various Kinds of Paochung Tea by Discriminant Analysis

Yung-Sheng Tsai¹, Andi-O Chen², Ru-Hwa Chang³

Summary

A number of 37 Paochung tea samples produced from different seasons and varieties were subjected to color difference measurement then classified with stepwise discriminant analysis. Results showed that there was a higher percent of 86.49% correctly classified for those samples of different seasons, but a lower ones of 51.35% for those of different varieties. Principal component analysis was applied to nonvolatile components to select independent variables then discriminated on samples of different varieties, it showed that a higher percent of 89.19% correctly classified compared with on color difference measurements. Relationship between sensory evaluation of Paochung tea infusion and instrumental analysis, it showed that only about 50% of variance of sensory evaluation was able to be accounted by color difference measurements. Color measurements of b and chroma ($(a^2+b^2)^{0.5}$) were most responsible for variance of sensory evaluation of Paochung tea infusion, it seemed that a non-linear relationship was existed between sensory analysis and b value.

Keywords: Paochung tea, color difference measurement, discriminant analysis.)

1 Associate Biochemist, Yuchih Substation of Taiwan Tea Experiment Station, Yuchih, Nantou 55551, Taiwan.

2 Professor, Department of Food Science, National Chung Hsing University, Taichung 40227, Taiwan.

3 Assistant, Taiwan Tea Experiment Station, Yangmei, Taoyuan 32614, Taiwan.