

茶樹育種快速選拔指標鑑定方法之研究

李臺強¹

摘 要

本研究利用 SPSS 軟體迴歸分析之相關顯著性測驗，統計分析親本及 23 個雜交後裔於 2006 及 2007 年內之四季製造包種茶品質評成績分別與各農藝性狀及各主要化學成分間之相關，以供茶樹育種選育參考之依據。

結果顯示各農藝性狀與包種茶品質相關係數，於不同季節及不同年度表現不一致，不同茶季均有不同的農藝性狀與包種茶品質相關性達顯著水準，顯示僅以農藝性狀作為選拔依據方法較不可靠。而化學成分中以總多元酚含量與包種茶品質均呈負相關，另全氮含量與包種茶品質均呈正相關，多元酚／全氮比值與包種茶品質均呈負相關。一定數值內，總多元酚含量愈低及全氮含量愈高可製造較佳品質的包種茶，綜合試驗結果顯示似乎化學成分與包種茶品質相關性較佳，可做為育種選拔之另一參考依據。

關鍵字：茶樹、育種、選拔指標

前 言

以往茶樹育種須經四階段，每階段需待定植第五年生，收量達到適合機械製造，始進行生產量統計及製茶鑑定品質，至第八年生為止，致育種年限長達 35 年，用此方法育成之新品種有台茶一至十三號（吳及徐，1970；吳及胡，1975；史等，1975；吳等，1976；吳及楊，1982），以紅茶及綠茶新品種為主，惟育種年限過於冗長為其缺點。為改進此缺點，吳振鐸先生與馮鑑淮先生率先採用新育種方法，育成台茶十四至十七號（吳及馮，1984）將育種程序縮短八至十年。馮鑑淮先生鑑於此新育種方法優於舊方法，於 1982 年建議新任邱場長再發博士，聘請農業試驗評議委員審查通過，修訂為三試驗階段，每階段從八年改為六年，共需 21 年完成育種試驗。2002 年林場長木連博士為提昇茶樹育種效率，於是召集場內研究人員，再次修定各育種階段從 6 年改為 5 年，三階段共需 18 年完成育種程序迄今，然育成一茶樹新品種仍需 18 年才能完成（張，2003），這仍是非常長的時間，故加強建立早期選種指標的研究極為迫切，希望於幼木期調查芽葉農藝性狀及化學成份含量等，即可預測將來製茶品質的優劣及產量的多寡，達到早期淘汰不良後裔，簡化並縮短育種年限的目標。吳與馮等研究茶芽茸毛、嫩葉細胞組成，石核細胞，茶芽色澤與製茶品質的關係，已有初步結果可應用（吳等，1958；吳，1964；吳等，1965；吳，1968；馮，1979）。Vesser（1969）依母樹性狀早期選拔時在 171 次選種，約 1 百萬個實生個體中，早期選拔 4.4%（44,000 個）個體保留接受產量試驗，其中 0.5% 左右（4,690 個）產量高過其他個體 3 倍。如果用營養繁殖系選種，第一期即可用品質與扦插成活率淘汰 50% 以上之個體，第二期則依產量為指標（產量為剩餘個體 2 倍以上），將試驗個體比率降到 0.01%，第三期始進行試種。此外葉片性狀也是產量與品質極有效的早期選種指標，其中包括茸毛密度與長度（吳，1964；吳等，1958；Wight et al.，1954）。吳（1974）發現百芽重、葉面積、節間長及節間徑等因子，經常與煎茶品質的構成因子呈顯著

1. 行政院農業委員會茶業改良場副研究員。台灣 桃園縣。

負相關。馮 (1988) 利用路徑分析品種芽葉性狀產量及部分發酵茶品質之關係發現，節間長及葉長與產量的路徑係數最大，並呈正相關，節間長及葉長為決定產量多寡的早期選拔指標；馮及沈 (1990) 利用路徑分析重要地方品種，芽葉農藝性狀與產量及綠茶兼包種茶，紅茶品質之關係，結果指出節間長及葉長與產量的路徑係數最大且呈正相關，可為預測將來產量之參考。葉及郭 (1995) 通過遺傳路徑分析認為樹高、主幹直徑、骨幹枝數、定剪枝葉量等的貢獻最大，分枝數、腋芽萌發率是影響芽稍密度的主要性狀，可做為產量早期選拔的相關性狀；賴及周 (1996) 認為葉脈角度與分枝角度息息相關，葉脈角度的測定比分枝角度更方便直觀，可做為早期鑑定的遺傳性狀；張 (1991) 通過對蒙山 9 號等七個品種的單株與生產試驗，推導出公式：百芽重 (g) $\times$ 平均分枝數 $\div$ 平均枝長 (cm) + 平均枝長 (cm) 可做為預測早期產量的指標。蔡等 (2003) 利用 AFLP 及 RAPD 分子標誌分析台灣茶樹品種 (系) 遺傳歧異度發現兩種分子標誌分析結果對於參試材料的農藝性狀分類分群具有一致性，此外材料中進行親緣分群結果也與雜交譜系資料相一致。一般而言，要對雜交代茶植株進行性狀評估時，至少都要將茶苗種植數年以達到可供採集足量樣品時，方能對各項品質性狀進行調查，致一般茶樹雜交代育種程序通常都要費時十數年，因此尋求一可靠選拔因子就成為茶樹早世代選拔所必須要探討的重要目標。

材料與方法

(一) 試驗材料與方法

1. 參試品種：以本場 82 年度所育成雜交組合 (♀台茶 12 號 $\times$ ♂青心大有) 之雜交 F_1 的九年生單株為參試材料，並以父母本品種青心大有及台茶 12 號為對照品種共計 25 株。
2. 試驗時期：分春茶、夏茶、秋茶、冬茶等四季。
3. 田間管理：參考品種之田間管理，期使取樣之試驗材料生長健壯一致。
4. 芽葉農藝性狀調查方法：四季採摘前隨機取各品種 (系) 茶樹第一葉已完全展開之一心三葉標準芽，每重複取 5 芽調查。
 - (1) 第一節間長：(指由頂芽算起第一葉至第二葉之節間長度)。
 - (2) 第二節間長：(指由頂芽算起第二葉至第三葉之節間長度)。
 - (3) 第一節間徑：(第一節間之直徑)。
 - (4) 第二節間徑：(第二節間之直徑)。
 - (5) 葉長度：實測葉柄至葉尖 (LLG) 之長度。
 - (6) 葉寬度：實測葉片中間最寬處 (LLW) 之長度。
 - (7) 葉面積：葉長度 $\times$ 葉寬度 $\times 0.7$ (ARE)。
 - (8) 葉厚度：實測葉片中央靠主脈右邊之厚度。
 - (9) 芽色：調查方法採觀察法(分為 1.黃 2.黃綠 3.綠 4.綠帶紫)。
 - (10) 產量：實測單株當季所有茶芽之重量。
 - (11) 百芽重：(換算 100 個採摘芽重)。
 - (12) 茸毛密度：採目測法分為 1.少 2.中 3.多。

(二) 化學成分分析

每一品種個體一製成茶後均分析其樣本中之氨基酸、茶多元酚、多元酚/全氮等主要化學成分，其分析方法說明如下：

1. TN:全氮量測定 (Total nitrogen contents, TN) (AOAC, 1984)

採凱氏法 (Kjadalh method)。分別取 1 g 磨碎茶樣和 1 g 蒸餾水 (空白組) 加濃硫酸 (15 ml) 及 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 與 K_2SO_4 (1:10) 混合粉末 3 g, 在 400 °C 下進行高溫分解 2 小時。取分解液加入 35 % NaOH 溶液 100 ml 在凱氏氮蒸餾機進行蒸餾, 收集瓶先盛裝 25 ml 4 % (w/v) 之硼酸以捕捉 NH_3 。待收集瓶收集到之蒸餾液約 400 ml 即停止蒸餾。以 0.1N 已知力價 (factor) 之 HCl 滴定收集液, 使收集液由無色轉成粉紅, 所得毫升數代入公式求得含氮量, 公式如下。樣品測定均採三重覆。

$$\text{Total nitrogen (\%)} = \frac{(b-a) \times 0.0014^* \times F \times 100}{S}$$

b: 空白樣品以 0.1N HCl 滴定之 ml 數

a: 茶葉樣品以 0.1N HCl 滴定之 ml 數

*: 0.1N HCl 1 ml 之相對含氮量

F: 0.1N HCl 之力價

S: 樣品重 (g)

2. 總多元酚 (Total polyphenols, TP) (區等, 1988)

(1) 標準曲線製備

配製六種濃度為 100 – 600 ppm 沒食子酸 (Gallic Acid) 標準溶液, 各取 1 ml 於 100 ml 定量瓶中, 加入 60 ml 蒸餾水與 5 ml Phenol Reagent 混合均勻後, 迅速加入 15 ml 飽和碳酸鈉 (Sodium Carbonate), 並以蒸餾水定量至 100 ml。於室溫靜置 2 hr 後, 以分光光度計 (U-2000 Spectrophotometer, Hitachi, Japan) 測定 765 nm 下之吸光值。

(2) 樣品測定

將溶液經適當倍數稀釋, 取 1 ml 稀釋後之溶液於 100 ml 定量瓶中, 依標準曲線組相同處理方式, 測得 765 nm 下之吸光值, 測定值採三重複平均, 經沒食子酸標準曲線換算得總酚含量, 單位以 ppm 表示。

3. 咖啡因測定 (Terada et al., 1987)

(1) 茶樣處理 (蔡, 1998)

取 0.25 g 磨碎茶樣加入 85 ml 沸水, 於 80°C 下萃取 20 分鐘, 再以 Whatman No.1 濾紙抽氣過濾, 濾液定量至 100 ml, 以 0.45µm 過濾膜過濾, 濾液以高效能液相層析儀 (Hitachi 公司出品) 進行分析。

(2) 分析條件

Column: Verco Pak C18 (4.6 × 300 mm, 宇鼎公司)

Eluent: Acetonitrile: 0.1% trifluoroacetic acid = 14: 86

Flow rate: 1 ml / min

Detector: Hitachi Model L-4000 UV Detector

Wavelength: 280 nm

Injection volumn: 10µl

(三) 近紅外線光譜分析

1. 樣品皆先經 105°C，2 小時充分再乾。
2. 再以滾軸式研磨機研磨，過 20 mesh 篩後，進行 NIRS 近紅外線光譜掃描。
3. 近紅外線光譜掃描

以美國 NIRSystem Inc. 出品之 NIRS Model 6500 近紅外線光譜儀進行反射光式掃描，掃描波長範圍從 400nm 到 2500 nm，重複數為 32 次，掃描記錄次數為每 2 nm 紀錄一次吸光強度，總計每樣品每次掃描得 1050 個資料。

每樣品掃描皆採 5 重覆。即每樣品皆含 5×1050 光譜數據。

(四) 統計分析方法

採用 SPSS 軟體迴歸分析之相關顯著性測驗，按季分別計算與分析。

結果與討論

表一、茶芽性狀與包種茶形狀之相關係數

Table 1. Correlation coefficient of paoching tea and shoot characteristics of tea plant

性狀 Characteristics		2006 年				2007 年			
		春茶 Spring	夏茶 Summer	秋茶 Autumn	冬茶 Winter	春茶 Spring	夏茶 Summer	秋茶 Autumn	冬茶 Winter
產量 yield		-0.122	0.056	-0.241	0.373 ^z	-0.189	-0.004	0.182	-0.389 ^z
百芽重 wt. of 100 buds		-0.583*	-0.356 ^z	0.177	0.179	-0.408*	0.108	0.042	-0.447*
芽色 shoot color		0.170	0.001	0.178	-0.444*	-0.207	-0.185	0.045	0.220
茸毛密度 hair density		0.240	0.058	0.133	0.537**	-0.099	0.274	0.174	-0.099
節間長 internode length	第一節 1st.	0.041	-0.104	0.089	0.344 ^z	-0.091	0.298	0.238	-0.413*
	第二節 2nd.	0.001	-0.025	0.434*	0.296	-0.355 ^z	0.216	0.041	-0.263
節間徑 internode diameter	第一節 1st.	0.085	-0.205	0.144	0.404*	-0.028	0.238	0.211	-0.114
	第二節 2nd.	0.115	-0.132	0.288	0.442*	-0.220	0.231	0.185	-0.396 ^z
第二葉 2nd. leaf	長 length	-0.494*	-0.589**	-0.024	-0.053	-0.187	0.082	-0.158	-0.174
	寬 width	-0.546*	-0.152	-0.165	-0.178	-0.322	0.009	-0.231	-0.376 ^z
	厚 thick	-0.072	-0.701**	-0.095	-0.060	0.072	-0.099	-0.224	0.048
	面積 area	-0.598*	-0.470*	-0.035	-0.156	-0.287	0.070	-0.229	-0.271
第三葉 3rd. leaf	長 length	-0.631*	-0.535**	0.046	0.024	-0.501*	-0.080	-0.236	-0.321
	寬 width	-0.590*	0.157	0.182	-0.036	-0.704**	-0.123	-0.246	-0.443*
	厚 thick	-0.413*	-0.706**	0.006	-0.029	0.087	-0.170	-0.220	0.252
	面積 area	-0.654*	-0.262	0.146	0.072	-0.633**	-0.085	-0.292	-0.348 ^z

^z，* 及 ** 表分別達 10%，5% 及 1% 顯著差異水準

表二、茶芽性狀與包種茶色澤之相關係數

Table 2. Correlation coefficient of paoching tea color and shoot characteristics of tea plant

性狀 Characteristics		2006 年				2007 年			
		春茶	夏茶	秋茶	冬茶	春茶	夏茶	秋茶	冬茶
		Spring	Summer	Autumn	Winter	Spring	Summer	Autumn	Winter
產量 yield		-0.094	0.123	-0.140	0.347 ^z	-0.339 ^z	0.094	0.355 ^z	-0.275
百芽重 wt. of 100 buds		-0.271	-0.378 ^z	0.012	-0.101	-0.282	-0.398*	-0.160	-0.131
芽色 shoot color		0.029	-0.019	0.071	-0.249	-0.150	-0.175	-0.275	0.166
茸毛密度 hair density		0.156	-0.118	-0.068	0.065	-0.173	-0.095	0.057	-0.206
節間長 internode length	第一節 1st.	0.227	-0.227	-0.085	0.250	-0.138	-0.124	-0.072	-0.261
	第二節 2nd.	0.197	-0.096	0.174	0.382	-0.238	0.071	-0.239	-0.063
節間徑 internode diameter	第一節 1st.	0.132	-0.290	-0.231	-0.215	-0.012	-0.214	0.110	-0.265
	第二節 2nd.	0.115	-0.280	-0.084	-0.012	-0.034	-0.054	0.099	-0.336
第二葉 2nd. leaf	長 length	-0.268	-0.496*	-0.035	-0.116	-0.135	-0.177	-0.237	0.066
	寬 width	-0.308	-0.188	0.095	-0.061	-0.407*	-0.215	0.027	0.033
	厚 thick	-0.207	-0.664**	-0.054	-0.600**	0.022	-0.478*	-0.516**	0.201
	面積 area	-0.341	-0.422*	0.052	-0.079	-0.321	-0.187	-0.111	0.070
第三葉 3rd. leaf	長 length	-0.380	-0.473*	0.035	-0.160	-0.240	-0.297	-0.328	-0.091
	寬 width	-0.294	0.117	0.279	-0.068	-0.590**	-0.474*	0.093	-0.154
	厚 thick	-0.384	-0.651**	-0.004	-0.137	0.115	-0.526**	-0.377 ^z	0.243
	面積 area	-0.352	-0.240	0.167	-0.134	-0.435*	-0.406*	-0.117	-0.072

^z, * 及 ** 表分別達 10%, 5% 及 1% 顯著差異水準

表三、茶芽性狀與包種茶水色之相關係數

Table 3. Correlation coefficient of paoching tea liquor color and shoot characteristics of tea plant

性狀 Characteristics		2006 年				2007 年			
		春茶	夏茶	秋茶	冬茶	春茶	夏茶	秋茶	冬茶
		Spring	Summer	Autumn	Winter	Spring	Summer	Autumn	Winter
產量 yield		0.016	0.314	0.293	0.132	-0.091	0.153	0.394 ^Z	0.086
百芽重 wt. of 100 buds		0.213	0.423*	0.096	-0.165	0.431*	-0.293	0.132	0.093
芽色 shoot color		-0.033	-0.500*	-0.250	0.286	0.067	0.114	-0.343 ^Z	-0.040
茸毛密度 hair density		0.466*	0.343	0.035	0.085	-0.024	-0.060	0.038	-0.041
節間長 internode length	第一節 1st.	0.316	0.438*	0.118	-0.028	0.169	-0.274	-0.101	-0.101
	第二節 2nd.	0.325	0.322	0.069	-0.059	0.316	-0.058	0.036	0.130
節間徑 internode diameter	第一節 1st.	0.090	0.436*	-0.061	-0.144	-0.141	-0.377 ^Z	0.117	0.103
	第二節 2nd.	0.165	0.512*	-0.163	-0.149	0.180	-0.215	0.239	0.004
第二葉 2nd. leaf	長 length	0.131	-0.123	0.011	-0.197	0.274	-0.284	0.185	0.391 ^Z
	寬 width	0.380 ^Z	-0.140	0.206	-0.253	0.318	-0.211	0.072	0.063
	厚 thick	0.103	-0.049	-0.058	-0.079	-0.077	-0.125	-0.133	0.130
	面積 area	0.293	-0.135	0.131	-0.242	0.331	-0.258	0.140	0.226
第三葉 3rd. leaf	長 length	0.067	0.266	0.101	-0.081	0.432*	-0.016	0.293	0.161
	寬 width	0.231	0.242	0.395 ^Z	-0.219	0.379 ^Z	-0.017	0.287	0.053
	厚 thick	0.197	-0.118	0.032	0.227	0.074	-0.094	-0.157	0.160
	面積 area	0.185	0.322	0.255	-0.163	0.431*	-0.022	0.342 ^Z	0.101

^Z, * 及 ** 表分別達 10%, 5% 及 1% 顯著差異水準

表四、茶芽性狀與包種茶香氣之相關係數

Table 4. Correlation coefficient of paoching tea aroma and shoot characteristics of tea plant

性狀 Characteristics		2006 年				2007 年			
		春茶	夏茶	秋茶	冬茶	春茶	夏茶	秋茶	冬茶
		Spring Tea	Summer Tea	Autumn Tea	Winter Tea	Spring Tea	Summer Tea	Autumn Tea	Winter Tea
產量 yield		0.221	0.429*	0.419*	-0.016	0.277	0.268	0.360 ^z	0.347 ^z
百芽重 wt. of 100 buds		-0.163	0.343	-0.086	-0.485*	0.020	-0.216	0.106	-0.106
芽色 shoot color		-0.032	-0.543*	-0.109	0.286	0.096	0.169	-0.212	-0.206
茸毛密度 hair density		0.268	0.049	0.018	0.108	0.096	0.264	0.251	-0.196
節間長 internode length	第一節 1st.	-0.112	0.210	-0.063	0.082	0.174	-0.101	-0.176	-0.044
	第二節 2nd.	-0.108	0.236	-0.036	0.146	0.111	-0.005	0.041	0.064
節間徑 internode diameter	第一節 1st.	-0.203	0.355 ^z	-0.038	-0.483*	0.140	-0.181	0.063	0.222
	第二節 2nd.	-0.071	0.311	-0.178	-0.354 ^z	0.177	-0.043	0.170	-0.026
	長 length	-0.270	-0.046	-0.204	-0.348 ^z	-0.232	-0.044	0.310	-0.138
第二葉 2nd. leaf	寬 width	0.110	-0.156	-0.155	-0.293	0.003	-0.070	0.175	-0.102
	厚 thick	-0.089	-0.048	-0.039	-0.405*	-0.281	-0.137	-0.123	-0.144
	面積 area	-0.101	-0.099	-0.134	-0.321	-0.110	-0.048	0.262	-0.137
	長 length	-0.226	0.256	-0.016	-0.425*	-0.141	-0.032	0.383 ^z	-0.122
第三葉 3rd. leaf	寬 width	0.132	0.095	0.144	-0.269	0.127	-0.242	0.322	-0.100
	厚 thick	-0.060	-0.060	-0.051	-0.113	-0.153	-0.162	-0.190	-0.214
	面積 area	-0.068	0.232	0.053	-0.400 ^z	-0.082	-0.141	0.411*	-0.127

^z , * 及 ** 表分別達 10% , 5% 及 1% 顯著差異水準

表五、茶芽性狀與包種茶品質總分之相關係數

Table 5. Correlation coefficient of paoching tea quality and shoot characteristics of tea plant

性狀 Characteristics		2006 年				2007 年			
		春茶	夏茶	秋茶	冬茶	春茶	夏茶	秋茶	冬茶
		Spring	Summer	Autumn	Winter	Spring	Summer	Autumn	Winter
產量 yield		0.163	0.421*	0.412*	0.242	-0.024	0.286	0.453*	0.069
百芽重 wt. of 100 buds		-0.413*	0.209	0.045	-0.264	-0.095	-0.322	0.096	-0.150
芽色 shoot color		0.035	-0.540*	-0.198	0.068	-0.010	0.035	-0.286	-0.018
茸毛密度 hair density		0.386 ^z	0.155	0.082	0.276	-0.017	0.160	0.232	-0.195
節間長 internode length	第一節 1st.	0.030	0.264	0.070	0.281	0.102	-0.094	-0.129	-0.203
	第二節 2nd.	0.045	0.279	0.155	0.311	-0.028	0.067	0.015	0.026
節間徑 internode diameter	第一節 1st.	-0.001	0.276	-0.017	-0.253	0.031	-0.239	0.119	0.071
	第二節 2nd.	0.101	0.314	-0.113	-0.113	0.076	-0.031	0.230	-0.181
第二葉 2nd. leaf	長 length	-0.474*	-0.322	-0.140	-0.322	-0.177	-0.119	0.241	0.038
	寬 width	-0.182	-0.187	0.022	-0.357 ^z	-0.141	-0.222	0.125	-0.117
	厚 thick	-0.112	-0.392 ^z	-0.107	-0.451*	-0.196	-0.296	-0.244	0.014
	面積 area	-0.381 ^z	-0.300	-0.015	-0.364 ^z	-0.172	-0.160	0.195	-0.044
第三葉 3rd. leaf	長 length	-0.513	-0.057	0.024	-0.185	-0.206	-0.097	0.291	-0.090
	寬 width	-0.218	0.203	0.385 ^z	-0.203	-0.310	-0.353 ^z	0.298	-0.166
	厚 thick	-0.293	-0.412*	-0.073	-0.061	-0.021	-0.343 ^z	-0.279	0.045
	面積 area	-0.392 ^z	0.136	0.230	-0.239	-0.276	-0.225	0.347 ^z	-0.115

^z , * 及 ** 表分別達 10% , 5% 及 1% 顯著差異水準

表六、茶芽化學成分與包種茶品質總分之相關係數

Table 6. Correlation coefficient of paoching tea quality and chemical components of tea plant

化學成分		2006 年				2007 年			
		春茶	夏茶	秋茶	冬茶	春茶	夏茶	秋茶	冬茶
		Spring Tea	Summer Tea	Autumn Tea	Winter Tea	Spring Tea	Summer Tea	Autumn Tea	Winter Tea
總多元酚	TP	-0.524**	-0.004	-0.737**	-0.039	-0.006	-0.751**	-0.309	-0.178
全氮	TN	0.691**	0.389 ^z	0.633**	0.385 ^z	0.318	0.010	0.504*	0.283
咖啡因	Caffeine	0.113	0.226	0.209	0.411*	0.399*	-0.186	0.330	0.005
葉綠素含量指數 CCI		-0.073	0.295	0.198	-0.726**	-0.113	0.362 ^z	-0.089	-0.172
多元酚/全氮 TP/TN		-0.799**	-0.221	-0.830**	-0.379 ^z	-0.168	-0.735**	-0.652**	-0.351 ^z

^z , * 及 ** 表分別達 10% , 5% 及 1% 顯著差異水準

一、茶樹個體芽葉性狀與包種茶形狀之相關：

本試驗所指的茶葉形狀係指供試驗之茶樹，以手採方式所採收之茶菁，製造成條型包種茶之外觀條索而言。這項特性之良莠與茶菁之成熟度與品種柔軟度有關。2006 年春、夏兩季之百芽重、第二葉長、第二葉面積、第三葉長及第三葉厚與包種茶形狀呈現顯著負相關；秋茶僅有第二節間長達顯著正相關；冬茶之芽色與形狀達顯著負相關；而產量、茸毛密度、第一節節間長、第一節節間徑、第二節節間徑達正相關顯著（表一）。2007 年春茶有百芽重、第二節節間長、第三葉長、第三葉寬及第三葉面積達顯著負相關；夏、秋兩季農藝性狀與包種茶形狀較不密切（表一）；而冬茶則有產量、百芽重、第一節節間長、第二節節間徑、第二葉寬、第三葉寬及第三葉面積呈現一致負相關顯著。由於茶葉形狀係經由揉捻所得，揉捻後外觀條索愈緊結，品評時得分會愈高，在相同的採摘條件下，葉片愈大、愈厚，在相同的揉捻條件下，應較不易揉捻成形。不過，此項品質因子，可經由控制茶菁採收成熟度及揉捻的方法、壓力及時間加以改善。

二、茶樹個體芽葉性狀與包種茶色澤之相關：

一般茶葉色澤係指成茶尚未沖泡前茶葉外觀的顏色，而條型包種茶標準為外觀顏色明亮的墨綠色，2006 年芽葉性狀與包種茶色澤之相關，春茶有第三葉長、第三葉厚及第三葉面積呈現負相關顯著；夏茶有百芽重、第二葉長、第二葉厚、第二葉面積、第三葉長、第三葉厚呈現負相關顯著；秋茶相關性較不明顯；冬茶產量與色澤呈正相關顯著；而與第二葉厚為負相關顯著（表二）。2007 年春茶有產量、第二葉寬、第三葉寬及第三葉面積呈現顯著負相關；夏茶則有百芽重、第二葉厚、第三葉寬、第三葉厚、第三葉面積達負相關顯著；秋茶產量與色澤呈現正相關顯著；第二葉厚、第三葉厚呈現顯著負相關；冬茶相關性較不明顯。陳與蔡（1999）指出節間徑與成茶色澤間，有顯著正相關，但本試驗並未有如此的結果。可能係因一般茶葉之色澤，除與嫩葉之顏色有關之外，也與製茶時之殺菁及烘乾過程有密切關係。

三、茶樹個體芽葉性狀與包種茶水色之相關：

評茶時之水色係指茶葉沖泡後，茶湯之顏色、濁度及明亮度而言，此部分也與茶葉製造過程中之茶菁品質、發酵過程及殺菁時間與揉捻之適度有關。2006 年芽葉性狀與包種茶水色之相關，春茶有茸毛密度與第二葉寬呈現正相關顯著；夏茶有百芽重、第一節節間長、第一節節間徑、第二節節間徑呈現顯著正相關；芽色與水色呈現顯著負相關；秋茶僅有第三葉寬呈現顯著正相關；冬茶相關性較不明顯（表三）。2007 年春茶有百芽重、第三葉長、第三葉寬及第三葉面積呈現顯著正相關；夏茶僅有第一節節間徑呈現顯著負相關；秋茶之產量及第三葉面積呈現顯著正相關；芽色呈現顯著負相關；冬茶則僅有第二葉長呈現顯著正相關。顯示不同年度表現差異極大，此項結果與馮及沈（1990）指出百芽重、收量及節間長與包種茶水色呈顯著負相關結果表現不同，可能因所使用之參試材料不同所致。

四、茶樹個體芽葉性狀與包種茶香味之相關：

香味一般是指茶葉沖泡後茶湯以口鼻品評其香氣及滋味之官能品評總和之成績，共佔評鑑分數 60% 比重，是茶葉品質之最主要因子，2006 年芽葉性狀與包種茶香氣之相關，春茶相關性不明顯；夏茶之產量、第一節節間徑呈現正相關顯著；而芽色呈現負相關顯著；秋茶僅有產量呈現正相關顯著；冬茶有百芽重、第一節節間徑、第二節節間徑、第二葉長、第二葉厚、第三葉長、第三葉面積呈現顯著負相關（表四）。2007 年春、夏兩季相關性較不明顯；秋茶之產量、第三葉長

及第三葉面積呈現正相關顯著；冬茶則僅有產量呈現正相關顯著；餘皆不顯著。與陳及蔡（1999）之結果指出葉長與包種茶香味呈正相關也不一致，可能因所使用之雜交材料不同，致結果不同。另品評人員對香氣喜好不同，也可能會影響最後的結果。

五、茶樹個體芽葉性狀與包種茶品質總分之相關：

將形狀(10%)、色澤(10%)、水色(20%)、及香氣及滋味(60%)之評鑑成績相加後，即為包種茶之品質總分。2006 年芽葉性狀與包種茶品質總分之相關，春茶僅茸毛密度呈現正相關顯著；而百芽重、第二葉長、第二葉面積、第三葉長、及第三葉面積皆呈現顯著負相關；夏茶產量呈現正相關顯著；而芽色、第二葉厚、第三葉厚呈現顯著負相關；秋茶有產量及第三葉長呈現正相關顯著；冬茶之第二葉寬、第二葉厚、第二葉面積呈現顯著負相關（表五）。2007 年春茶相關性不明顯；夏茶第三葉寬、第三葉厚呈現顯著負相關；秋茶之產量與第三葉面積呈現顯著正相關；冬茶之相關性不明顯。但不同年度及不同季節間則較無一致的結果，一般而言，適製包種茶品種茶芽顏色不宜太黃或太綠，茶芽色偏綠則適製綠茶，而茶芽色偏黃時較宜做紅茶。而且茶芽愈大，一般做包種茶的品質較差，然本試驗結果並未看見芽色對包種茶品質有一致顯著的影響，可能因為雜交親本原本就比較適於製作包種茶的品種所致。

六、化學成分與包種茶品質總分之相關：

茶葉中主要化學成分包括總多元酚、全氮、咖啡因、葉綠素含量及多元酚／全氮比值等，這些化學成分隨著品種不同而呈現不同的比率，而這些化學成分往往是茶葉品質總成績在製茶過程中的影響因子，茶芽中多酚類的含量一般在 18~36%(乾茶)之間，它被認為是茶湯中的澀味主要來源，而氨基酸與茶湯中的甘甜滋味關係密切，咖啡因一般認為影響茶湯中的苦味成分至巨。它們三者是構成茶湯品質的最主要影響因子。2006 年中之化學成分中之總多元酚(TP)與包種茶品質總分之相關皆呈現負相關，其中尤以春茶及秋茶相關皆達極顯著水準，顯示這兩季茶中總多元酚愈高則包種茶品質愈差；全氮與包種茶品質總分之相關皆為正相關，不同季節中相關皆達顯著水準，顯示各季茶中之全氮愈高則品質愈佳；多元酚／全氮比值的結果與總多元酚的表現皆一致，春茶及秋茶相關皆達顯著水準；咖啡因含量不同季節雖然皆為正相關但僅冬茶相關顯著，顯示較無參考之價值；另葉綠素含量指數僅在冬茶時出現極顯著之負相關，其他季節則未達顯著（表六）。而 2007 年春茶中以咖啡因含量呈現正相關顯著；夏茶之總多元酚、多元酚／全氮比值達顯著負相關；而葉綠素含量呈現顯著正相關；秋茶全氮為正相關顯著，而多元酚／全氮比值之呈現負相關顯著；而冬茶僅有多元酚／全氮比值達負相關顯著；餘皆不顯著。綜合以上結果得知化學成分中之總多元酚、全氮及多元酚／全氮比值三項對包種茶品質總成績相關達顯著，也就是在一定數值內，總多元酚愈低及全氮愈高可製造較佳品質的包種茶。一般認為，適製綠茶的品種要求氨基酸含量較高，而茶多酚含量較低，酚／氮比值較小；適製紅茶的品種要求茶多酚含量較高，而氨基酸含量相對較低，酚／氮比值較大；相對上述兩者而言，適製包種茶品種氨基酸及多元酚含量要求較為適中。

結 論

茶樹之產量與製茶品質易受環境影響，且其為多年生作物，幼年期較長，使其育種年限較長，而且栽培管理績效較難以評估。因此如何建立有效的育種早期評估指標，即為育種者及研究人員的重要課題，尤其對育種效率的改善，更為重要。一般而言，茶樹的茶芽性狀與產量之相關較為明確而顯著(蔡與陳，2001)。影響品質的因素及品質本身之構成因子，則顯得多變且複雜。茶樹有許多常用的早期選拔指標，例如茶芽顏色很早就被發現與包種茶的適製性有密切關係，但芽色之判定並無一套快速而有效的方法在田間操作，故常成為育種者經驗法則。由本試驗研究數據顯示，茶樹茶芽性狀與包種茶品質之關係，因製程較複雜且易受環境或加上製造者製茶技術及製造者本身之身、心狀況的影響下，相對較不穩定，而化學成分則與包種茶品質成績相關性較高，似乎可做為茶樹育種早期選拔指標之另一參考因素。由於分子標記的表現不會受到環境的影響，在高選拔強度之下亦十分可靠，且可針對極幼小茶苗個體進行篩選，因此在茶苗後裔分離族群的培植上可採用密植以增加評估的茶苗數，以提高獲得優良基因型的機會。所以分子標記的應用對於茶樹育種的早期評估、選拔工作或許會有極大的助益，是另一個值得日後繼續探討茶樹育種早期選拔的新方向。

致 謝

感謝製茶課蔡副研究員永生先生協助本文中之化學成分分析及推廣課約僱助理研究員張仁憲先生在本文統計分析上的協助。文成稿蒙邱課長垂豐、楊課長盛勳、推廣課賴博士正南、台中區農業改良場張博士隆仁及農試所謝博士光照，詳細斧正，特此誌謝。

參考文獻

1. 吳振鐸、吳信淦、馮鑑淮.1958.茶樹品種採摘芽茸毛分佈及其與收量及品質之相關.中華農學會報新 4: 78-82。
2. 吳振鐸.1964.茶樹新梢茸毛的研究.中華農學會報新 47: 1-23。
3. 吳振鐸、馮鑑淮、蔡俊明.1965.茶樹葉部石核細胞的形態與分佈及其與茶葉品質的關係研究.中華農學會報新 52: 42-72。
4. 吳振鐸.1968.茶樹葉部解剖及其與茶葉品質的關係研究.中華農學會報新 64: 29-40。
5. 吳振鐸、徐英祥.1970.五十八年登記命名茶樹新品種試驗報告.台灣省茶業改良場報告第 49 號. pp. 1-26。
6. 吳振鐸.1974.茶樹早生新品系（種）茶芽特性與煎茶品質及收量的相關研究.中華農學會報新 86: 28-78。
7. 吳振鐸、胡家儉.1975.六十三年登記命名綠茶用茶樹新品種特性報告.台灣省茶業改良場魚池分場報告第 68 號. pp. 1-36。
8. 史釋、何信鳳、宋湧岳.1975.六十三年度登記命名紅茶用茶樹新品種特性報告.台灣省茶業改良場報告第 15 號. pp. 37-43。
9. 吳振鐸、楊盛勳、徐英祥·1976·六十四年登記命名茶樹新品種試驗報告.台灣省茶業改良場報告第 73 號. pp. 22-49。
10. 馮鑑淮.1979.茶芽色澤與製茶品質之相關研究.行政院國科會研究論文摘要. p. 188。

11. 吳振鐸、楊盛勳.1982.七十年命名茶樹新品種台茶十二號及台茶十三號試驗報告.台灣省茶業研究彙報第 1 號. pp. 1-14。
12. 吳振鐸、馮鑑准.1984.七十二年命名茶樹新品種臺茶十四、十五、十六及十七號的育成.臺灣省茶業改良場研究特刊第 1 號. pp. 1-51。
13. 區少梅、蔡永生、張如華.1988.包種茶酚類化合物分析方法之比較與評估.台灣茶業研究彙報 7: 43-61。
14. 馮鑑准.1988.茶樹育種提早選種指標的研究 (I)、品種芽葉農藝性狀與產量及部份發酵茶品質的路徑分析.台灣茶業研究彙報 7: 79-90。
15. 馮鑑准、沈明來.1990.茶樹育種提早選種指標的研究. (II)、品種芽葉農藝性狀與產量及綠茶兼包種茶以及紅茶品質之關係.台灣茶業研究彙報 9: 7-20。
16. 張澤岑.1991.茶樹產量早期鑑定的問題探討.貴州茶葉 1: 3-6。
17. 葉乃興、郭吉春.1995.試論茶樹經濟產量的構成因素及其選擇.茶葉科學技術 4: 1-5。
18. 賴明志、周紅麗.1996.茶樹葉脈角度與分枝角度全息相關.茶葉科學 16(2): 157-158。
19. 蔡雅紋.1998.文山包種茶製程中主要化學成分之變化.國立台灣大學食品科技研究所碩士論文(未出版)。
20. 陳右人、蔡俊明.1999.台灣現有茶樹品種嫩梢與葉片性狀調查.台灣茶業研究彙報 18: 1-21。
21. 陳右人、蔡俊明. 2001.適製包種茶茶樹六十九年品系選拔與其選拔族群芽葉性狀與包種茶品質與收量之相關.中國園藝 47: 69-76。
22. 蔡憲宗、蔡依真、廖文如、張清寬、王裕文.2003.利用 AFLP 及 RAPD 分子標誌分析臺灣茶樹品種 (系) 遺傳歧異度.台灣茶業研究彙報 22: 17-32。
23. 張清寬.2003.茶樹育種與栽培之回顧與展望.台灣茶業產製科技研究與發展專刊. pp. 51-74。
24. AOAC. 1984. Official Methods of Analysis (14th ed). AOAC International, Gaithersburg, U.S.A..
25. Terada, S., Y. Maeda, T. Masui, Y. Suzuki and K. Ina. 1987. Comparison of caffeine and catechin components in infusion of various tea (Green, Oolong and Black tea) and tea drinks. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi, 34: 20-27.
26. Vesser, T. 1969. Tea. pp. 459-493. In Ferwerda, F. P and F. Wit. (eds) `Outline of Perennial Crop Breeding in Tropics` Landbouwhogeschool Wageningen, Netherlands.

Research on the Evaluation Method of Quick and Early Selection Index for Tea Breeding

Tair-Chyang Lee

Summary

Use the correlation significance test in regression analysis of the SPSS, the correlations between the parents and 23 offspring through hybridization were analyzed in terms of the sensory evaluation scores, agronomic characteristics and major chemical components of Paochung teas made with them over the four seasons during 2006-2007 as a reference for selection of cultivars for breeding.

The results show that the correlations coefficient of agronomical characteristics and Paochung tea quality are not consistent for different seasons and different year. The correlation among different agronomical characteristics and Paochung tea quality has showed significant level in different seasons. This suggests that selection based on agronomic characteristics is unreliable. In chemical components, the correlations are negative between total polyphenols and Paochung tea quality, and the correlations are positive between total nitrogen and Paochung tea quality. The correlations are negative between the ratio of total polyphenols and total nitrogen. The tea leaves that contain less total polyphenols and more high total nitrogen in limit level can be used to produce better quality of Paochung tea. Results suggest that chemical components and Paochung tea quality are more correlated. Therefore, they can be a reference for breeding selection.

Keywords: Tea (*Camellia sinensis*), Breeding, Selection Index

台灣山茶收集系葉片、葉柄及莖 組織學變異的研究

陳柏儒¹ 邱垂豐² 林金池³ 葉茂生^{4*}

摘要

本研究利用農委會茶業改良場魚池分場收集種植之德化社山茶等 10 個台灣山茶收集系、台東分場提供的永康山茶和栽培種青心烏龍及台茶 8 號，共 13 個收集系，探討台灣山茶收集系間的葉和莖內部構造之差異性，做為親緣關係、鑑定、種原保存上之參考，結果如下：

依葉片柵狀細胞層數可分為大葉種(1 層)及小葉種(2~3 層)，台灣山茶收集系除德化社山茶、南鳳山山茶(1~2 層)和瀨頭山茶、水井山茶(1~3 層) 外，都 1 層排列大葉種。葉柄和莖的構造除了瀨頭和水井山茶外，其餘無明顯差異。瀨頭山茶與水井山茶由內部解剖觀察發現其上表皮細胞長寬、柵狀細胞長寬、海綿細胞長寬、下表皮細胞長寬、石核細胞分佈均較其他台灣山茶收集系有明顯差異，已有不同的生態型之分化。

利用 UPGMA 集群分析，可將 13 個收集系分為三群：第一群為台灣山茶之 11 個收集系，第二群為青心烏龍 1 收集系，第三群為台茶 8 號 1 收集系。台灣山茶群，又可再分為 III 次群：第 I 次群包含德化社山茶、鳳凰山茶、眉原山茶及南鳳山山茶，第 II 次群包含鳴海山山茶、永康山茶、瀨頭山茶及水井山茶，第 III 次群包含赤芽山茶、龍頭山茶及樂野山茶。

關鍵字：台灣山茶、收集系、變異、組織學

前言

台灣山茶為台灣野生茶樹的一種，屬山茶科(Theaceae) 山茶屬(*Camellia*)。台灣山茶學名為 *Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze f. *formosensis* Kitamura (Hsieh et al., 1996)，分佈於南投仁愛鄉眉原山、魚池鄉日月潭德化社及鹿谷鄉鳳凰山山區，嘉義番路鄉瀨頭(草山)、水井及阿里山鄉山區，高雄茂林鄉南鳳山、鳴海山及台東延平鄉永康山區等地(陳等，2007 a)。早在 1645 年的《巴達維亞日記》即開始有台灣山茶的發現 (郭，1970)，到了日據時期，台灣山茶先後也經由佐佐木(1935)命名為 *Thea sinensis* L. var. *takasagamontana* Sasaki，正宗和鈴木(1936)認為是阿薩姆茶的變種，命名為 *Thea assamica* (L.) Mast. var. *formosensis* Masamune et Suzuki，鈴木和正宗(1937)命名為 *Thea formosensis* Masamune et Suzuki，北村

-
- 1.國立中興大學農藝學系碩士。台灣 台中市。
 - 2.行政院農業委員會茶業改良場研究員兼茶作課長。台灣 桃園縣。
 - 3.行政院農業委員會茶業改良場魚池分場分場長。台灣 南投縣。
 - 4.國立中興大學農藝學系教授。台灣 台中市。

*通訊作者

(1950)認為是中國茶下的一個型，命名為 *Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze forma *formosensis* Kitamura，等前人的調查及分類(cf.蘇，2007)。光復之後，國人開始逐漸重視台灣山茶的調查，經吳等(1970，1972)、何和王(1984)、馮等(1991)、鄭等(2003)進行野生茶樹調查研究，推測這些茶樹都屬於台灣山茶，並以收集地區之名稱來命名之，並收集種原種植於茶業改良場魚池分場及台東分場之種原圃。

台灣山茶早期做為飲用外，也被做為藥用，從《諸羅縣誌》(周，1962)、《台海使槎錄》(黃，1983)就可看出先民將這些野生茶拿來利用，但當時僅依賴番人製做，故品質不佳產量不多，在高雄六龜和台東鹿野山區，每年仍有人上山採集野生茶樹之嫩芽製茶(吳等，1970；王等，1990)，同時也有茶農採集小苗種植，做少量生產，所製的茶味極苦，但回味甘強，滋味強烈且特殊，被稱為“仙茶”(陳，2006)。台灣山茶包含了廣泛遺傳資源，1999 年魚池分場以緬甸大葉種 Burma (B-729)及台灣山茶(B-607)所雜交出的優良後代育成了台茶 18 號(紅玉)，具有肉桂及薄荷香，獲得市場極為熱烈反響(邱等，2006)。作物栽培種許多優良性狀及生理特性，都是由野生種而來，豐富的作物種原為作物育種之基礎，因此全力保護作物遺傳種質，乃是非常重要的。

吳等(1965)、吳(1968，1980)、嚴(1990)、楊(1995)及蘇(2007)均指出山茶屬(*Camellia*)之茶(小葉種)、阿薩姆茶(大葉種)及山茶之變種(或品種)間葉內部之表皮、柵狀及海綿組織等細胞之大小，以及排列的疏密等稍有不同。吳等(1965)、嚴(1990)更指出茶葉中的石核細胞 (Sclereid)形態複雜不規則，根據細胞大小和分枝的繁簡而分為樹狀、星狀、骨狀和紡錘狀，分別存在於不同品種中，可做為品種鑑定的依據。

茶分為小葉種及大葉種，以往台灣山茶有學者把它歸為小葉變種，也有學者歸為大葉變種(吳等，1970；史等，1972)，甚至認為是一物種(蘇，2007)。陳等(2007 a, b)曾進行台灣山茶收集系間之茶芽葉農藝性狀變異之研究，與台灣山茶收集系間花的性狀及花粉形態變異研究，本研究進而進行台灣山茶收集系葉片、葉柄及莖組織學變異的研究，探討不同收集系間內部構造之變異情形，做為親緣關係、鑑定及種原保存上的參考。

材料與方法

一、材料

以茶業改良場魚池分場標本園中收集種植之台灣山茶:德化社山茶、鳳凰山茶、眉原山茶、赤芽山茶、鳴海山山茶、南鳳山山茶、瀨頭山茶、巔頭山茶、水井山茶、樂野山茶 10 個收集系和栽培品種青心烏龍及台茶 8 號，以及台東分場提供的永康山茶，共 13 個收集系(表一)。依吳(1964)取一心 5 葉第 3 葉葉片中間部位(含主脈)和葉柄，與取第 3 葉和第 4 葉間之莖為材料。

表一、本研究之台灣山茶收集系之名稱及原產地

Table 1. Accessions of the *Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze f. *formosensis* Ktamura and township of origin used in this study

No	Name of accessions	English name	Township of origin
1	德化社山茶	De Hua She wild tea	南投魚池鄉日月潭
2	鳳凰山茶	Fong Huang wild tea	南投鹿谷鄉
3	眉原山茶	Mei Yuan wild tea	南投仁愛鄉
4	赤芽山茶	Chih Ya wild tea	嘉義番路鄉阿里山區
5	瀨頭山茶	Lai Tou wild tea	嘉義番路鄉阿里山區
6	龍頭山茶	Long Tou wild tea	嘉義番路鄉龍頭山莊
7	水井山茶	Shuei Jing wild tea	嘉義番路鄉阿里山區
8	樂野山茶	Le Ye wild tea	嘉義阿里山鄉
9	鳴海山山茶	Min Ghai wild tea	高雄茂林鄉
10	南鳳山山茶	Nan Fong wild tea	高雄茂林鄉
11	永康山茶	Yung Kang wild tea	台東延平鄉
12	青心烏龍	Chin-Shin-Oolong	栽培品種
13	台茶 8 號	TTES No.8	栽培品種

二、方法

利用蔡(1975)之浸蠟切片法 (Paraffin method)，材料經固定、脫水、滲蠟、埋蠟、切片、染色、脫水及封片等步驟製成永久片。

(一) 鏡檢及調查

將完成各部位之永久片，參考吳(1968)、嚴(1990)之結果經修正調查下列 30 個性狀，光學顯微鏡觀察，每一收集系觀察 3 片，每一片，每一調查性狀量取 5 個細胞，計算其平均值。

1. 葉片上表皮細胞長(Upper epidermis cell length)
2. 葉片上表皮細胞寬(Upper epidermis cell width)
3. 葉片上表皮細胞密度(Upper epidermis cell density)
4. 柵狀組織厚度 (Palisade tissue thickness)
5. 柵狀細胞密度(Palisade cell density)
6. 柵狀組織層數(Palisade tissue level)
7. 柵狀細胞之長(Palisade cell length)
8. 柵狀細胞之寬(Palisade cell width)
9. 海綿組織厚度(Spongy tissue thickness)
10. 海綿細胞密度(Spongy cell density)
11. 海綿細胞之長(Spongy cell length)
12. 海綿細胞之寬(Spongy cell width)
13. 葉片厚壁細胞分佈(Sclereids distribution on blade)

- 14.葉片厚壁細胞形狀(Sclereids form on blade)
- 15.葉片厚壁細胞長(Sclereids length on blade)
- 16.葉片厚壁細胞寬(Sclereids width on blade)
- 17.葉片下表皮細胞密度(Lower epidermis cell density)
- 18.葉片下表皮細胞長(Lower epidermis cell length)
- 19.葉片下表皮細胞寬(Lower epidermis cell width)
- 20.葉柄厚壁纖維分佈(Sclerenchyma fiber distribution on petiole)
- 21.葉柄厚壁纖維層數(Sclerenchyma fiber level on petiole)
- 22.葉柄厚壁纖維長(Sclerenchyma fiber length on petiole)
- 23.葉柄厚壁纖維寬(Sclerenchyma fiber width on petiole)
- 24.維管束佔整體厚度(Vascular occupy all thickness)
- 25.葉柄厚壁細胞(石核細胞)分佈(Sclereids distribution on petiole)
- 26.葉柄厚壁細胞長(Sclereids length on petiole)
- 27.葉柄厚壁細胞寬(Sclereids width on petiole)
- 28.莖部木質部厚度(Xylem thickness on stem)
- 29.莖部韌皮部厚度(Phloem thickness on stem)
- 30.莖部髓厚度(Pith thickness on stem)

(二) 集群分析

利用台灣山茶收集系之葉片、葉柄及莖內部構造調查資料平均值經標準化後，計算兩兩收集系間的距離：dij=

$$\sqrt{\sum_{k=1}^{30} (\chi_{ik} - \chi_{jk})^2}$$

式中 χ_{ik} 與 χ_{jk} 分別代表第 i 收集系與第 j 收集系之第 k 個性狀之觀測值，再用 SAS/STAT 之集群分析程序(Proc duster)中的 UPGMA (method = Average)進行此 13 個收集系的集群分析。並繪製樹形圖，以探討收集系間關係的距離。

結 果

以浸蠟切片觀察台灣山茶不同收集系葉片、葉柄和莖之組織學的變異，調查結果如表二、表三，內部組織構造之橫切面如圖一~十四所示。

一、葉片

台灣山茶收集系之葉片上、下表面各為單層之表皮，上表皮細胞，形狀相似，成砌磚狀排列。下表皮之薄壁細胞大小與上表皮相近，但外形不一，排列不如上表皮之整齊有規則，且多茸毛細胞及氣孔之孔邊細胞參插其間，故外向呈波浪狀起伏。上表皮之下為柵狀細胞，其為狹長與上表皮呈直角有規則垂直排列的薄壁組織，有 1 層、2 層或 1~3 層排列，接著為海綿細胞，無一定的形狀，多為不規則的橢圓形(圖一)。厚壁細胞(石核細胞)(Sclereids)在主脈附近較多，細胞呈棒狀、似星狀及樹枝狀。

1.上表皮(Upper epidermis)

單層的細胞，形狀相似，切線性整齊緊密排列，上表皮組織下方與柵狀組織相接多呈水平狀，而上表皮組織之上方因表皮細胞之大小不一而呈微波狀，上表皮細胞長度，平均以水井山茶 $36.7 \pm 6.6 \mu\text{m}$ 最長(圖七 B)，最短為眉原山茶 $13.5 \pm 2.6 \mu\text{m}$ (圖三 B)，而上表皮細胞寬度以水井山茶 $28.5 \pm 4.2 \mu\text{m}$ 最寬，其次為瀨頭山茶 $24.5 \pm 3.0 \mu\text{m}$ (圖五 B)，而在其他收集系間則差異不明顯。細胞密度則以台茶 8 號 9.3 ± 0.9 個最密 (圖十三 B)，最疏為水井山茶 5.5 ± 1.0 個，此與上表皮細胞之長度有關，長者密度較小，短者密度較大。

2. 柵狀細胞(Palisade cells)

與葉面呈垂直排列的細胞，13 收集系經觀察發現德化社山茶(圖一 B)、南鳳山山茶(圖十 B) 的柵狀細胞有 1 至 2 層排列，或 1、2 互相穿插排列，而瀨頭山茶(圖五 B)、水井山茶(圖七 B)則有 1 至 3 層排列，青心烏龍(圖十二 B) 則有 2 至 3 層排列，其餘只有 1 層，此可做為大葉種與小葉種鑑別主要特徵之一。第一層柵狀細胞較長而整齊，其中尤以瀨頭山茶平均長 $55.8 \pm 14.6 \mu\text{m}$ ，確較其他收集系有明顯的差別，南鳳山山茶最短平均 $26.5 \pm 1.8 \mu\text{m}$ ；至於第一層柵狀細胞寬度以水井山茶最大，平均 $14.7 \pm 3.1 \mu\text{m}$ 。第二層柵狀細胞長度以水井山茶 $44.7 \pm 1.4 \mu\text{m}$ 最長，南鳳山山茶 $25.0 \pm 0.5 \mu\text{m}$ 最短，寬度以水井山茶 $13.9 \pm 0.7 \mu\text{m}$ 最寬，但與其他 4 個收集系比較，未達顯著差異(表二)。柵狀細胞厚度有二層的確較一層的為大，以水井山茶 $93.1 \pm 2.0 \mu\text{m}$ 最厚，以赤芽山茶 $29.2 \pm 1.0 \mu\text{m}$ 最薄(圖四)。柵狀細胞密度以第一層為準，以青心烏龍 25.1 ± 3.5 個最密，其細胞有二層者，其第二層較第一層為疏。

3. 海綿細胞(Spongy cells)

排列疏鬆，無一定的形狀，長度以瀨頭山茶 $36.2 \pm 9.6 \mu\text{m}$ 和水井山茶 $32.3 \pm 7.9 \mu\text{m}$ 最長，其餘差異不顯著，而寬度以瀨頭山茶 26.8 ± 6.3 和水井山茶 25.0 ± 3.0 最寬，其餘差異不顯著。海綿細胞厚度以水井山茶 233.2 ± 33.1 最厚，瀨頭山茶 $126.0 \pm 11.8 \mu\text{m}$ 最薄(圖六)。海綿細胞密度之測定係以 $125 \mu\text{m} \times 125 \mu\text{m}$ 之方格內的細胞個數為準，與表皮及柵狀組織以 $150 \mu\text{m}$ 長度內的個數為準不同，故海綿細胞密度的數值，不可與其他三種組織的細胞密度相比較，海綿細胞排列不規則，空隙多而疏鬆，密度之測定亦較不易，以眉原山茶 45.0 ± 9.3 個最密。

4. 厚壁細胞(石核細胞)(Sclereids)

厚壁細胞環繞於維管束間有似樹狀及似星狀的石核細胞，長度以南鳳山山茶 $154.5 \pm 43.3 \mu\text{m}$ 最長(圖十)，最短為赤芽山茶 $120.5 \pm 26.3 \mu\text{m}$ (圖四)，寬度以南鳳山山茶 $92.2 \pm 31.2 \mu\text{m}$ 最寬，最小為青心烏龍 $61.2 \pm 19.1 \mu\text{m}$ (圖十二)。

5. 下表皮(Lower epidermis)

大小與上表皮相近，但外形不一，氣孔均勻分佈，下表皮細胞長度，平均以水井山茶 $26.0 \pm 2.8 \mu\text{m}$ 最長，最短為眉原山茶 $13.5 \pm 2.5 \mu\text{m}$ ，而下表皮細胞寬度以瀨頭山茶 $22.5 \pm 3.9 \mu\text{m}$ 最寬，最小為眉原山茶 $11.7 \pm 1.5 \mu\text{m}$ 。下表皮細胞密度以眉原山茶 8.8 ± 1.1 個最密，但與其他收集系間無顯著差異。

二、葉柄

最外層為表皮組織，表皮為一類圓形之細胞組成，整齊排列，緊鄰其下為皮層細胞，靠近表皮及維管束附近之細胞約 3-4 層細胞，排列較緊密而成規則狀，其餘則呈稀疏排列，細胞呈類圓形。其內為維管束，木質部細胞密集排列，呈放射狀；形成層不明顯，韌皮部在木質部下方，細胞小呈不規則排列。厚壁細胞位於中間，環繞維管束排列。

1. 厚壁纖維(Sclerenchyma fiber)

靠近維管束，細胞較薄壁細胞小且厚壁化，葉柄的內韌纖維多分佈於維管束周圍，層數大約在 4 層左右，內韌纖維細胞大小，長度以瀨頭山茶 $30.5 \pm 5.0 \mu\text{m}$ 最長(圖五)，其餘差異不明顯。寬度以瀨頭山茶

24.2±3.7μm 最寬，最小為眉原山茶 13.5±2.3μm。維管束整體形狀呈 C 字型。

2. 厚壁細胞(Sclereids)

厚壁細胞環繞於維管束附近，其形狀有長條狀及似星狀，長度以台茶 8 號 222.5±87.8μm 最長(圖十三)，但與其他收集系相比較，則差異不顯著，寬度以眉原山茶 88.8±44.4μm 最寬(圖三)，最小為永康山茶 43.7±14.8μm(圖十一)。

三、莖部

最外層為表皮組織，呈類圓形，其下為皮層 6-8 層，緊鄰皮層為一厚壁組織(Sclerenchyma)，約 2-3 層，其內為韌皮部，細胞細小，成不規則排列，形成層不明顯，木質部細胞呈類圓形至卵圓形，近髓部則細胞較大，中間部位為髓部，細胞呈類圓形，較其他組織之細胞大。厚壁細胞存在於皮層中，偶爾有厚壁細胞散在中央髓部(圖二 D)。

1. 髓厚度

在發育的早期，莖內具有完整的髓，大部分都由薄壁細胞所組成，在莖內的組織，髓部可說是分化程度最低的組織。木本莖之髓，常因厚生組織的生長被擠破。髓的外圍細胞小型，細胞壁木質化，細胞內充滿澱粉，這些小型細胞來源於木質部的薄壁細胞，髓部中間細胞呈類圓形，細胞較其他組織之細胞大。厚度以台茶 8 號 2060.5±132.5μm 最厚，其次為南鳳山山茶 1598.9±354.2μm(圖十)。

2. 木質部厚度

木質部細胞呈圓形至長橢圓形，厚度以眉原山茶 172.3±28.0μm 最厚(圖五)，其次為南鳳山山茶及台茶 8 號，平均分別為 154.4±35.5μm、149.8±24.3μm，其餘差異不顯著。

3. 韌皮部厚度

厚度以水井山茶 114.5±36.9μm 最後，其次為台茶 8 號 111.5 ±23.3μm。

綜合以上結果台灣山茶收集系之葉片、葉柄及莖部之內部解剖綜結如下：葉片：上表皮為單層細胞，其下為柵狀組織，有 1~3 層排列，接著為海綿組織，為不規則橢圓形，下表皮其大小與上表皮相近，石核細胞位於主脈附近較多，細胞呈似樹枝及似星狀形較多。葉柄：最外層為表皮細胞，其下為皮層細胞，其內為維管束，木質部細胞密集排列，呈放射狀；形成層不明顯，韌皮部在木質部下方，石核細胞環繞維管束排列。莖部：表皮呈類圓形，其下為皮層 6-8 層，緊鄰皮層為一厚壁組織，約 2-3 層，其內為韌皮部不規則排列，形成層不明顯，木質部細胞呈類圓形至卵圓形，髓部細胞呈類圓形，較其它組織之細胞大；石核細胞存在於皮層中，偶爾有石核細胞散在中央髓部。

表二、台灣山茶收集系葉片內部構造之變異

Table2. Variation of blade structure of *Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze f. *formosensis* Kitam.

Accessions Characters	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Mean	LS.D. 0.05
Ul (μm)	18.7±4.1*	20.2±5.0	13.5±2.6	20.2±3.7	28.2±5.0	23.3±6.9	36.7±6.6	22.3±4.6	20.8±2.9	22.8±3.0	29.2±4.4	22.3±3.5	17.7±2.9	22.8±5.8	6.70
Uw (μm)	14.8±2.6	13.5±3.9	10.8±2.2	17.0±3.9	24.5±3.0	18.0±5.1	28.5±4.2	18.8±4.6	16.7±2.8	17.5±2.5	21.7±3.7	19.2±3.5	15.5±2.4	18.2±4.6	3.86
Ud	7.1±0.9	8.5±1.4	9.0±1.3	8.2±1.0	5.7±1.0	6.3±0.9	5.5±1.0	6.8±1.1	7.6±0.8	6.8±0.9	6.8±1.3	7.1±1.2	9.3±0.9	7.3±1.2	1.11
Pd	14.3±0.9	13.8±1.1	15.2±0.9	17.6±2.5	12.8±0.9	14.1±1.2	11.2±1.1	15.3±1.7	15.0±1.3	19.5±2.5	12.4±1.7	25.1±3.5	15.1±2.1	15.5±3.6	4.33
Ptl	1-2	1	1	1	1-3	1	1-3	1	1	1-2	1	2-3	1		
1P1(μm)	38.7±2.8	49.7±9.6	36.7±1.8	32.3±4.2	55.8±14.6	39.0±3.1	46.3±4.7	44.2±7.5	35.5±2.5	26.5±1.8	52.2±7.7	38.5±3.2	30.2±3.7	40.4±8.8	6.71
1Pw(μm)	10.5±1.7	11.2±1.6	11.3±1.3	11.2±3.3	12.7±1.1	11.5±1.3	14.7±3.1	11.0±1.3	11.7±1.2	12.7±2.2	12.8±1.3	11.3±1.6	13.3±3.6	12.0±1.2	1.70
2P1(μm)	28.1±2.4														4.99
2Pw(μm)	13.6±0.3														2.07
St(μm)	155.5±15.0	157.0±20.3	143.7±11.1	140.2±8.1	222.8±47.2	126.0±11.8	233.2±33.1	136.0±20.5	146.7±21.7	143.8±19.4	149.3±8.2	162.8±15.2	144.3±14.2	158.6±32.3	20.44
Sd	35.8±6.5	40.3±8.5	45.0±9.3	42.2±5.4	27.5±4.2	14.4±1.1	29.3±8.6	32.2±6.1	33.0±6.0	36.8±6.5	33.7±7.3	35.9±7.6	40.0±6.8	34.3±7.8	14.08
Sl(μm)	21.6±4.1	23.5±3.8	23.2±2.4	22.0±2.5	36.2±9.6	22.5±3.0	32.3±7.9	22.2±3.8	23.8±3.1	21.3±3.0	26.2±3.0	22.5±3.4	24.0±3.0	24.7±4.5	4.99
Sw(μm)	17.5±3.8	17.3±3.5	18.5±3.9	17.8±3.0	26.8±6.3	19.5±2.4	25.0±3.0	18.2±3.7	19.2±2.6	17.7±2.7	21.2±3.0	17.7±3.8	18.5±2.6	19.6±3.0	2.96
Sdb	Sv	Sv	Sv	Sv	Sv	Sv	Sv	Sv	Sv	Sv	Sv	Sv	Sv	Sv	
Sfb	As、Ab	As、Ab	As、Ab	As、Ab	As、Ab	As、Ab	As、Ab	As、Ab	As、Ab	As、Ab	As、Ab	As、Ab	As、Ab	As、Ab	
Slb(μm)	87.0±34.7	109.5±31.5	130.7±35.1	120.5±26.3	153.7±36.7	136.0±32.6	133.2±34.3	142.5±25.1	141.8±31.1	154.5±43.3	123.3±22.9	138.8±24.3	125.5±20.8	130.5±18.3	26.55
Swb(μm)	53.2±20.6	65.3±24.1	88.8±32.7	73.5±28.9	80.2±38.9	73.8±15.6	77.2±33.2	70.2±19.9	65.2±35.5	92.2±31.2	75.0±20.0	61.2±19.1	70.7±18.2	72.8±10.6	21.03
Ld	6.4±0.9	8.2±1.1	8.8±1.1	8.6±1.2	6.5±1.1	6.6±0.9	6.1±0.9	6.7±1.2	7.8±0.8	7.7±0.8	8.6±1.1	6.7±1.2	8.6±1.3	7.5±1.0	1.11
Ll(μm)	19.8±4.0	19.8±4.7	13.5±2.5	18.3±3.6	24.7±4.8	19.7±4.2	26.0±2.8	24.2±2.9	17.5±4.3	19.7±4.2	17.7±4.8	20.0±4.2	20.0±3.7	20.1±3.3	6.52
Lw(μm)	15.0±2.1	14.7±3.0	11.7±1.5	15.2±4.1	22.5±3.9	16.2±3.4	19.7±3.9	19.3±3.8	13.5±2.1	14.8±1.5	14.8±2.7	17.5±4.0	17.2±3.1	16.3±2.9	2.89

U1: Upper epidermis length, Uw: Upper epidermis width, Ud: Upper epidermis density, Pd: Palisade cell density, Ptl: Palisade tissue level, Pl: Palisade cell length, Pw: Palisade cell width, St: Spongy tissue thickness, Sd: Spongy cell density, Sl: Spongy cell length, Sw: Spongy cell width, Sdb: Sclereids distribution on blade, Sfb: Sclereids form on blade, Slb: Sclereids length on blade, Swb: Sclereids width on blade, Ld: Lower epidermis cell density, Ll: Lower epidermis cell length, Lw: Lower epidermis cell width, Sv: Surround vascular, As: Alike star, Ab: Alike branch, 1: De Hua-She wild tea, 2: Fong Huang wild tea, 3: Mei Yuan wild tea, 4: Chih Ya wild tea, 5: Lai Tou wild tea, 6: Long Tou wild tea, 7: Shue Jing wild tea, 8: Le Ye wild tea, 9: Min Ghai wild tea, 10: Nan Fong wild tea, 11: Yung Kang wild tea, 12: Chin-Shin-Oolong, 13: TTES No.8. *(Mean±S.D.)

表三、台灣山茶葉柄、莖內部構造之變異

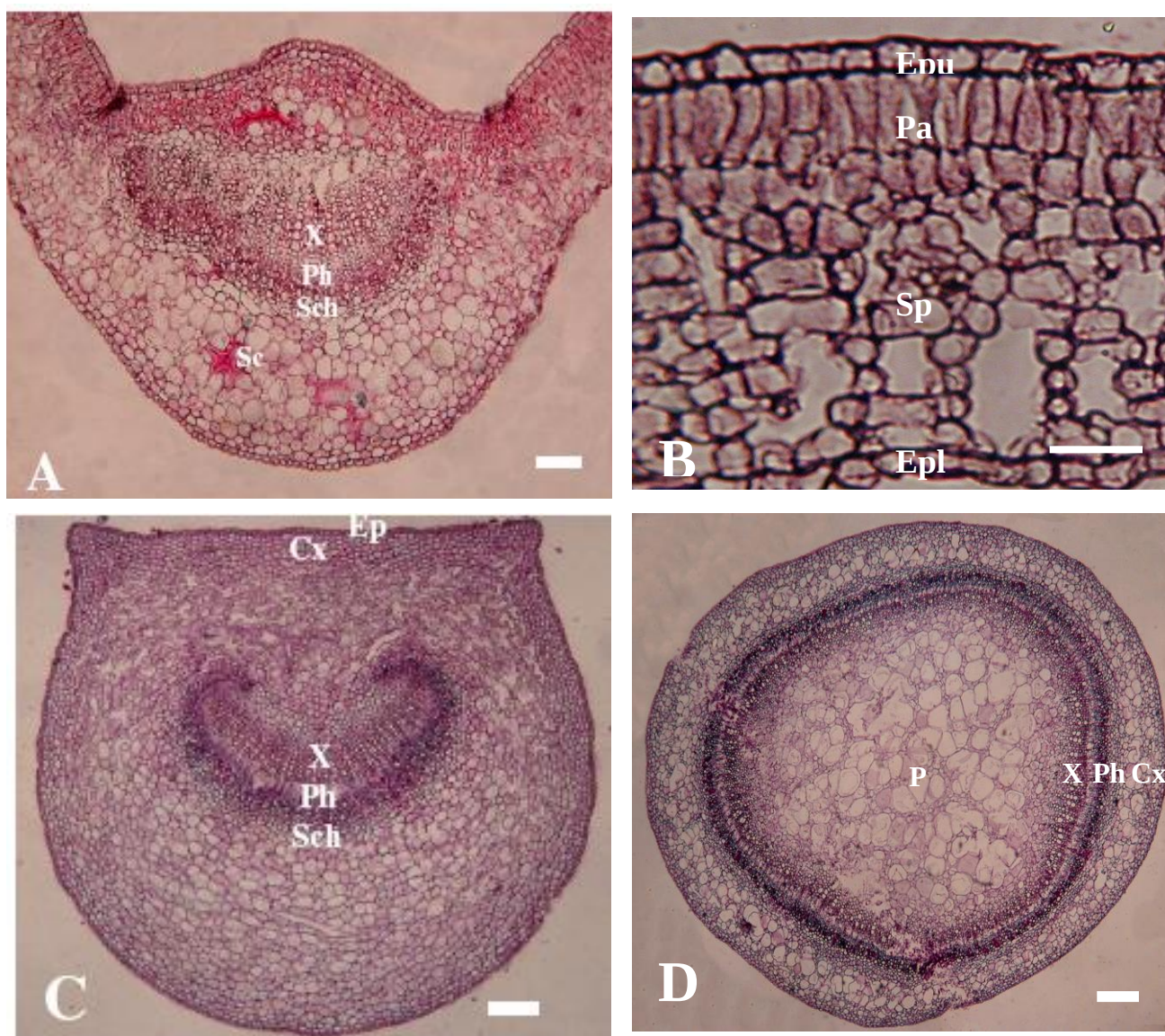
Table3. Variation of petioles and stems structure of *Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze f. *formosensis* Kitam.

Characters	Petiole									Stem		
	Sclerenchyma fiber				Vascular			Sclereids		Pith	Xylem	Phloem
	Distribution	Level	Length (μm)	Width (μm)	Form	Oat	Distribution	Length (μm)	Width (μm)	thickness (μm)	thickness (μm)	thickness (μm)
Accessions												
1	Sv	4.6 $\pm$ 0.5	23.2 $\pm$ 5.5	17.2 $\pm$ 3.6	C form	1/5	Sv	127.7 $\pm$ 26.0*	60.2 $\pm$ 21.8	1508.1 $\pm$ 19.0	145.5 $\pm$ 31.3	65.3 $\pm$ 4.6
2	Sv	3.6 $\pm$ 0.5	20.2 $\pm$ 3.9	14.2 $\pm$ 2.4	C form	1/6	Sv	152.0 $\pm$ 60.5	43.8 $\pm$ 24.5	1484.3 $\pm$ 213.7	117.8 $\pm$ 45.3	85.5 $\pm$ 0.4
3	Sv	4.2 $\pm$ 0.4	19.2 $\pm$ 5.9	13.5 $\pm$ 2.3	C form	1/5	Sv	191.7 $\pm$ 63.9	88.8 $\pm$ 44.4	1544.1 $\pm$ 345.8	172.3 $\pm$ 28.0	93.1 $\pm$ 12.1
4	Sv	4.4 $\pm$ 0.9	19.0 $\pm$ 2.8	15.2 $\pm$ 2.2	C form	1/5	Sv	171.0 $\pm$ 67.8	58.3 $\pm$ 24.5	1352.7 $\pm$ 210.5	112.9 $\pm$ 25.2	78.5 $\pm$ 6.5
5	Sv	4.2 $\pm$ 1.3	30.5 $\pm$ 5.0	24.2 $\pm$ 3.7	C form	1/5	Sv	184.8 $\pm$ 75.3	59.8 $\pm$ 18.9	1481.7 $\pm$ 226.8	142.6 $\pm$ 27.1	95.7 $\pm$ 8.4
6	Sv	4.6 $\pm$ 0.5	22.2 $\pm$ 3.1	18.5 $\pm$ 2.5	C form	1/5	Sv	209.0 $\pm$ 68.8	52.3 $\pm$ 20.8	1313.1 $\pm$ 169.4	100.7 $\pm$ 27.5	72.9 $\pm$ 1.4
7	Sv	4.2 $\pm$ 0.4	22.7 $\pm$ 2.9	19.3 $\pm$ 2.7	C form	1/5	Sv	211.8 $\pm$ 44.2	62.7 $\pm$ 25.8	1367.9 $\pm$ 211.4	127.4 $\pm$ 11.2	114.5 $\pm$ 36.9
8	Sv	4.2 $\pm$ 0.4	21.3 $\pm$ 3.8	18.2 $\pm$ 3.7	C form	1/4	Sv	199.0 $\pm$ 60.2	69.8 $\pm$ 20.1	1186.4 $\pm$ 228.2	98.0 $\pm$ 4.2	78.5 $\pm$ 12.1
9	Sv	4.6 $\pm$ 0.5	23.0 $\pm$ 3.2	19.5 $\pm$ 3.7	C form	1/4	Sv	195.8 $\pm$ 65.0	74.2 $\pm$ 35.5	1366.2 $\pm$ 261.3	122.4 $\pm$ 15.4	95.4 $\pm$ 12.6
10	Sv	3.8 $\pm$ 0.4	19.0 $\pm$ 3.1	15.3 $\pm$ 2.1	C form	1/4	Sv	185.5 $\pm$ 68.5	61.2 $\pm$ 30.0	1598.9 $\pm$ 354.2	154.4 $\pm$ 35.5	102.6 $\pm$ 30.3
11	Sv	3.8 $\pm$ 0.4	20.5 $\pm$ 3.3	16.5 $\pm$ 3.5	C form	1/5	Sv	149.3 $\pm$ 39.1	43.7 $\pm$ 14.8	1439.1 $\pm$ 142.3	114.8 $\pm$ 9.3	87.1 $\pm$ 4.7
12	Sv	4.4 $\pm$ 0.9	21.5 $\pm$ 2.6	18.0 $\pm$ 2.5	C form	1/6	Sv	206.0 $\pm$ 53.0	72.3 $\pm$ 21.4	852.7 $\pm$ 42.0	105.9 $\pm$ 19.1	71.3 $\pm$ 4.7
13	Sv	4.2 $\pm$ 0.4	23.2 $\pm$ 3.6	19.0 $\pm$ 2.5	C form	1/4	Sv	222.5 $\pm$ 87.8	63.2 $\pm$ 27.7	2060.5 $\pm$ 132.5	149.8 $\pm$ 24.3	111.5 $\pm$ 23.3
Mean		4.2 $\pm$ 0.6	21.9 $\pm$ 3.0	17.6 $\pm$ 2.8				185.1 $\pm$ 27.9	62.3 $\pm$ 12.3	1427.4 $\pm$ 269.4	128.0 $\pm$ 23.0	88.6 $\pm$ 15.3
L.S.D(0.05)		0.813	4.066	3.633				83.303	33.781	156.514	26.484	24.654

1: De Hua She wild tea, 2: Fong Huang wild tea, 3: Mei Yuan wild tea, 4: Chih Ya wild tea, 5: Lai Tou wild tea, 6: Long Tou wild tea,

7: Shuei Jing wild tea, 8: Le Ye- wild tea, 9: Min Ghai wild tea, 10: Nan Fong wild tea, 11: Yung Kang wild tea, 12: Chin-Shin-Oolong,

13: TTES No.8., Sv: Surround vascular, Oat: Occupy all thickness. *(Mean $\pm$ S.D.)



圖一、德化社山茶葉片、葉柄及莖橫切面

A：中肋；B：葉片；C：葉柄；D：莖

Epu：上表皮；Pa：柵狀組織；Sp：海綿組織；Epl：下表皮；Ep：表皮；Cx：皮層；

Sc：厚壁細胞；Sch：厚壁纖維；Ph：韌皮部；X：木質部；P：髓

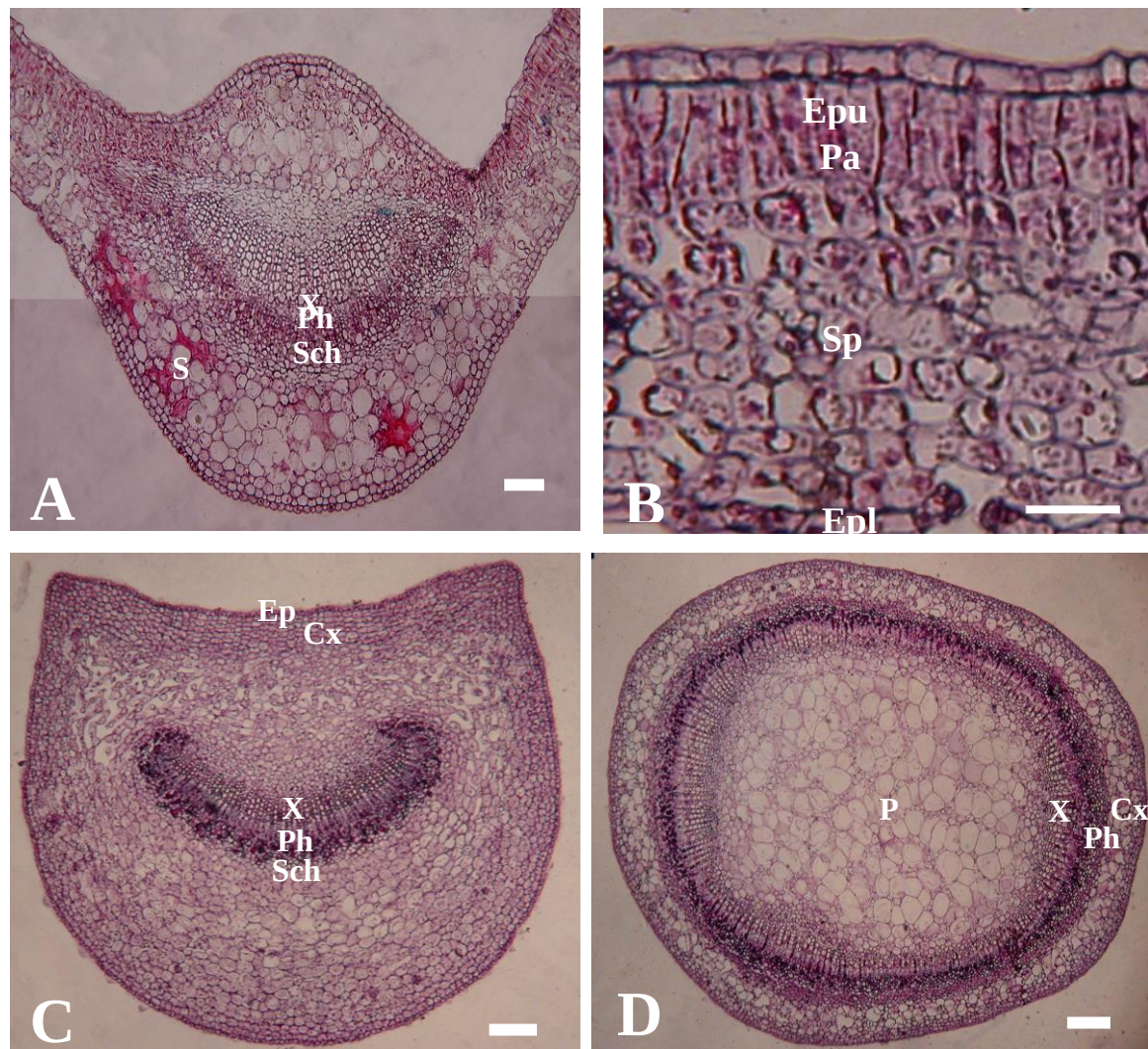
Fig. 1. The transverse section of blade, petiole and stem of De Hua She wild tea

A: Mid-rib; B: Blade; C: Petiole; D: Stem; Epu: upper epidermis;

Pa: palisade tissue; Sp: spongy tissue; Epl: lower epidermis;

Ep: epidermis; Cx: cortex; Sc: sclereids; Sch: Sclerenchyma fiber; Ph: phloem;

X: xylem; P: pith (bar=5μm)



圖二、鳳凰山茶葉片、葉柄及莖橫切面

A：中肋；B：葉片；C：葉柄；D：莖

Epu：上表皮；Pa：柵狀組織；Sp：海綿組織；Epl：下表皮；Ep：表皮；Cx：皮層；

Sc：厚壁細胞；Sch：厚壁纖維；Ph：韌皮部；X：木質部；P：髓

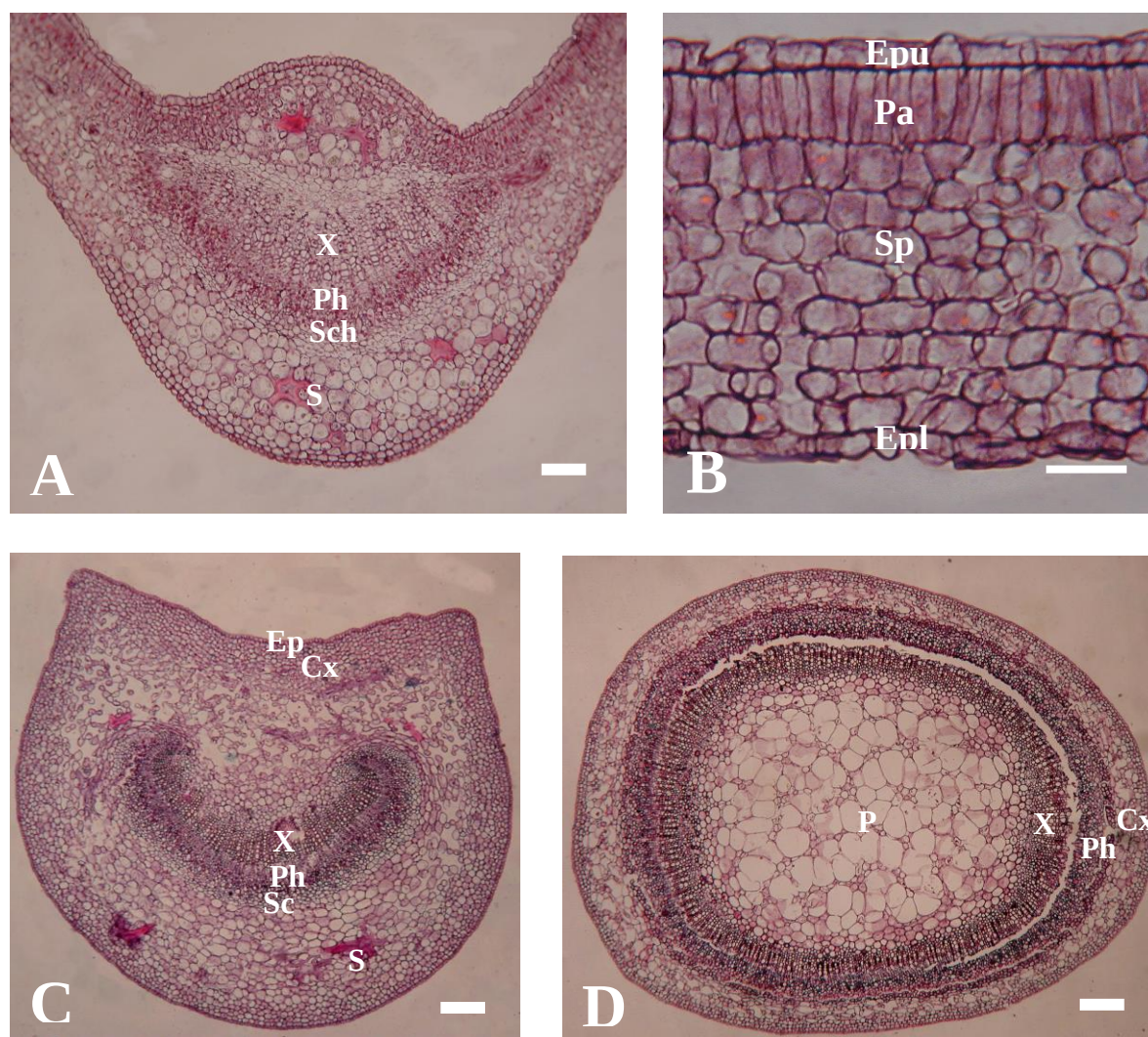
Fig. 2. The transverse section of blade, petiole and stem of Fong Huang wild tea

A: Mid-rib; B: Blade; C: Petiole; D: Stem; Epu: upper epidermis;

Pa: palisade tissue; Sp: spongy tissue; Epl: lower epidermis;

Ep: epidermis; Cx: cortex; Sc: sclereids; Sch: Sclerenchyma fiber; Ph: phloem;

X: xylem; P: pith (bar=5μm)



圖三、眉原山茶葉片、葉柄及莖橫切面

A：中肋；B：葉片；C：葉柄；D：莖

Epu：上表皮；Pa：柵狀組織；Sp：海綿組織；Epl：下表皮；Ep：表皮；Cx：皮層；

Sc：厚壁細胞；Sch：厚壁纖維；Ph：韌皮部；X：木質部；P：髓

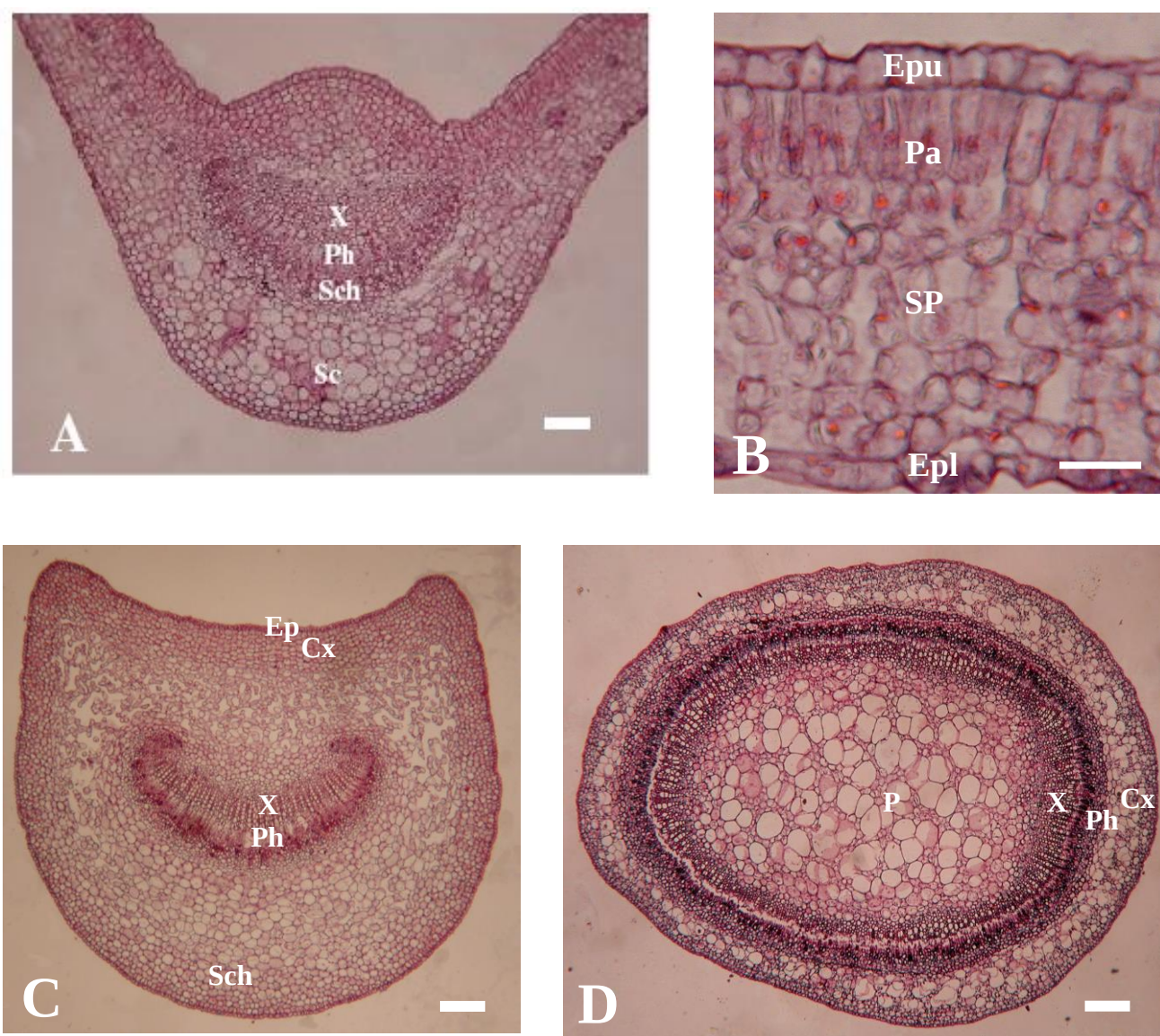
Fig. 3. The transverse section of blade, petiole and stem of Mei Yuan wild tea

A: Mid-rib; B: Blade; C: Petiole; D: Stem; Epu: upper epidermis;

Pa: palisade tissue; Sp: spongy tissue; Epl: lower epidermis;

Ep: epidermis; Cx: cortex; Sc: sclereids; Sch: Sclerenchyma fiber;

Ph: phloem; X: xylem; P: pith (bar=5μm)



圖四、赤芽山茶葉片、葉柄及莖橫切面

A：中肋；B：葉片；C：葉柄；D：莖

Epu：上表皮；Pa：柵狀組織；Sp：海綿組織；Epl：下表皮；Ep：表皮；Cx：皮層；Sc：厚壁細胞；Sch：厚壁纖維；Ph：韌皮部；X：木質部；P：髓

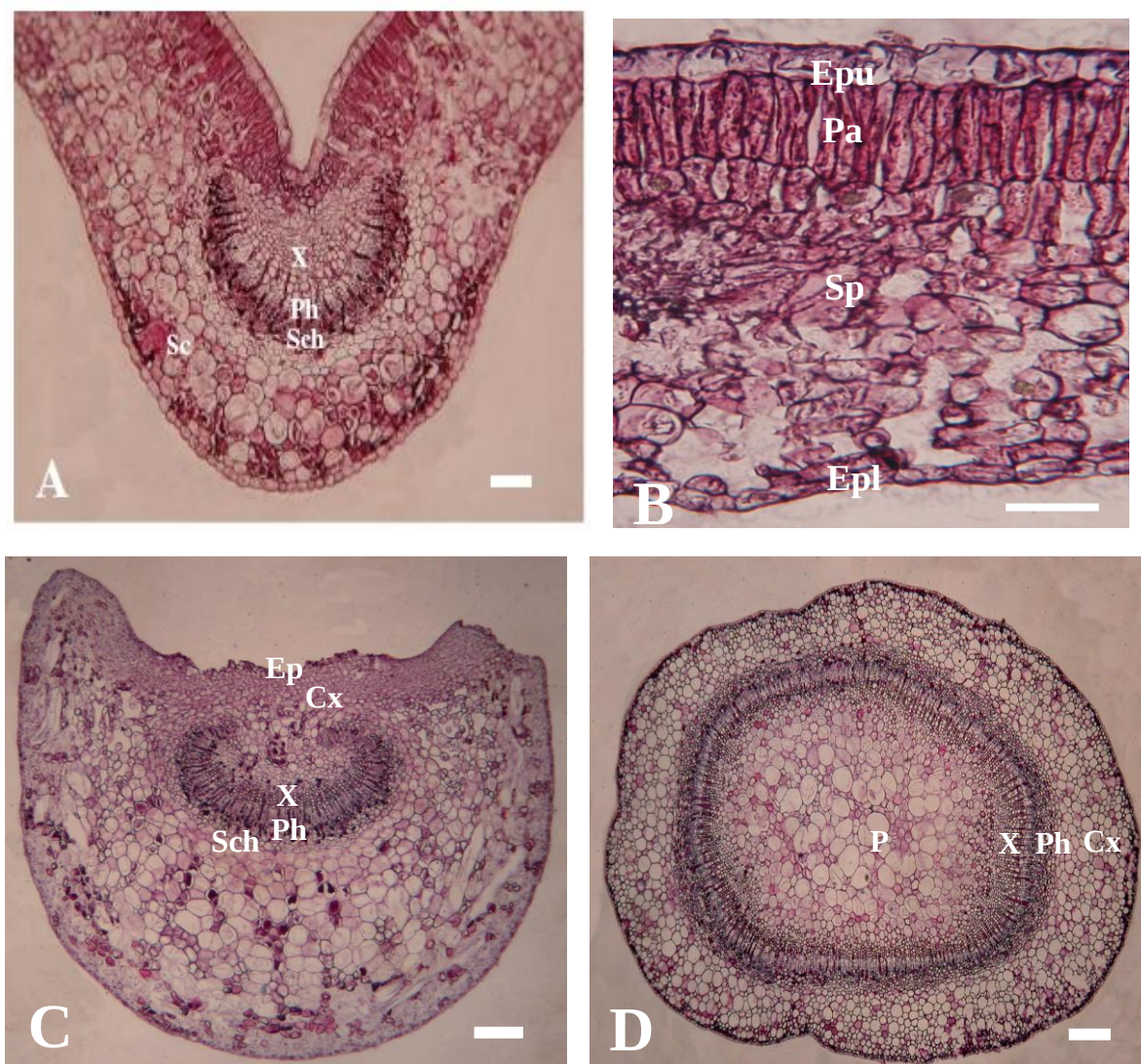
Fig. 4. The transverse section of blade, petiole and stem of Chih Ya wild tea

A: Mid-rib; B: Blade; C: Petiole; D: Stem; Epu: upper epidermis;

Pa: palisade tissue; Sp: spongy tissue; Epl: lower epidermis;

Ep: epidermis; Cx: cortex; Sc: sclereids; Sch: Sclerenchyma fiber; Ph: phloem;

X: xylem; P: pith (bar=5μm)



圖五、瀨頭山茶葉片、葉柄及莖橫切面

A：中肋；B：葉片；C：葉柄；D：莖

Epu：上表皮；Pa：柵狀組織；Sp：海綿組織；Epl：下表皮；Ep：表皮；Cx：皮層；Sc：厚壁細胞；Sch：厚壁纖維；Ph：韌皮部；X：木質部；P：髓

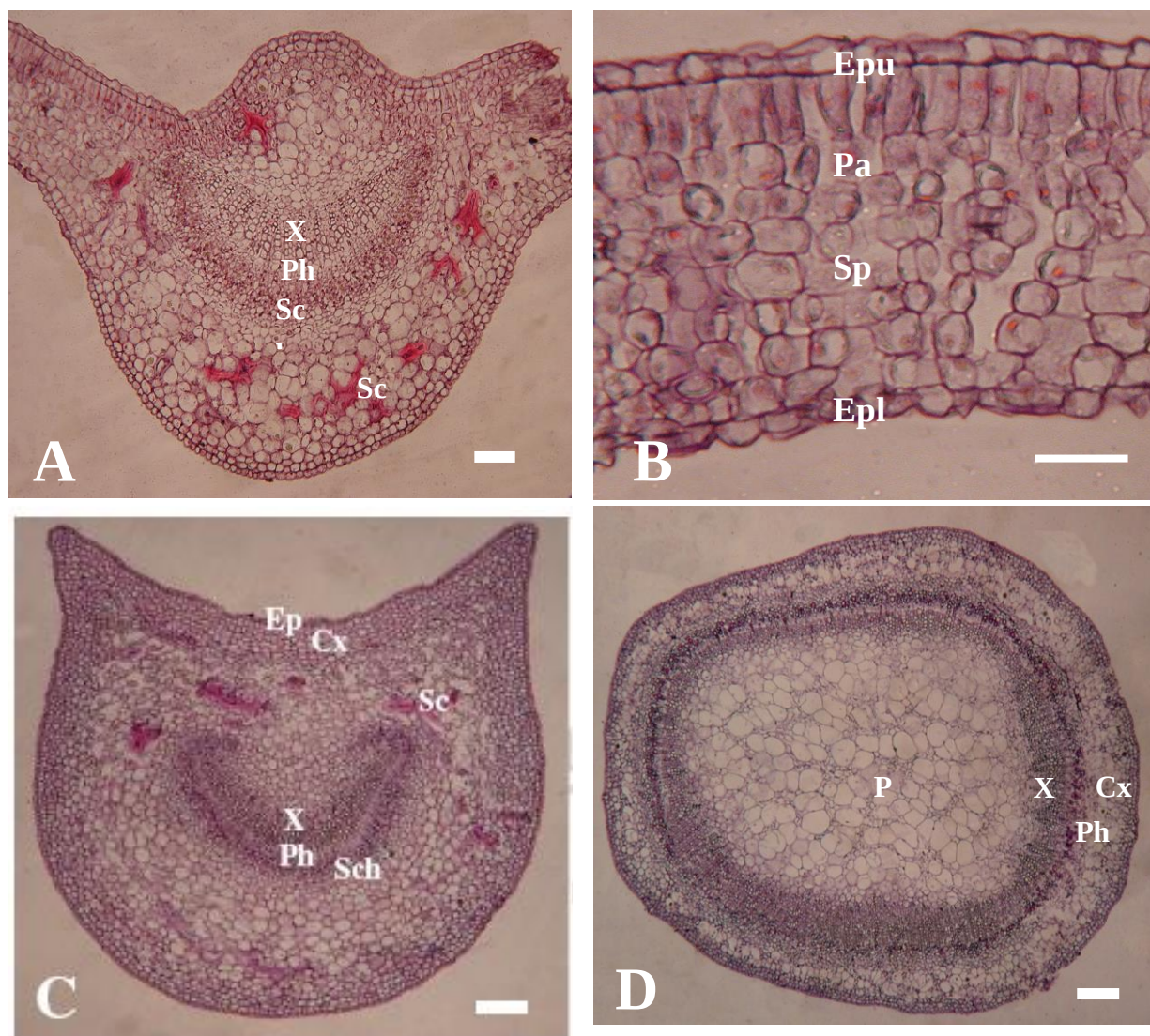
Fig. 5. The transverse section of blade, petiole and stem of Lai Tou wild tea

A: Mid-rib; B: Blade; C: Petiole; D: Stem; Epu: upper epidermis;

Pa: palisade tissue; Sp: spongy tissue; Epl: lower epidermis;

Ep: epidermis; Cx: cortex; Sc: sclereids; Sch: Sclerenchyma fiber; Ph: phloem;

X: xylem; P: pith (bar=5μm)



圖六、巔頭山茶葉片、葉柄及莖橫切面

A：中肋；B：葉片；C：葉柄；D：莖

Epu：上表皮；Pa：柵狀組織；Sp：海綿組織；Epl：下表皮；Ep：表皮；Cx：皮層；

Sc：厚壁細胞；Sch：厚壁纖維；Ph：韌皮部；X：木質部；P：髓

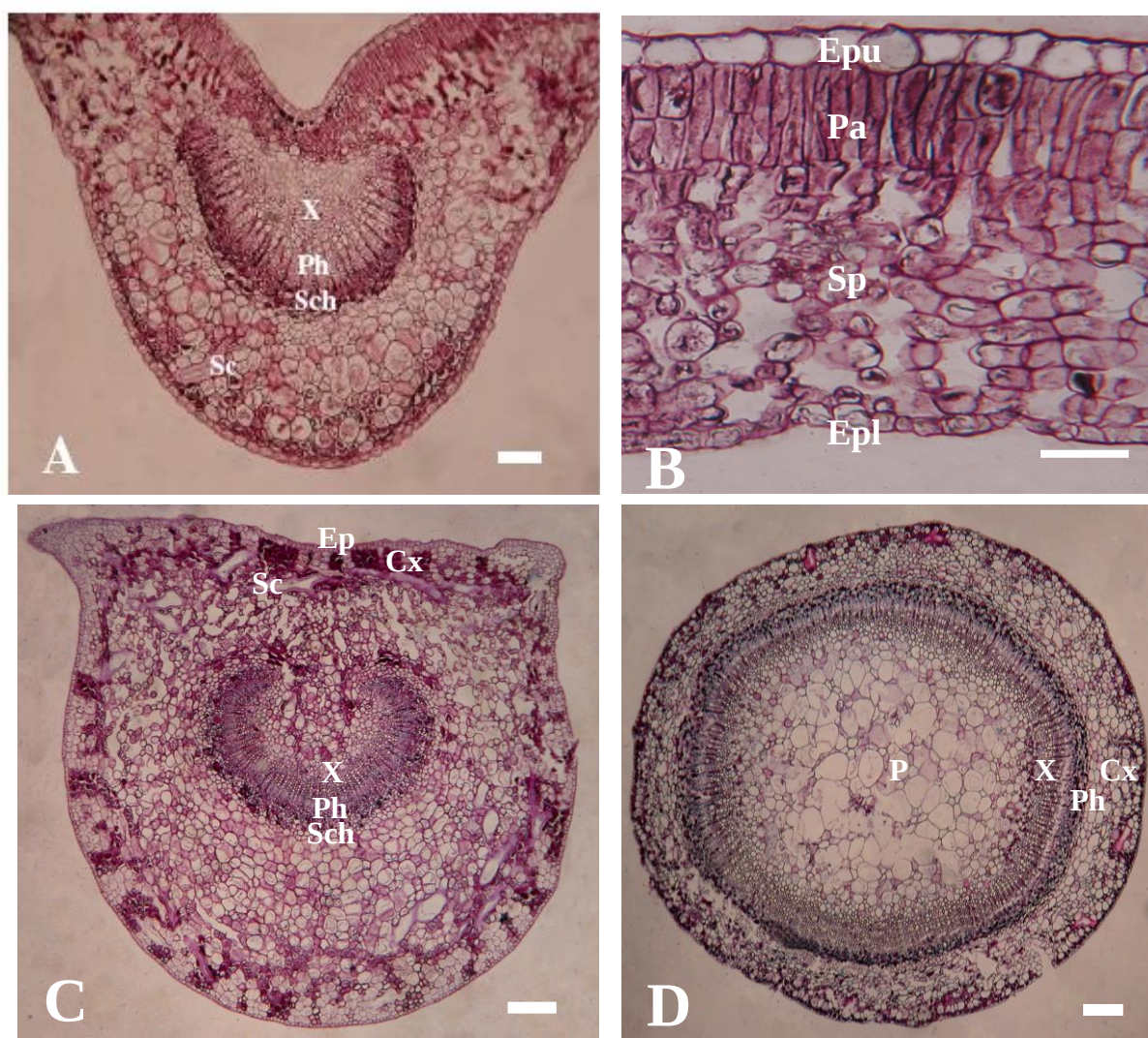
Fig. 6. The transverse section of blade, petiole and stem of Long Tou wild tea

A: Mid-rib; B: Blade; C: Petiole; D: Stem; Epu: upper epidermis;

Pa: palisade tissue; Sp: spongy tissue; Epl: lower epidermis;

Ep: epidermis; Cx: cortex; Sc: sclereids; Sch: Sclerenchyma fiber; Ph: phloem;

X: xylem; P: pith (bar=5μm)



圖七、水井山茶葉片、葉柄及莖橫切面

A：中肋；B：葉片；C：葉柄；D：莖

Epu：上表皮；Pa：柵狀組織；Sp：海綿組織；Epl：下表皮；Ep：表皮；Cx：皮層；

Sc：厚壁細胞；Sch：厚壁纖維；Ph：韌皮部；X：木質部；P：髓

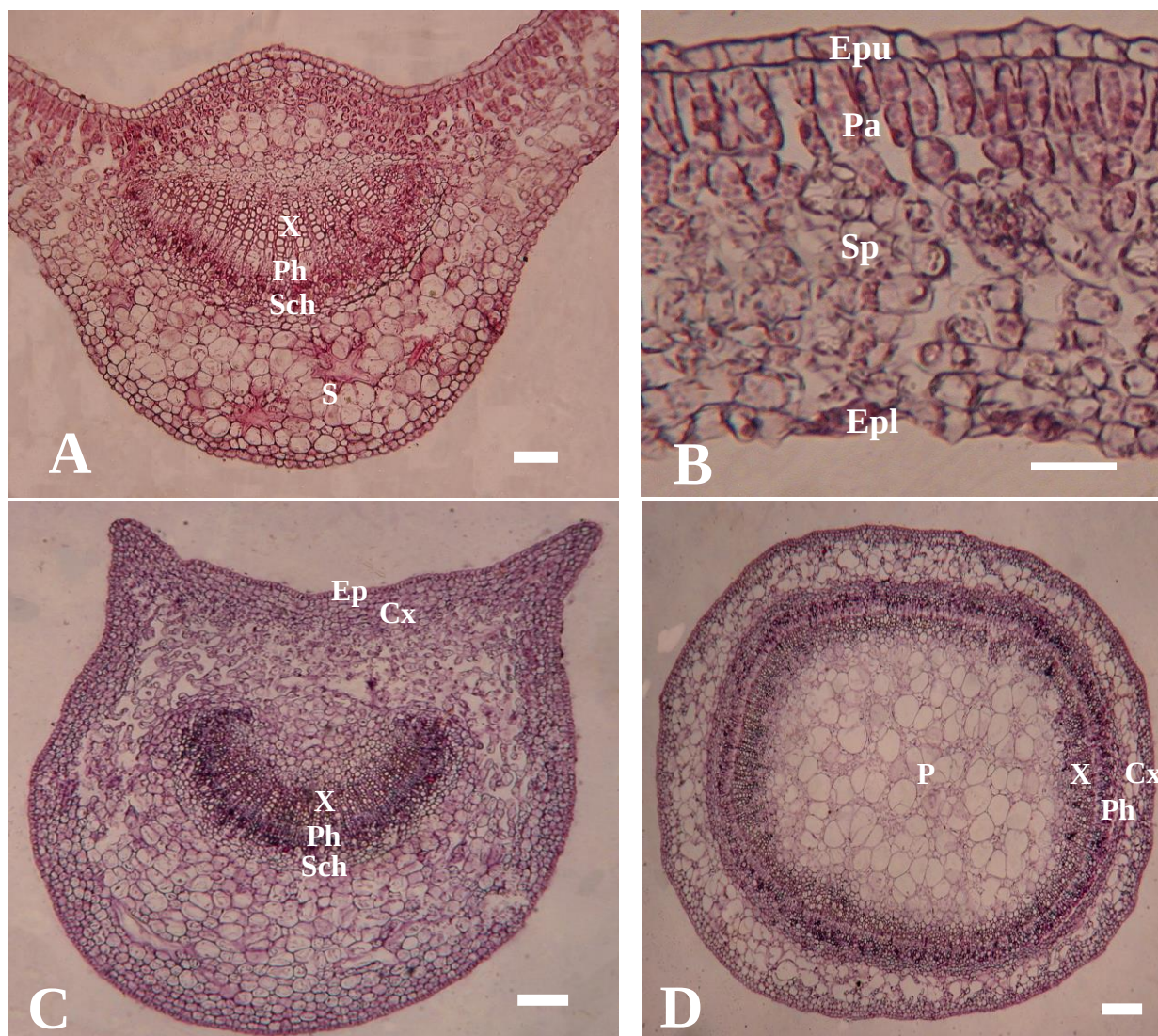
Fig. 7. The transverse section of blade, petiole and stem of Shuei Jing wild tea

A: Mid-rib; B: Blade; C: Petiole; D: Stem; Epu: upper epidermis;

Pa: palisade tissue; Sp: spongy tissue; Epl: lower epidermis;

Ep: epidermis; Cx: cortex; Sc: sclereids; Sch: Sclerenchyma fiber; Ph: phloem;

X: xylem; P: pith (bar=5μm)



圖八、樂野山茶葉片、葉柄及莖橫切面

A：中肋；B：葉片；C：葉柄；D：莖

Epu：上表皮；Pa：柵狀組織；Sp：海綿組織；Epl：下表皮；Ep：表皮；Cx：皮層；

Sc：厚壁細胞；Sch：厚壁纖維；Ph：韌皮部；X：木質部；P：髓

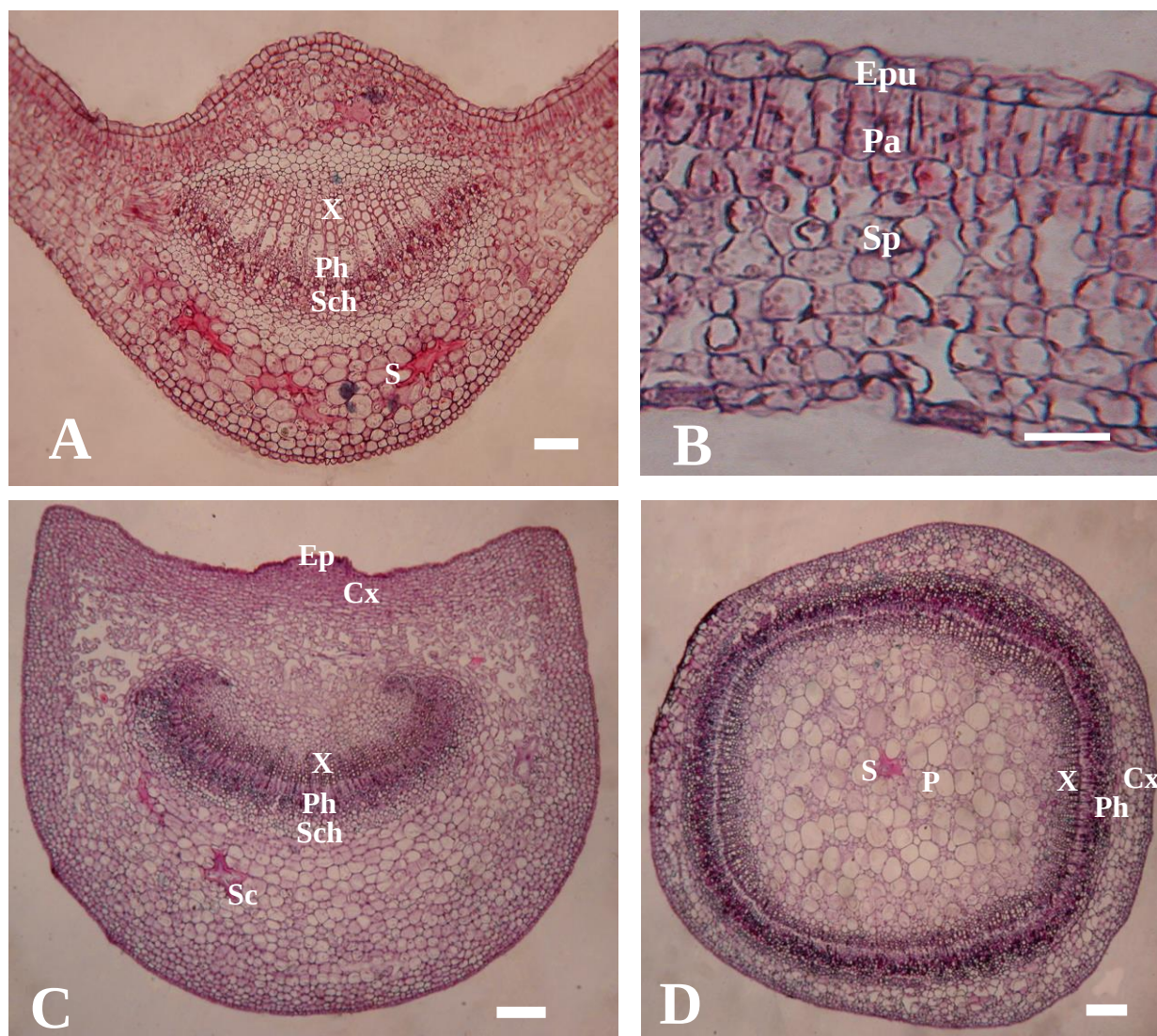
Fig. 8. The transverse section of blade, petiole and stem of Le Ye wild tea

A: Mid-rib; B: Blade; C: Petiole; D: Stem; Epu: upper epidermis;

Pa: palisade tissue; Sp: spongy tissue; Epl: lower epidermis;

Ep: epidermis; Cx: cortex; Sc: sclereids; Sch: Sclerenchyma fiber; Ph: phloem;

X: xylem; P: pith (bar=5μm)



圖九、鳴海山山茶葉片、葉柄及莖橫切面

A：中肋；B：葉片；C：葉柄；D：莖

Epu：上表皮；Pa：柵狀組織；Sp：海綿組織；Epl：下表皮；Ep：表皮；Cx：皮層；

Sc：厚壁細胞；Sch：厚壁纖維；Ph：韌皮部；X：木質部；P：髓

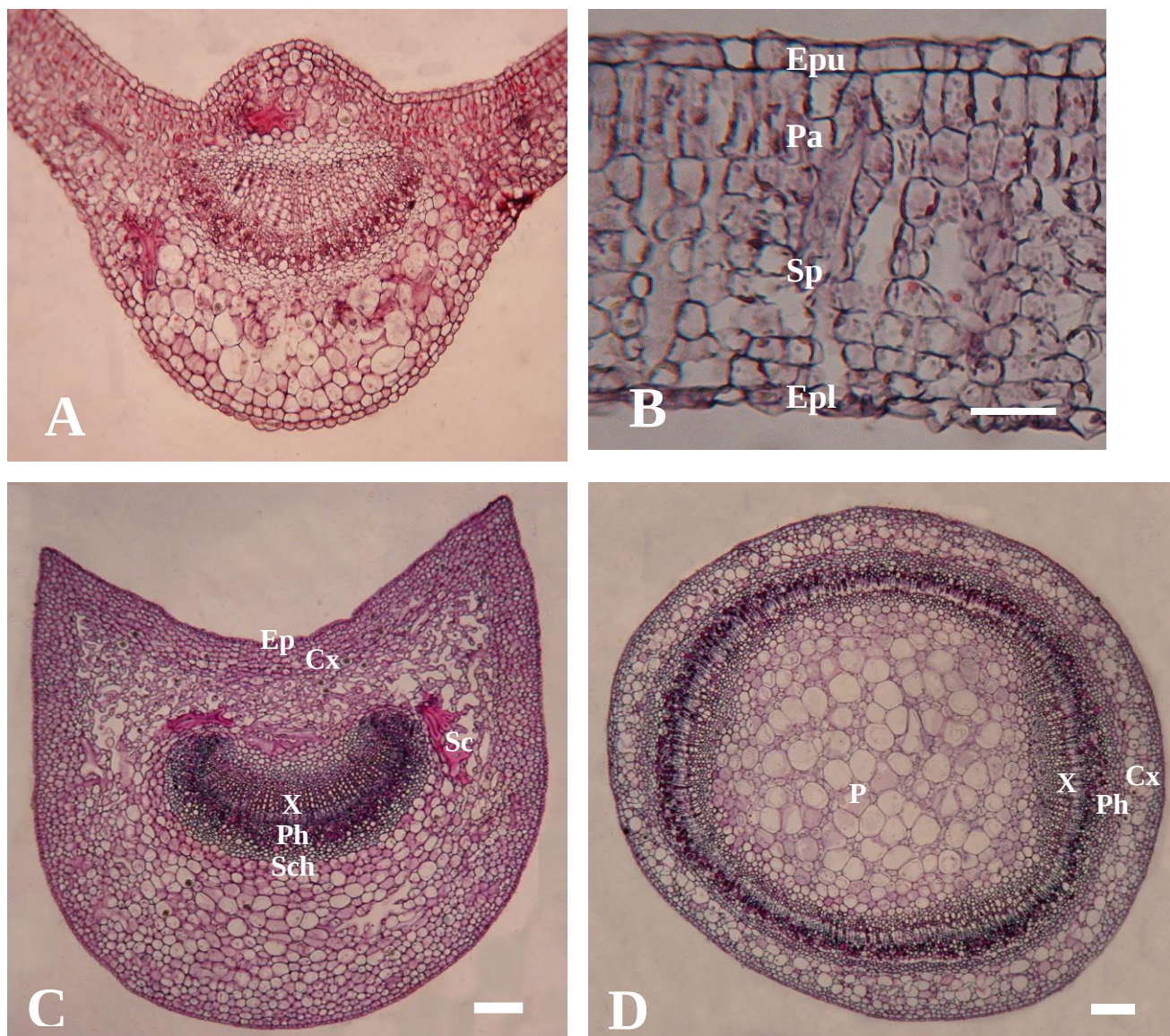
Fig. 9. The transverse section of blade, petiole and stem of Min Ghai wild tea

A: Mid-rib; B: Blade; C: Petiole; D: Stem; Epu: upper epidermis;

Pa: palisade tissue; Sp: spongy tissue; Epl: lower epidermis;

Ep: epidermis; Cx: cortex; Sc: sclereids; Sch: Sclerenchyma fiber; Ph: phloem;

X: xylem; P: pith (bar=5μm)



圖十、南鳳山山茶葉片、葉柄及莖橫切面

A：中肋；B：葉片；C：葉柄；D：莖

Epu：上表皮；Pa：柵狀組織；Sp：海綿組織；Epl：下表皮；Ep：表皮；Cx：皮層；

Sc：厚壁細胞；Sch：厚壁纖維；Ph：韌皮部；X：木質部；P：髓

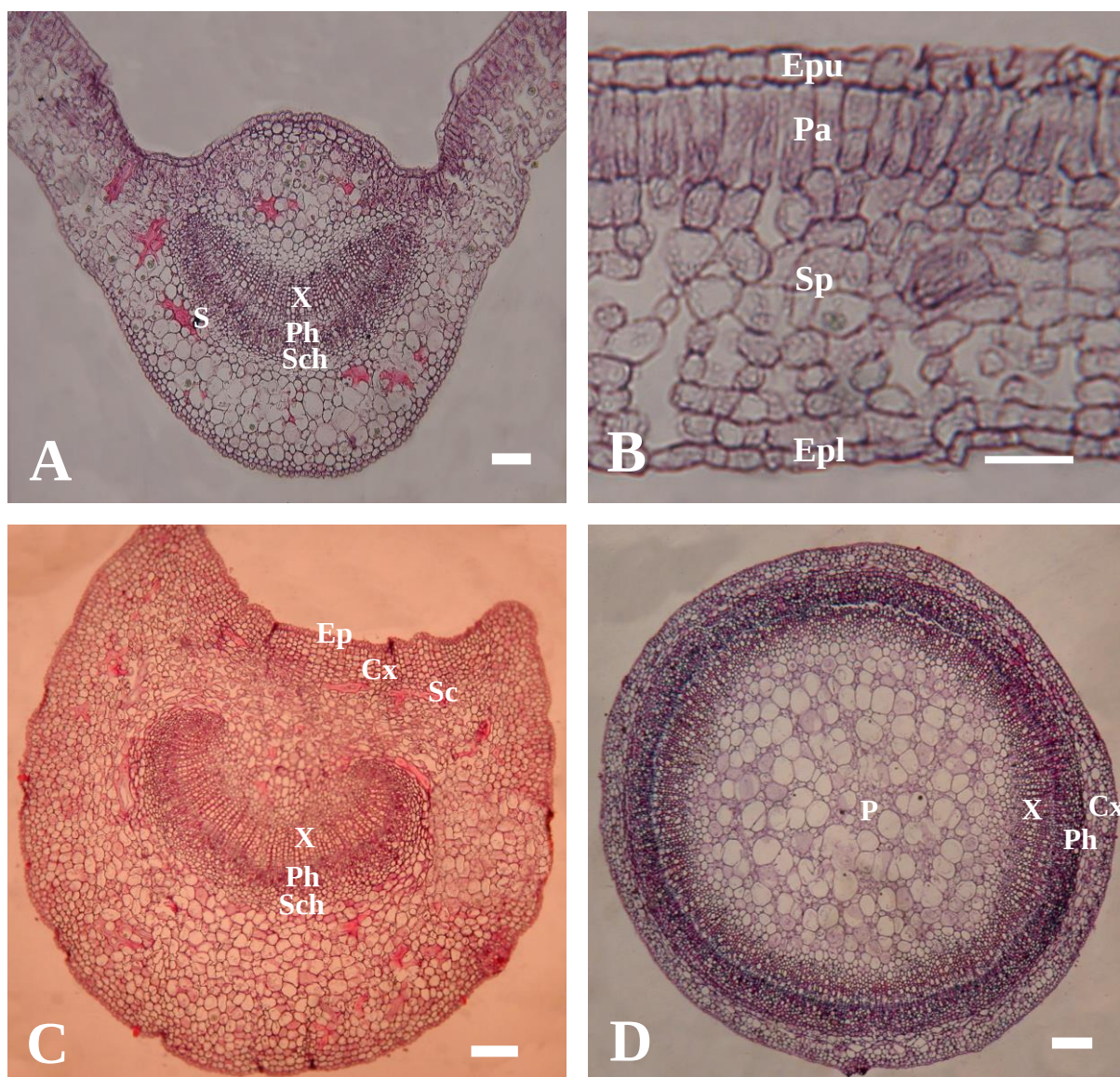
Fig. 10. The transverse section of blade, petiole and stem of Nan Fong wild tea

A: Mid-rib; B: Blade; C: Petiole; D: Stem; Epu: upper epidermis;

Pa: palisade tissue; Sp: spongy tissue; Epl: lower epidermis;

Ep: epidermis; Cx: cortex; Sc: sclereids; Sch: Sclerenchyma fiber; Ph: phloem;

X: xylem; P: pith (bar=5μm)



圖十一、永康山茶葉片、葉柄及莖橫切面

A：中肋；B：葉片；C：葉柄；D：莖

Epu：上表皮；Pa：柵狀組織；Sp：海綿組織；Epl：下表皮；Ep：表皮；Cx：皮層；

Sc：厚壁細胞；Sch：厚壁纖維；Ph：韌皮部；X：木質部；P：髓

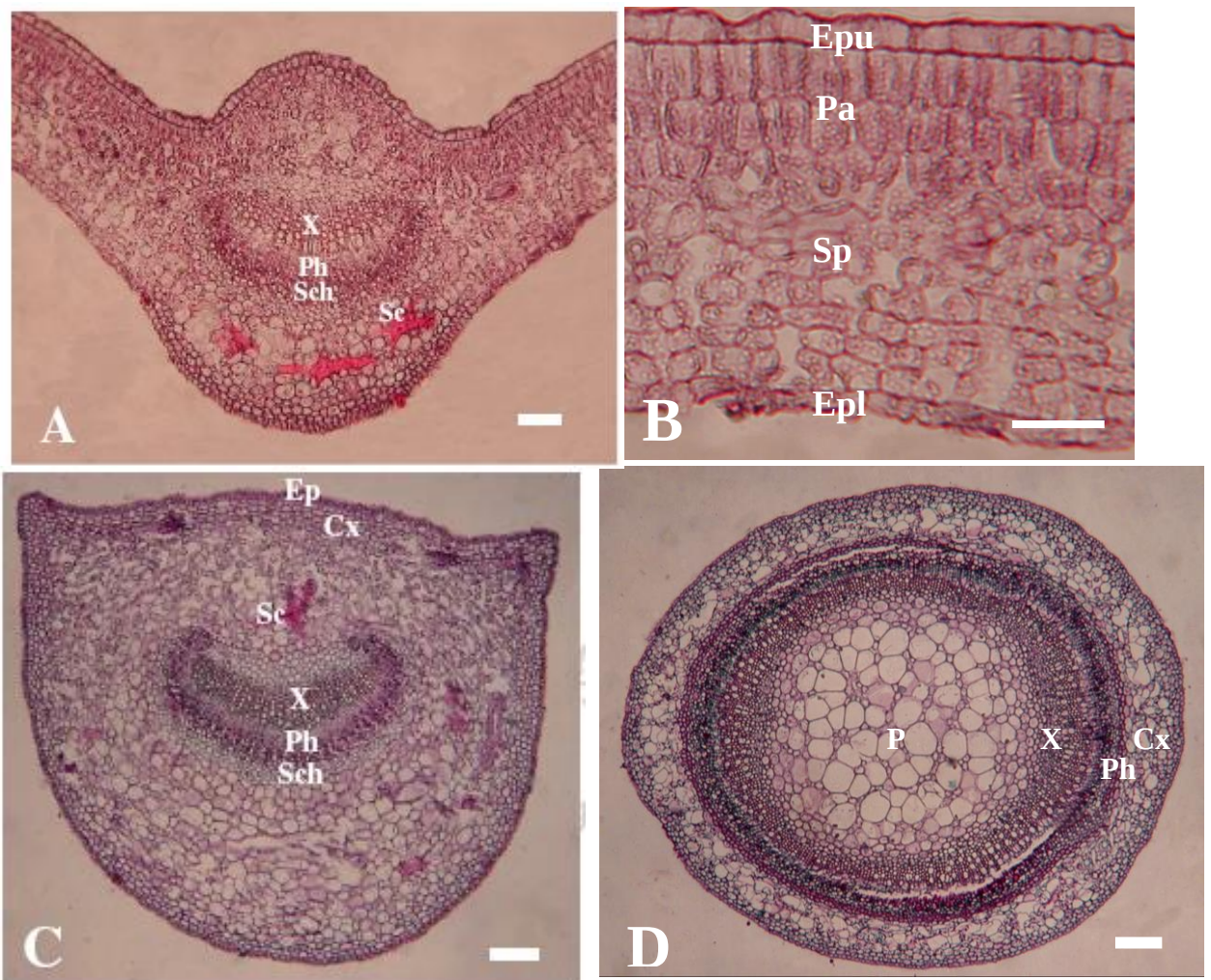
Fig. 11. The transverse section of blade, petiole and stem of Yung Kang wild tea

A: Mid-rib; B: Blade; C: Petiole; D: Stem; Epu: upper epidermis;

Pa: palisade tissue; Sp: spongy tissue; Epl: lower epidermis;

Ep: epidermis; Cx: cortex; Sc: sclereids; Sch: Sclerenchyma fiber; Ph: phloem;

X: xylem; P: pith (bar=5μm)



圖十二、青心烏龍葉片、葉柄及莖橫切面

A：中肋；B：葉片；C：葉柄；D：莖

Epu：上表皮；Pa：柵狀組織；Sp：海綿組織；Epl：下表皮；Ep：表皮；Cx：皮層；

Sc：厚壁細胞；Sch：厚壁纖維；Ph：韌皮部；X：木質部；P：髓

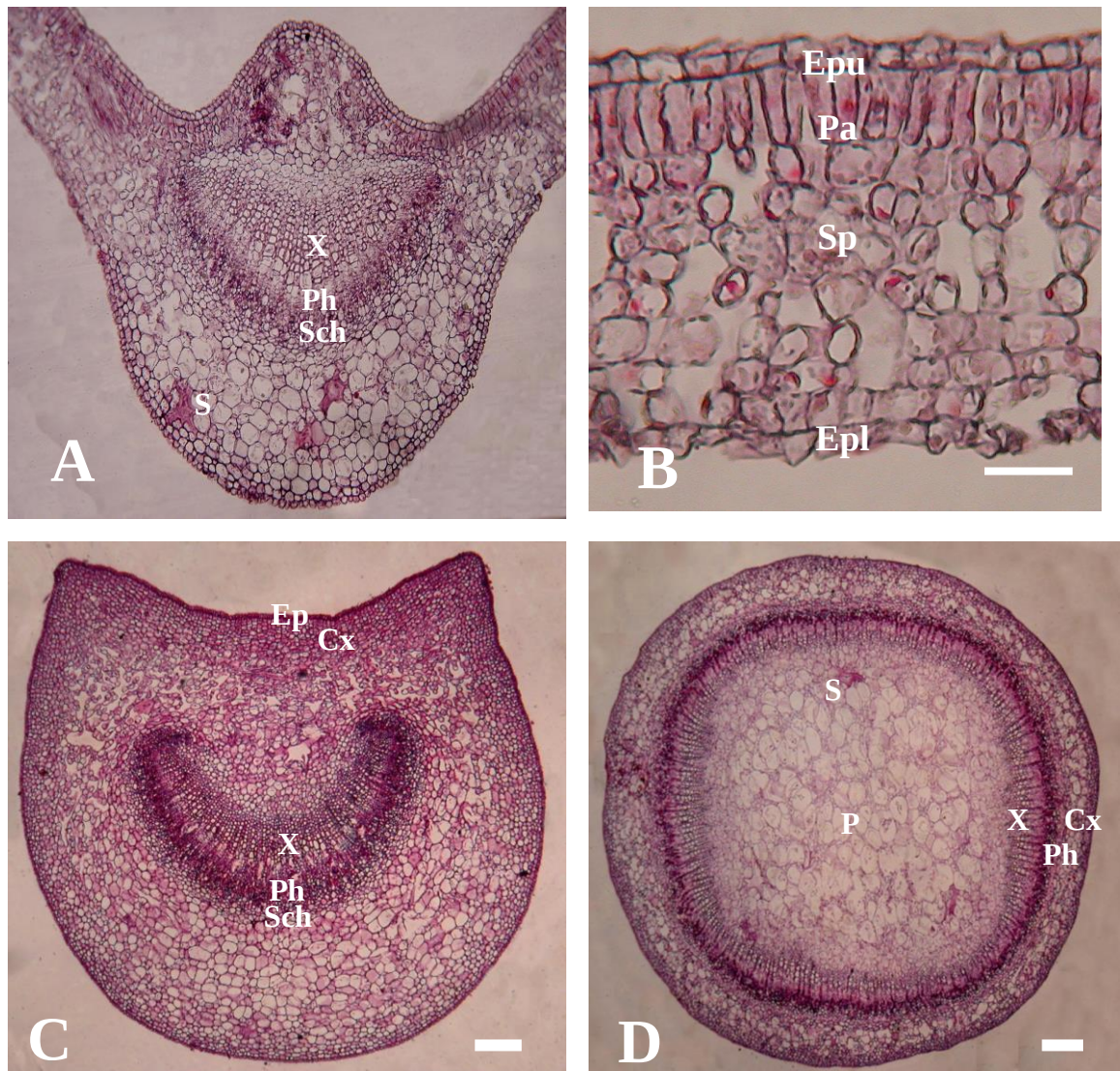
Fig. 12. The transverse section of blade, petiole and stem of Chin-Shin-Oolong

A: Mid-rib; B: Blade; C: Petiole; D: Stem; Epu: upper epidermis;

Pa: palisade tissue; Sp: spongy tissue; Epl: lower epidermis;

Ep: epidermis; Cx: cortex; Sc: sclereids; Sch: Sclerenchyma fiber; Ph: phloem;

X: xylem; P: pith (bar=5μm)



圖十三、台茶 8 號葉片、葉柄及莖橫切面

A：中肋；B：葉片；C：葉柄；D：莖

Epu：上表皮；Pa：柵狀組織；Sp：海綿組織；Epl：下表皮；Ep：表皮；Cx：皮層；

Sc：厚壁細胞；Sch：厚壁纖維；Ph：韌皮部；X：木質部；P：髓

Fig. 13. The transverse section of blade, petiole and stem of TTES No.8

A: Mid-rib; B: Blade; C: Petiole; D: Stem; Epu: upper epidermis;

Pa: palisade tissue; Sp: spongy tissue; Epl: lower epidermis;

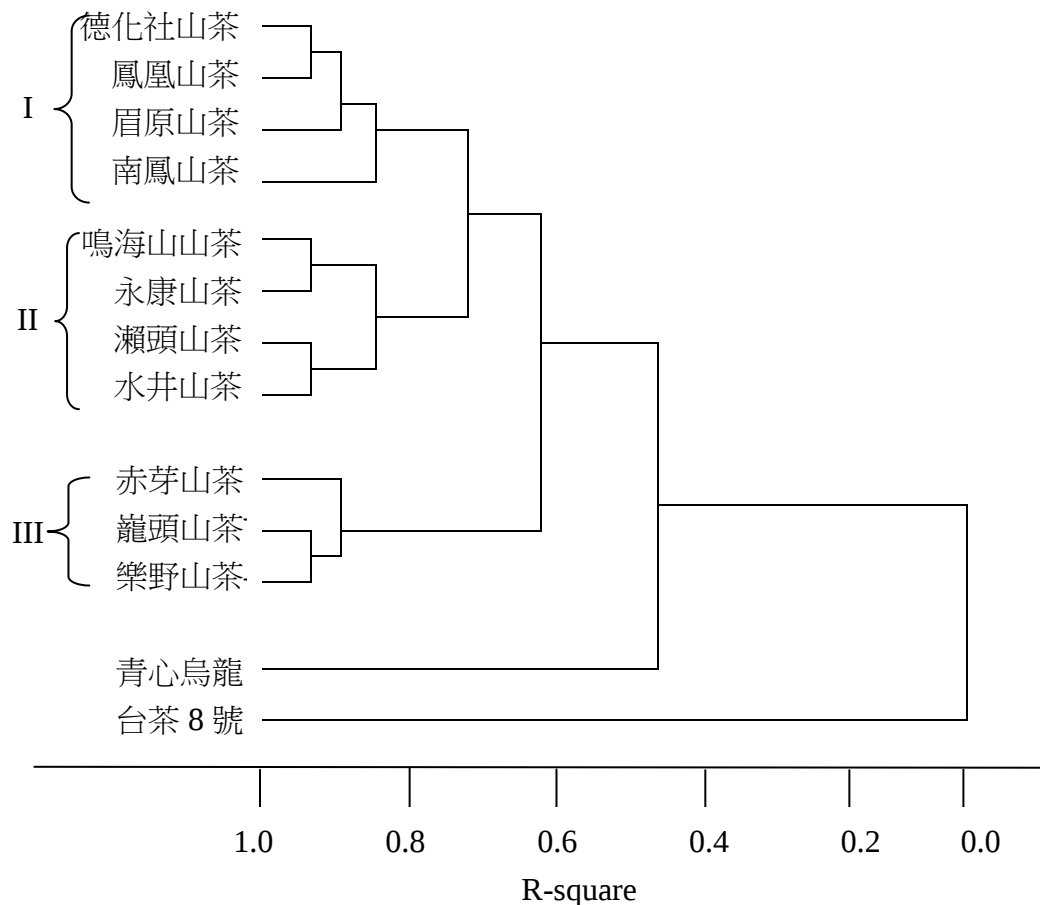
Ep: epidermis; Cx: cortex; Sc: sclereids; Sch: Sclerenchyma fiber; Ph: phloem;

X: xylem; P: pith (bar=5μm)

四、集群分析

利用 UPGMA 集群分析，繪出樹狀關係圖（圖十四）。集群分析結果可將 13 個收集系分為三群：第一群為野生山茶群（11 個收集系），第二群為青心烏龍 1 收集系，第三群為台茶 8 號 1 收集系；野生山茶群又可區分為 III 次群。依性狀特徵可看出：第 I 次群德化社山茶和南鳳山山茶的柵狀細胞層數為 1~2 層排列，另 2 個收集系為 1 層排列，南鳳山山茶葉部石核細胞較其他 3

個收集系為大。第 II 次群永康山茶柵狀細胞長度較鳴海山山茶長；而瀨頭山茶、水井山茶，其表皮細胞、柵狀細胞及海綿細胞明顯較其他山茶為大，且柵狀細胞層數為 1~3 層，故可區分為一群；第 III 次群赤芽山茶的柵狀細胞及海綿細胞密度較另 2 個收集系密。



圖十四、台灣山茶及茶 13 收集系 UPGMA 集群分析之樹狀關係圖

Fig. 14. Dendrogram of UPGMA cluster analysis in 13 accessions of *Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze f. *formosensis* Kitamura

討 論

組織解剖特徵很多，僅針對有差異之性狀討論之，在表皮細胞所觀察的 13 個收集系中，上下表皮細胞大小以瀨頭和水井山茶最大，其餘差異不明顯，下表皮呈不規則波浪狀排列，氣孔密佈。在柵狀組織細胞層數，所觀察的材料中，台灣山茶收集系的柵狀細胞大部分為 1 層排列，偶爾有 1 至 2 層排列，或 1、2 層互相穿插排列，如德化社山茶、南鳳山山茶，而瀨頭山茶、水井山茶有 1 至 3 層排列，柵狀組織及海綿組織大小以瀨頭和水井山茶最大，其餘差異不明顯，葉部石核細胞觀察發現其分佈於中肋附近較多，而在葉肉組織較少或全無，其形態方面，台灣山茶收集系與 2 栽培種皆包含似樹枝狀及似星狀的石核細胞。而在葉柄和莖的方面，以瀨頭山茶和水井山茶差異較明顯，其葉柄和莖，經觀察其石核細胞較多，且細胞含有未知的紅色物質。

本調查結果與吳等(1965)、楊(1995)、蘇(2007) 做一比較，石核細胞形態無法被用來做為分群之用。在石核細胞密度方面，研究發現 2 栽培種與台灣山茶收集系除了瀨頭水井山茶外，石核細胞密度不一，每一收集系有些密度高有些密度低或全無，與吳等(1965) 觀察石核細胞密度多

寡可做為分類依據並不一致，推測石核細胞密度多寡是做為種間判別依據，對於種內則無法判別，從瀨頭和水井山茶就可看出與其他台灣山茶比較，其分佈密度較高。

綜合吳(1968)、蘇(2007) 與本研究資料可知台灣山茶收集系具有 2 層柵狀組織情況發生，由柵狀細胞層數可做為大葉種與小葉種分類的依據 (吳，1968)。觀察發現台灣山茶收集系大都屬於 1 層排列由此可知台灣山茶大都屬於大葉種。

瀨頭山茶與水井山茶由內部解剖觀察發現其上表皮細胞長寬、柵狀細胞長寬、海綿細胞長寬、下表皮細胞長寬均較其它台灣山茶收集系有明顯差異，且外部農藝性狀也與其它台灣山茶不一樣，其不同處在於頂芽有苞葉、芽茸毛稀疏、芽和莖紫紅色、葉厚、葉形似茉莉葉具立體感，由此可認定瀨頭和水井山茶已分化，與台灣山茶其他收集系是不同生態型，而蘇(2007)經由鑑定確認瀨頭和水井山茶及赤芽山茶皆為垢果山茶 (*C. furfuracea*) 而非台灣山茶。但蔡(2003)、胡(2004)和蘇(2007) 利用分子和葉部形態去分群，都把赤芽山茶、瀨頭山茶和水井山茶歸為一群。本研究瀨頭山茶和水井山茶歸屬同一群，但赤芽山茶不同群，故還有待進一步探討的必要。

台灣雖為一小島但北、中、南、東部地域間之氣候條件仍有明顯差異，研究發現，由台灣各地區的台灣山茶，在同一環境下栽培，其外部性狀有差異，以芽色來看，南投地區呈綠帶黃色，嘉義地區除了赤芽山茶綠帶紅色，其餘綠帶黃色 (瀨頭、水井山茶除外)，高雄地區綠帶黃色，台東地區綠帶黃色；芽茸毛則南投地區除了德化社山茶披茸毛，其餘光滑無毛，嘉義地區除了赤芽山茶和巔頭山茶披茸毛，其餘光滑無毛 (瀨頭、水井山茶除外)，高雄地區光滑無毛，台東地區則披茸毛 (陳等，2007 a)。子房茸毛，南投地區除了德化社山茶披茸毛外，其餘光滑無茸毛，嘉義地區除了赤芽山茶外，其餘則披茸毛，高雄地區則光滑無毛，台東地區也光滑無毛 (陳等，2007 b)。因此也說明了在不同地區環境條件影響下，台灣山茶之外部形態已有分化之現象特殊，亦即不同地區之台灣山茶之表現型具有差異存在。而由內部解剖結果，發現台灣山茶收集系在內部構造上已分化產生差異。台灣山茶大致分佈於海拔 700 至 1650 公尺，而試驗所使用的材料均取自茶業改良場魚池分場，但是各收集系原始的取樣地之生態環境，如土壤結構、溫度、雨量及周圍的植生等，因此台灣山茶不同地區之收集系已產生生態型的分化。

廣泛豐富的種原是作物遺傳改良的基礎，因此如何維持種原的遺傳多樣化一直是種原保育與育種人員工作的目標。在植物種原的收集、保存、調查等在育種上也佔有絕對重要地位。台灣山茶包含了很廣泛的遺傳資源，1999 年魚池分場就培育出以緬甸大葉種 Burma (B-729) 和台灣山茶 (B-607) 雜交出的優良後代-台茶 18 號 (紅玉)，具有肉桂香及薄荷香，獲得市場極為熱烈反應，目前雖有設立保護區，但仍需要大家多留心及保護，以免寶貴的遺傳資源遭到破壞。

參考文獻

1. 王兩全、馮鑑淮、林木連、陳右人、何信鳳、邱再發.1990.台灣野生茶樹種原保存及其利用(二).行政院農業委員會 79 年度自然文化景觀報告第 025 號。
2. 史樺、陳永盛、楊守國、石振源、廖增祿.1972.台灣南投野生茶樹調查報告(I).台灣農業 8(4): 193-201。
3. 何信鳳、王兩全.1984.台灣野生茶樹之蒐集.臺灣茶業研究彙報 3: 133-155。
4. 吳振鐸.1964.茶樹新梢茸毛形態變異及其遺傳的研究.中華農學會報新 47: 1-22。
5. 吳振鐸.1968.茶樹葉部解剖及其與茶葉品質的關係研究.中華農學會報新 64: 29-44。
6. 吳振鐸.1980.台灣農家要覽(上)--茶葉. pp. 509-515. 台北：豐年社。
7. 吳振鐸、馮鑑淮、蔡俊明.1965.茶樹葉部石核細胞的形態與分佈及其與茶葉品質的關係研究.中華農學會報新 52: 42-63。
8. 吳振鐸、馮鑑淮、蔡俊明.1972.台灣眉原山野生茶樹形態之觀察(II).台灣農業季刊 8: 133-160。
9. 吳振鐸、賈雲翔、馮鑑淮、蔡俊明.1970.台灣眉原山野生茶樹形態之觀察(I).台灣農業季刊 6: 1-13。
10. 周鍾瑄.1962.諸羅縣志. p.295. 台北：台灣銀行經濟研究室編。
11. 邱垂豐、林金池、黃正宗.2006.臺茶 18 號，台灣野生茶樹介紹.茶業改良場魚池分場七十週年

- 紀念專刊. pp. 38-51. 南投：茶業改良場魚池分場。
12. 胡智益.2004.台灣茶樹種原葉部性狀及 DNA 序列變異之探討.國立台灣大學農藝系碩士論文(未出版)。
 13. 郭輝.1970.巴達維亞日記第二冊. p.456. 台北：台灣省文獻委員會。
 14. 陳右人.2006.台灣茶樹育種.植物種苗 8(2): 1-20。
 15. 陳柏儒、邱垂豐、林金池、葉茂生.2007 a.台灣山茶收集系芽與葉片農藝性狀變異的研究.農林學報。(印刷中)
 16. 陳柏儒、邱垂豐、林金池、葉茂生.2007 b.台灣山茶收集系花性狀與花粉形態變異的研究.臺灣茶業研究彙報 26: 73~87。
 17. 馮鑑淮、王兩全、林木連、陳右人、張清寬、邱再發.1991.台灣野生茶樹種原保存及其利用(三).行政院農業委員會 80 年度自然文化景觀報告第 005 號。
 18. 黃淑璫.1983.台海使槎錄. p. 62.台北市：成文出版社。
 19. 楊榮季.1995.台灣產 *Camellia* 屬植物之生藥學研究.私立台北醫學院藥學研究所博士論文(未出版)。
 20. 蔡依真.2003.台灣茶樹種原遺傳歧異度研究與分子指紋之建立.國立台灣大學農藝系碩士論文(未出版)。
 21. 蔡淑華.1975.植物組織切片技術綱要. p. 72.台北：茂昌圖書有限公司。
 22. 鄭混元、范宏杰、陳信言、陳惠藏.2003.台東永康山野生茶樹調查及復育與製茶品質之研究.臺灣茶業研究彙報 22: 1-16。
 23. 嚴學成.1990.茶樹形態結構與品質鑑定. p. 273.北京：農業出版社。
 24. 蘇夢淮.2007.台灣山茶之分類研究.國立台灣大學生態學與演化生物學研究所博士論文(未出版)。
 25. Hsieh, C. F., L. K. Ling, and K. C. Yang. 1996. Theaceae. In “Flora of Taiwan (2nd ed.) ”, ed. Editorial Committee of the Flora of Taiwan, pp. 662-693. Taipei: NTU..

Studies of Histological Variation of Blade, Petiole and Stem in Accessions of *Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze f. *formosensis* Kitamura

Bo-Ru Chen¹ Chui-Feng Chiu² Jin-Chih Lin³ Mau-Shing Yeh⁴

Summary

In this study the histological variation of blade, petiole and stem of 13 accessions including 11 wild tea of *Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze f. *formosensis* Kitam. and 2 cultivars were investigated. The results are summarized as follows :

According to the layer of palisade cells, the mostly accessions of *Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze f. *formosensis*, palisade cells showing one layer of cylinder-shaped cells, belonging to *assamica* group, except De Hua She wild tea, Nan Fong wild tea (1~2 layers), and Lai Tou wild tea, Shuei Jing wild tea (1~3 layers). Petiole and stem structure of wild tea accessions are not obvious difference, except Lai Tou wild tea and Shuei Jing wild tea. Anatomy in upper epidermis cells length and width, palisade cells length and width, sclerids distribution of Lai Tou wild tea and Shuei Jing wild tea were especially different from other accession, which were shown to be an ecotype differentiation.

Based on the UPGMA cluster analysis revealed these 13 accessions could be divided into three groups. Group 1 included 11 accessions of wild tea. It could be further divided into three subgroup. Subgroup I included De Hua She wild tea, Fong Huang wild tea, Mei Yuan wild tea, and Nan Fong wild tea. Subgroup II included Min Ghai wild tea, Yung Kang wild tea, Lai Tou wild tea, and Shuei Jing wild tea. Subgroup III included Chih Ya wild tea, Long Tou wild tea, and Le Ye wild tea. Group 2 included Chin-Shin-Oolong, Group 3 included TTES No.8 only.

Key words: *Camellia sinensis* f. *formosensis*, Accessions, Variation, Histology.

1. Graduate Student, Department of Agronomy, National Chung-Hsing University, Taichung, Taiwan, R.O.C.

2. Senior Agronomist, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan.

3. Director, Yuchih Branch, Tea Research and Extension Station, Nantou, Taiwan.

4. Professor, Department of Agronomy, National Chung-Hsing University.

*Corresponding author.

枝條留養日數與剪枝位置對季節間茶樹芽葉生育及產量分佈之影響

鄭焜元 范宏杰¹

摘 要

本試驗主要目的在於探討不同留養日數及同一枝條不同位置剪枝後對茶樹芽葉生育及產量的影響程度，藉以了解全年各茶季產量分佈的情形，做為留養日數及剪枝位置之參考依據。本研究於 2001 至 2002 年在台東縣鹿野鄉龍田台地，茶業改良場台東分場台茶 12 號茶園進行。試驗設計採裂區設計，主區為留養日數，試驗處理分為枝條留養 90 天（二季）及 165 天（三季），副區為剪枝位置，包括（A）枝梢綠色嫩枝條處剪枝，（B）黃綠色稍微木質化枝條處剪枝，（C）紅褐色枝條與黃綠色枝條交接處剪枝，（D）紅褐色木質化枝條處剪枝，（E）褐色木質化枝條處剪枝（對照）。由試驗結果顯示，剪枝位置對萌芽期有比較明顯的影響，而留養日數則對採摘期影響明顯，以枝條留養二季有較佳的產期。剪枝位置愈深其茶芽呈現細小的趨勢；但對葉片性狀影響不大；枝條留養三季之茶芽較為粗大，而且葉片性狀之葉長與寬亦大於留養二季，茶季間以晚冬早春及夏茶季差異最明顯。不論剪枝位置，兩種枝條留養日數之萌芽密度均隨茶季而有增加的趨勢，萌芽密度亦隨剪枝位置愈深呈現遞增的趨勢，而且隨著剪枝次數有增加的現象，以留養二季高於留養三季，茶季間有相同的趨勢。剪枝位置愈深其百芽重則有較輕的趨勢，以留養二季低於留養三季。秋冬茶季隨剪枝愈深，芽葉產量呈現遞增的現象，至晚冬早春茶季已呈現相反之趨勢，春夏茶季已明顯呈現遞減的現象，兩種留養日數有相同的趨勢。枝條留養確實可提高春冬茶產量，而且以留養二季呈現明顯的影響；由於春冬茶價較高，產量與茶價優勢使產值增加，有助於主力茶季之獲利。從產量在季節間的分佈，是以留養二季較具優勢。茶樹留養後於嫩梢(A)或黃綠色稍微木質化枝條處剪枝(B)是有利於調節茶樹產量在春冬茶季的分佈。

關鍵字：茶樹、產量、產期、留養日數、剪枝位置

1.行政院農業委員會茶業改良場台東分場 副研究員兼茶作課長、副研究員兼製茶課長。台灣 台東縣。

前 言

夏季茶樹枝條留養栽培管理模式，是指夏茶及六月白生長的芽葉不進行採摘，放任茶樹枝葉繼續自然生長，經過一段時間再行剪枝稱之，現已成為普遍的茶園管理模式。茶樹新梢係由營養芽發育而成，新梢增粗長大老熟即為枝條。由於夏茶季節的氣溫較高且日照充足，枝條生長旺盛，非常適合枝條留養，培育樹勢，以形成具優勢之茶樹冠面，來供給全年茶葉生產之用，並且兼具調節產量及分散產期的作用。茶樹產期調節其目的為符合市場的供需，其次為考量茶價及品質，夏秋茶品質低於春冬茶，而且茶價較低，為降低生產成本，不進行採摘，可以分散產期及調節季節間產量的分佈，又可提高春冬茶及晚冬（冬片）早春茶產量（馮，1997；鄭等，2007）。茶樹品種間枝條留養的差異，在於品種特性，青心烏龍在夏季易遭受旱害及枝枯病，不行採摘有利於其渡過炎熱的茶季；台茶 12 號主要著眼於市場的供需而來調節生產量。在東部茶區氣溫高、日照強，茶樹年生長期長，全年無休，採摘次數多達 6-7 次（鄭，1995）。若沒有適度的休養時間，茶樹容易發生早衰現象，其中以樹勢較弱的青心烏龍最為明顯，其栽植年限有逐漸縮短的現象，為了顧及經濟栽培年限，所以茶樹枝條留養為相當重要的茶園管理方式。夏季茶樹枝條留養能夠培育強壯的枝條，擴大樹冠面，培養樹勢，渡過夏季高溫炎熱之季節，避免乾旱的危害，增加春冬茶產量，調節產期及產量，降低生產成本，枝葉又能回歸土壤，循環利用自然資材（邱及蔡，1999；蔡，1998）。由於茶樹剪枝管理模式的改變，由原本的冬季剪枝作業改為夏茶留養枝條剪枝方式，將枝條留養後再逐層往下剪枝，以致沒有明顯的冬季剪枝，不易利用冬季剪枝時期來分散產期，需往前估算剪枝時期來調節春冬茶產季，即夏茶留養後剪枝前就應估算全年產期以決定剪枝日期。依其剪枝時期的早晚，可獲得的採收模式有春冬茶採收四次，即早春、春、冬及晚冬茶；另為春冬茶採收三次，即一為冬、早春及春茶，二為冬、晚冬及春茶（鄭等，2007）。夏茶留養後在黃綠色稍微木質化枝條處剪枝，在晚冬茶及早春茶生產上可獲較高的效益，所以利用夏季剪枝時期調節冬茶及晚冬茶產期為最經濟有效的方法（馮，1996、1997、1999；鄭等，2007；鄭及范，2007a、b）。茶樹枝條留養日數與剪枝位置造成枝條的粗細，也影響季節間芽葉生育及產量的分佈（鄭及范，2007a、b）。茶樹枝條依其成熟差異，同一枝條不同部位有深褐色、黃綠色、綠色已木質化及綠色稍微木質化之別，其成熟度呈現明顯的差異（蔡，1986；蔡及陳，1991），即俗稱紅骨與青骨枝條。茶農於枝條留養後在不同位置進行剪枝作業，雖然會考慮全年茶葉生產及樹勢強弱，但大部分生產者僅憑經驗來調整剪枝位置，並沒有一致的剪枝方式，由於不同位置其枝條成熟度的差異會造成剪枝後茶芽萌發生長及產量均受影響，進而影響全年產量的分佈。而且留養日數長短亦影響茶樹產期及產量，適當的留養期不但能培育健康的枝條，同時有利於全年的茶園管理監控，減少生產成本。因此本試驗主要目的在於探討不同留養日數及同一枝條不同位置剪枝後對茶樹芽葉性狀及產量的影響程度，藉以了解全年各茶季產量分佈的情形，做為枝條留養日數及剪枝位置之參考依據。

材料與方法

一、材料

本試驗於 2001 至 2002 年在台東縣鹿野鄉龍田台地(北緯 22°54'37", 東經 121°07'25", 海拔 175 m) 茶業改良場台東分場十六年生茶園之台茶 12 號進行。

二、方法

(一) 枝條留養期

首先選擇同一茶園規劃兩種枝條留養時間, 藉以達到留養期長短之差異。兩種枝條留養處理方式, 一為枝條留養期較短, 從 5 月 11 日至 8 月 23 日為留養期, 留養茶季為夏茶及六月白二季, 留養日數 90 天; 另為枝條留養期長, 從 3 月 5 日至 8 月 23 日為留養期, 留養茶季為春茶、夏茶及六月白三季, 留養日數 165 天。

(二) 剪枝部位之處理

兩種不同之留養期茶樹, 同時於 8 月 23 日(處暑)在枝條成熟度不同的位置實施剪枝部位處理, 包括: (A) 枝梢綠色嫩枝條處剪枝, (B) 黃綠色稍微木質化枝條處剪枝, (C) 紅褐色枝條與黃綠色枝條交接處剪枝, (D) 紅褐色木質化枝條處剪枝及 (E) 褐色木質化枝條處剪枝(對照)。

(三) 試驗設計

試驗設計採裂區設計, 主區為留養日數, 副區為剪枝位置, 重複四次, 共 400 欖茶樹。

(四) 調查項目

調查項目包括各茶季茶樹萌芽期、採摘期、芽葉性狀、萌芽密度、百芽重、產量。同時調查剪枝前後植株性狀之樹高、樹冠、枝條長度與枝徑粗細。留養期係指茶樹枝條留養期間, 於剪枝前調查茶樹植株性狀。調查芽葉農藝性狀依茶業改良場茶樹育種程序(臺灣省茶業改良場, 1993) 所訂定之項目及方法調查。每一重複隨機取 10 個芽葉調查。

1、產期性狀

(1) 萌芽期: 樹冠茶芽萌發達 70% 左右為萌芽日期。

(2) 採摘期: 一心四至五葉或一心五至六葉達 70% 為採摘適期。

2、茶芽性狀

(1) 芽長: 量測全芽長度, 由芽葉基部至頂端之長度。

(2) 採摘芽長: 量測一心三葉茶芽之枝葉基部至頂端長度。

(3) 葉片數: 計算茶芽之葉片數。

(4) 節間徑: 第二及第三節間枝梗直徑。

(5) 節間長: 第一葉腋至第二葉腋及第二葉腋至第三葉腋之長度。

3、葉片性狀

- (1) 葉長：測量第二葉、三葉片最長之長度。
- (2) 葉寬：測量第二葉、三葉片最寬之寬度。
- (3) 葉面積：葉長×葉寬×0.7。
- (4) 葉厚：以厚度計測量葉片中間主脈兩旁厚度。

4、植株性狀

- (1) 樹高：量測地面至枝條最高部位。
- (2) 樹寬：係調查茶樹枝葉擴展寬度，選擇樹冠生育整齊之茶櫟為調查點。
- (3) 枝條長：量測剪枝後枝條基部至頂端之長度。
- (4) 枝徑：以厚度計測量剪枝前枝條紅綠交接處及剪枝後枝條頂端節位之直徑。

5、產量性狀

- (1) 萌芽密度：以 30 cm×30 cm 密度框，量測計算樹冠中心茶芽數，隨機量取 3 處計算平均值。
- (2) 百芽重：測量 100 個採摘茶芽之鮮重。
- (3) 產量：茶樹產量為調查小區面積內的產量，換算為單株產量。

(五) 資料分析

上述調查資料先進行變方分析，處理間達 5%顯著差異時，再以最小顯著差異測驗法 (LSD) 比較各處理間之差異。

結果與討論

一、對萌芽及採摘期的影響

留養日數及剪枝位置對茶樹萌芽及採摘期之影響之結果如表一所示，茶樹枝條留養後於 8 月 23 日進行第一次剪枝，秋茶不同留養日數之萌芽期差異不大，不同剪枝位置則有比較明顯的差異，以剪枝愈深者，即枝徑較粗的部位，其萌芽期較晚，兩種留養日數有相同的變化，剪枝最深與最淺相差 4-5 天。但是，不同剪枝位置對秋茶採摘期並沒有明顯的影響，而留養日數的長短則會影響採摘期的早晚，以枝條留養三季其採摘期會延長 3-4 天。雖然剪枝位置會影響萌芽期之早晚，但萌芽期受留養日數的影響並不大；直至採摘期，反而以留養日數的影響大於剪枝位置。由於採摘期早晚的影響，以致影響冬茶的剪枝日期，因此枝條留養二季及三季分別於 10 月 4 日及 8 日進行剪枝，由冬茶萌芽期及採摘期來看，枝條留養三季受到剪枝日期的延後，其萌芽期及採摘期亦往後延遲，對其後各茶季皆有相同的影響，但隨著茶季其影響程度更加明顯，至夏茶不同留養日數的萌芽期與採摘

期可相差達 20 天及 28 天。

再由剪枝位置來看萌芽期及採摘期的差異，其影響程度會隨著茶季而逐漸遞減。從冬茶以後，不同剪枝位置之萌芽期僅相差 1-3 天，甚至不受剪枝位置的影響。枝條留養三季之採摘期，從晚冬茶之後就沒有明顯的影響，而枝條留養二季的採摘期，至夏茶已趨於一致（表一）。由上述結果顯示枝條留養日數的差異，對全年萌芽期及採摘期產生明顯的影響；而剪枝位置僅在秋冬茶季有比較明顯的影響，至晚冬早春茶季之後，其採摘期已不受剪枝位置所影響，而且萌芽期受剪枝位置的影響大於採摘期。不同的枝條留養日數確實會影響全年產期，從全年產期的分佈來看，以留養二季能獲得較佳的產期，春夏茶季提前，其茶菁價格亦較高，若產量相對提高，即可增加產值；此外，剪枝位置的不同對產期並沒有特別明顯的影響。馮（1997）指出 2 月 4 日立春前採摘俗稱晚冬茶或冬片，質優量少，春節前供應售價特別高，茶價高於早春茶，此兩季為重要之收入季節。而且產期與茶菁價格高低有著密切的關係，季節間茶價差異大時，其影響更加明顯，可以彌補晚冬早春茶產量低之劣勢（馮，1996、1997）。

二、對茶芽性狀的影響

由茶季、留養日數及剪枝位置之茶芽性狀，經綜合變方分析結果如表二，顯示芽長、採摘芽長、葉片數、節間徑、節間長在茶季及留養日數均呈現極顯著的差異。剪枝位置間之芽長、葉片數、節間徑有極顯著的差異。芽長、採摘芽長、葉片數、節間徑、節間長在茶季與留養日數均有極顯著交感。茶季與剪枝位置間芽長、葉片數呈極顯著交感。節間徑在留養日數與剪枝位置有顯著或極顯著交感。芽長、葉片數在茶季、留養日數與剪枝位置間有極顯著交感。留養日數間差異顯著乃由於留養二季 90 天五個剪枝位置平均芽長、採摘芽長、葉片數、節間徑、節間長低於留養三季 165 天。剪枝位置間差異顯著乃由於剪枝位置較深的二個留養日數平均芽長、採摘芽長、葉片數、節間徑、節間長低於剪枝位置較淺者。留養日數與剪枝位置之交感顯著，顯示不同留養日數在不同剪枝位置之芽長、採摘芽長、葉片數、節間徑、節間長也不相同。

茶芽性狀包括芽長、採摘芽長、葉片數、節間徑及節間長。不同留養日數及剪枝位置之茶芽性狀以茶季變化而言，整體來看，芽長、葉片數、節間徑呈現相同的變化趨勢。秋茶季以枝條留養三季之茶芽性狀優於留養二季，即茶芽較長及葉片數多；而剪枝位置間則沒有一致性的變化，以剪枝位置 B、C、D 生長較佳，即紅綠交接處及其上下 5 公分處剪枝，茶芽品質較佳。冬茶季除了節間徑，以留養三季優於二季，其他性狀在留養日數間則沒有明顯的差異，芽長、葉片數、節間徑則隨剪枝深度而有降低的現象。春茶季大致上與

秋茶季的茶芽性狀有相同的變化趨勢。但晚冬早春及夏茶季兩種留養日數茶芽性狀呈現明顯的差異，以留養三季生長較佳，其芽長較長，葉片數也較多，節間亦較長。留養日數與剪枝位置之採摘芽長及節間長的變化，整體而言可呈現以下的變化，不同留養日數之採摘芽長在茶季間互有高低，而剪枝位置間則沒有明顯的差異。秋冬及春茶季不同留養日數之節間長差異不明顯，剪枝位置間亦無明顯的差異。晚冬早春及夏茶季節間長以留養二季低於三季，剪枝位置間差異也不大（表三）。

由上述從不同留養日數及剪枝位置茶芽性狀的變化顯示，剪枝位置愈深茶芽有呈現細小的趨勢，而且隨著剪枝次數的增加，表現更為明顯。造成這種現象的原因可能在於枝條經過不斷的剪枝，以致呈現轉弱之現象，而且以枝條愈深之位置愈容易表現出其活力下降之現象，由枝條生育可看出愈深層部位，枝條有粗老褐化之現象，可能為影響茶芽生育不佳的因子。枝條留養三季之茶芽較為粗大，以晚冬早春及夏茶季最明顯，此二茶季之氣候環境常處於不穩定之狀態，為極易發生缺水的茶季，由茶芽生育顯示枝條留養時間較長，茶芽較為粗大，且生育情況較佳，顯示枝條留養三季在此氣候環境條件下較能發揮生長勢。另一方面可能是因為兩種枝條留養日數的產期不同，以致受到了氣候條件的影響，而表現出不同的茶芽生長狀況。因此，枝條生長程度及氣候環境均影響茶芽的生長，至於影響程度則不易區分。

三、對葉片性狀的影響

由茶季、留養日數及剪枝位置之葉片性狀，經綜合變方分析結果如表四，顯示葉長、寬、厚及面積在茶季及留養日數均呈現極顯著或顯著的差異。剪枝位置間之第三葉長、第二葉寬及第三葉厚有顯著或極顯著的差異。葉長、寬、厚及面積在茶季與留養日數均有極顯著交感。茶季與剪枝位置間第三葉長、第二葉寬、第二葉面積及第二、三葉厚呈顯著或極顯著交感。第二葉長、第二葉寬、第二葉面積及第二、三葉厚在留養日數與剪枝位置有顯著或極顯著交感。第二葉寬及第二、三葉厚在茶季、留養日數與剪枝位置有顯著或極顯著交感。留養日數間差異顯著乃由於留養二季 90 天五個剪枝位置平均葉長、寬及面積高於留養三季 165 天，葉厚則低於留養 165 天。剪枝位置間差異顯著乃由於剪枝位置較深二個留養日數平均葉長及葉厚低於剪枝位置較淺者，葉寬則高於剪枝位置較淺者。留養日數與剪枝位置之交感顯著，顯示不同留養日數在不同剪枝位置葉長、寬、厚及面積也不相同。

葉片性狀包括葉長、寬、厚及面積。不同留養日數及剪枝位置之葉片農藝性狀以茶季變化而言，整體來看，以枝條留養三季的葉片長度大於留養二季，葉寬有相同的趨勢，但在春茶季兩種留養日數並沒有太明顯的差異，而各茶季剪枝位置間之葉長及葉寬差異並不明顯。秋茶第三葉片厚度以留養三季大於二季，剪枝位置間差異則不明顯，另葉面積及第二葉片厚度在留養日數及剪枝位置沒有明顯的差異。冬茶、晚冬早春茶及夏茶季葉面積以留養三季大於二季，春茶季則為相反的趨勢；而葉面積幾乎不受剪枝位置的影響，各茶季呈現一致的趨勢。葉片厚度在冬茶季以留養二季小於三季，晚冬早春茶季則以留養二季大於三季，春夏茶季則不受留養日數的影響，各茶季剪枝位置間葉片厚度差異亦不明顯（表五）。

整體而言，從不同留養日數及剪枝位置葉片農藝性狀的變化顯示，剪枝位置對各項葉片農藝性狀並沒有非常明顯的影響，枝條留養二季或三季均呈現同樣的變化。枝條留養三季之葉片農藝性狀之葉長、寬與葉面積大於留養二季，而且以晚冬早春及夏茶季兩季節表現最明顯，兩種枝條留養日數葉片農藝性狀的變化與茶芽性狀有相同的結果；但其晚冬早春茶季之葉片厚度則呈現相反的趨勢，可能在於茶芽較短小，節間短，葉片小，容易對口，以致芽葉比較粗硬。

四、對植株性狀的影響

由茶季、留養日數及剪枝位置之茶樹植株性狀，經綜合變方分析結果如表六，顯示樹高、樹寬、枝條長及枝徑在茶季及留養日數有極顯著差異，剪枝位置間之樹高、樹寬、枝條長也有極顯著差異，而且在茶季與留養日數之樹高、樹寬、枝條長及枝徑則呈現極顯著交感。茶季與剪枝位置之樹高、枝條長及枝徑亦呈現極顯著交感。留養日數與剪枝位置間之樹高及枝條長有極顯著交感。樹高及枝徑在茶季、留養日數與剪枝位置有極顯著交感。留養日數間差異顯著乃由於留養二季 90 天五個剪枝位置平均樹高、樹冠、枝長及枝徑低於留養三季 165 天。剪枝位置間差異顯著乃由於剪枝位置較深二個留養日數平均樹高、樹寬、枝條長低於剪枝位置較淺者，枝徑則高於剪枝位置較淺者。留養日數與剪枝位置之交感顯著，顯示不同留養日數在不同剪枝位置樹高、樹寬、枝條長及枝徑也不相同。

留養日數與剪枝位置之各茶季樹形及冠面性狀變化列於表七，留養期間未剪枝前之樹高、樹寬、枝條長及枝徑在各處理區沒有明顯的差異。由此顯示試驗區枝條的生長呈現相當的一致性，可以增加試驗的準確度。枝條留養二季與三季則呈現不同的生長勢，無論樹高、樹寬、枝條長及枝徑，枝條留養三季皆大於留養二季。枝條留養後進行剪枝，剪枝後樹形的變化，以枝條留養三季之樹高、樹寬、枝條長及枝徑大於留養二季，以後逐季修剪，各個茶季也都有相同的趨勢；但樹高、樹寬、枝長則隨茶季而呈現遞減的現象，茶季間枝徑的變化則比較沒有一致性。剪枝位置處理間以樹高、枝長及枝徑具有明顯的差異，樹高及枝長隨著剪枝愈深而呈現遞減的現象，樹寬也有相同的趨勢，但減少幅度較為趨緩，枝徑則呈現遞增之現象，以留養二季有比較明顯的變化。本試驗係採用逐季往枝條下方剪枝方式，每個茶季皆需要剪枝，總共剪枝五次，此種剪枝方式是目前茶園慣用的剪枝模式。由於剪枝次數多，以致樹高及枝長產生明顯的變化，尤其在剪枝位置 E 處理，特別是留養二季的枝條，從冬茶後已相當短小，枝條生產力可能有逐漸衰弱之現象。又剪枝次數過於頻繁可能導致枝條產生傷口而易於感染病菌，特別是枝枯病的危害，以致樹勢變弱，容易造成茶樹提早衰老。因此茶樹枝條留養後初期不宜剪太深，保持較多的葉層以利全年茶葉生產。減少剪枝次數及培育全年可用的枝條長度也是枝條管理的方式之一。鄭及范（2007b）指出茶樹留養後於嫩梢(A)或黃綠色稍木質化枝條處（B）剪枝有利於調節茶樹產量在春冬茶季的分佈。

五、對芽葉產量的影響

由茶季、留養日數及剪枝位置之茶樹萌芽密度、百芽重及產量，經綜合變方分析結果如表六，顯示萌芽密度、百芽重及產量在茶季及留養日數有極顯著的差異，剪枝位置間之萌芽密度及百芽重也有極顯著或顯著的差異，而且萌芽密度、百芽重及產量在茶季與留養日數則呈現極顯著交感。茶季與剪枝位置間之萌芽密度及產量亦呈現極顯著交感。留養日數與剪枝位置之百芽重有顯著交感。萌芽密度在茶季、留養日數與剪枝位置有顯著交感。留養日數間差異顯著乃由於留養二季 90 天五個剪枝位置平均萌芽密度及產量高於留養三季 165 天；而百芽重普遍低於留養三季 165 天（表八）。剪枝位置間差異顯著乃由於剪枝位置較深的二個留養日數平均萌芽密度高於剪枝位置較淺者，百芽重則低於剪枝位置較淺者。留養日數與剪枝位置之交感顯著，顯示不同留養日數在不同剪枝位置百芽重也不相同。

從全年各茶季萌芽密度的變化來看，不論剪枝位置，兩種枝條留養日數之萌芽密度均隨茶季而有增加的趨勢，即隨著剪枝次數的增加，萌芽密度呈現逐漸累積的現象。各茶季萌芽密度均以留養二季高於留養三季，除了晚冬早春茶季沒有明顯差異外，其他茶季均呈現明顯的差異。從各茶季不同剪枝位置萌芽密度的變化來看，以秋茶、冬茶及晚冬茶萌芽密度隨剪枝深度而呈現明顯增加的趨勢，至春夏茶季則已趨平緩，兩種留養日數有相同的變化（表八）。由此結果顯示留養日數及剪枝位置均會影響萌芽密度的高低，留養時間愈長，其萌芽密度有降低的現象，而且隨著剪枝深度呈現遞增的趨勢，亦隨剪枝次數萌芽密度有增加的現象。不同留養日數萌芽密度的差異，可能在於枝條留養時間長短的不同，以致枝條成熟度有所差異所造成的結果。剪枝位置萌芽密度的差異，其可能原因在於枝條不同部位萌芽能力的差異所致。萌芽密度隨茶季而呈現逐漸遞增的現象，乃可能由於每季剪枝造成茶樹冠面枝條數目的增加，以致萌芽密度亦隨著增加，同時影響百芽重的高低。本試驗每季剪枝萌芽密度的變化與機採茶園有相似的結果。李（1991）調查機採茶園之萌芽密度亦隨著剪採次數而呈現明顯的增加。中野（1998）調查不同剪枝位置芽數的變化，顯示剪枝愈淺其芽數較低，而百芽重呈現較高之現象，認為主要在於剪枝較深之枝條側芽數目較多以致芽數增加。張等（2000）指出剪採次數多易形成密芽型，少則變成重芽型。

各茶季之百芽重的變化則不似萌芽密度變化明顯，並沒有隨著茶季而有明顯的增減現象。不同留養日數之百芽重以留養二季低於留養三季，其中以晚冬早春及夏茶季兩種留養日數百芽重的變化呈現比較明顯的差異，由此顯示枝條特性會影響百芽重的高低。此外，由於不同留養日數產期上的差異，以致茶芽生長期間所處的氣候條件並不相同，亦可能是影響的因素之一。剪枝位置愈深百芽重則有較輕的趨勢，但處理間變化並不大，兩種留養日數有相同的結果（表八）。本試驗結果與中野及谷（1993）、中野（1998）之結果相近。剪枝後能促進新梢生長，主要是因為減少光合作用面積，以致地上部對根系供應的糖分減少，同時也正因地上部減少，改變了根部原有營養和水分的分配關係，剪枝初期有抑制根

部的生長，並能促進地上部生長的作用，經過一段時間後，繁茂的枝葉又將促使根系的生長（劉，1985）。由上述百芽重的變化顯示，其變化不同於萌芽密度，呈現出相反的趨勢；而且百芽重受到留養日數及剪枝位置的影響程度小於萌芽密度。鄭（1999）指出從茶樹產量構成因子而言，百芽重對產量的影響程度是低於萌芽密度，而萌芽密度往往是決定產量高低的重要因子。百芽重與萌芽密度一般存在著負相關。

萌芽密度及百芽重是決定產量高低的重要因子，其在各茶季的變化亦影響產量。枝條留養後再進行剪枝，由各茶季的產量來看，留養二季以冬茶及春茶產量最高，秋茶次之，夏茶已較低，晚冬早春茶最低。留養三季則以春夏茶季有較高的產量，其次依序為冬茶、秋茶及晚冬早春茶。秋茶產量為剪枝後之初級反應，由於是第一次剪枝，剪枝面高，萌芽密度較低，產量在茶季的表現為中等。隨後之冬春茶產量，係從枝條下方再剪枝形成較具優勢的樹冠面，萌芽密度增加，因此產量在茶季間為最高。晚冬早春茶季氣溫低、日照弱，有時亦有缺水現象，氣候逆境因素多，以致產量的高低大受影響，而留養二季夏茶產量亦不高，在於逐季往下剪枝，枝條可能已弱勢化與老化，而且枝條長度已不足以提供生產使用，細枝多，芽數繁密，芽葉細小，都是可能造成產量較低的原因。枝條留養剪枝確實可提高春冬茶產量，而且以留養二季呈現明顯的影響；而春冬茶茶價是較高的，產量與茶價優勢以致產值增加，為主力茶季。晚冬早春茶價高，但產量低，影響因素多，首先須克服氣候上的逆境，才能獲得較高的產值。留養日數對產量的影響，秋冬茶季留養二季高於三季，晚冬早春及夏茶季則以留養三季略高於二季；而且晚冬早春茶不同留養日數有明顯的差異，春茶產量在兩種留養日數差異不明顯。由此顯示在氣候順境之秋冬茶季留養二季即可獲得較高的產量，而在氣候逆境之晚冬早春及夏茶季，留養三季則有較高的產量。從產期上的優勢來看，是以留養二季比較有利，而且留養培育枝條的時間不會過長，枝條沒有老化的現象，留養三季之產量主要分佈在春夏茶季，而春茶亦延後，因此從產量在季節間的分佈，是以留養二季較具優勢。因本試驗只有留養二季（90 天）及三季（165 天）兩個處理，尚無法得知最適留養日數，由枝條生長可知留養三季 165 天，枝條紅綠交接以下的部位已呈現粗老現象，顯然是留養時間過長造成的現象；而留養二季 90 天，至夏茶生產期枝條已不夠利用，可以再延長留養期，或留養期間加強管理促進枝條生長，因此留養期間並非放任生長不做管理工作，茶園留養期之病蟲害監控防治管理，亦是培育健康枝條的重要因素，留養後剪枝前枝梢芽葉亦可進行採製，如此即可多收一次。剪枝位置間以留養二季或三季在秋冬茶季隨著剪枝愈深，芽葉產量呈現遞增的現象，以留養三季比二季更加

明顯，留養二季至晚冬早春茶季已呈現相反之趨勢，唯剪枝位置並沒有顯著差異，而留養三季以剪枝位置 C 產量最高，但剪枝位置間亦無顯著差異，至春夏茶已明顯呈現遞減的現象，不同剪枝位置在兩種留養日數有相同的趨勢。留養二季及三季之春茶不同剪枝位置均沒有顯著的差異，至夏茶季留養三季剪枝位置間亦無顯著差異，但留養二季則呈現差異顯著，剪枝位置以 A、B 部位的產量明顯高於 C、D、E 部位（表八）。鄭及范（2007b）指出決定枝條留養後剪枝深淺不但要考慮全年茶樹產量的分佈，亦要從樹勢及栽培管理的因素來決定剪枝位置，因 D 及 E 處理初期剪枝較深，以致後期枝條粗老，不但影響茶樹樹勢，亦不利於茶菁品質，往往造成茶園管理的困擾。由此得知，在考慮剪枝深淺、樹勢及茶園管理的因素，所以茶樹留養後於嫩梢(A)或黃綠色稍微木質化枝條處剪枝(B)是有助於調節茶樹產量在春冬茶季的分佈。

結 論

茶樹枝條留養適期及留養期間的管理，包括病、蟲、草、肥管理，對於留養後樹勢的強弱具有明顯的影響，但往往於枝條留養期間被忽略。留養期間管理良好，可以擴大茶樹冠面，培育優勢的樹冠形態，減少行間裸露程度，方便日後茶園草類的管理。管理良好的健康茶樹比較不會受病蟲危害，在於其抵抗（免疫）力較強，其枝條青綠無雜物污染，而且有活力持嫩性強。因此，茶樹留養期間不但要注意留養適期，同時還要隨時注意枝條的生長情形，並留意病蟲害狀況適度的加以防治，掌握枝條的營養狀態，合理的補充肥分，使枝條能夠健康生育，適於多次剪修，利用於全年度茶葉生產。枝條留養期間需避免病蟲危害或氣候因素的影響，以保持頂芽優勢，防止側芽的生長。有些茶區只採收春冬兩季茶菁，枝條留養期長，必須更加特別注意留養期間枝條的健康情形，以培育優勢的冠面形態。所以枝條留養期間的管理即顯得相當重要，因有了健康的枝條，於剪枝後之各個茶季盡可能可以減少肥料及農藥的施用，以低投入的方式來管理茶園，不但可以降低生產成本，而且能為茶園生態環境的維護盡一份心力。

誌 謝

本研究承行政院農業委員會 90-農科-1.1.1-茶-T2、91-農科-1.1.1-茶-T2 補助經費，試驗期間並獲陳秀慧小姐、柯憲達及陳清海先生協助調查及分析工作。稿蒙中興大學葉茂生教授及茶業改良場陳玄副場長斧正，特此誌謝。

參考文獻

1. 李清柳.1991.青心烏龍茶園機採之技術改進研究--剪枝時期與剪採深度對各季產量之影響.台灣茶業研究彙報 10: 115-127。
2. 邱垂豐、蔡俊明.1999.茶樹不同停採處理對產量及品質之影響.茶業改良場年報 pp.45-48。
3. 張清寬、施金柯、陳坤龍.2000.名間茶區耕作管理模式之研究. I .剪枝時期與採摘次數對茶園經營效益之影響.台灣茶業研究彙報 19: 101-114。
4. 馮鑑淮.1996.東部冬季淺剪枝時期對早春茶萌芽生長及產量之影響.台灣茶業研究彙報 15: 11-24。
5. 馮鑑淮.1997.東部冬季淺剪枝時期對茶樹產期調整及產量之影響.台灣茶業研究彙報 16: 37-50。
6. 馮鑑淮.1999.東部茶區夏茶停採後應用剪枝時期調節冬茶產期及產量之研究.茶業改良場年報. pp. 60-66。
7. 臺灣省茶業改良場.1993.臺灣省茶業改良場茶樹育種程序.台灣茶業研究彙報 12: 147-154。
8. 蔡俊明.1986.插條成熟度對茶樹扦插生育及發根之研究.台灣茶業研究彙報 5: 45-50。
9. 蔡俊明.1998.茶樹剪枝管理.茶樹技術推廣手冊--茶作篇. pp. 151-162.台灣省茶業改良場編印。
10. 蔡俊明、陳右人.1991.枝條成熟度對青心烏龍與台茶 12 號茶樹扦插成活率之影響.台灣茶業研究彙報 10: 15-22。
11. 鄭混元.1995.東部茶區氣象條件對茶樹芽葉生育之影響.台灣茶業研究彙報 14: 47-64。
12. 鄭混元.1999.乾早期對茶樹農藝性狀及產量之影響研究.臺灣茶業研究彙報 18: 45-56。
13. 鄭混元、范宏杰.2007a.留養期長短與剪枝部位對台東地區茶樹生育及茶菁生產之影響.台灣茶業研究彙報 26: 39-50。
14. 鄭混元、范宏杰.2007b.夏季枝條留養後剪枝深淺對茶樹產量及產期之影響.台灣茶業研究彙報 26: 19-38。
15. 鄭混元、范宏杰、陳信言.2007.利用剪枝時期調節東部茶區茶樹留養與生產循環週期之技術研究.台灣茶業研究彙報 26: 1-18。
16. 劉熙.1985.茶樹生理與種植. pp. 295-313.台北市：五洲出版社。
17. 中野敬之.1998.三番茶不摘採園における秋整枝位置の高低が翌年の一番茶に及ぼす影響.茶研報 86: 19-29。
18. 中野敬之、谷博司.1993.三番茶不採茶園における秋整枝時期が冬芽の生育に及ぼす影響.茶研 78: 47-52。

Effects of Retention Day and Pruning Position on the Shoot Growth and Yield Distribution of Tea Tree among Seasons

Hun-Yuan Cheng Horng-Jey Fan¹

Summary

This experiment was conducted in order to investigate a series reaction of summer shoot retention time and pruning position in Taitung tea garden management system, to understand the whole year of distribution of tea yield. The experiment was proceeding from 2001 to 2002 at Lungteng, Luyeh district, Taitung, with TTES No.12. The retention day were 90 (two tea seasons) and 165 (three tea seasons) days, the pruning depth treatments included (A) softwood bottom of the green shoot, (B) yellowish-green lignified shoot, (C) reddish-brown with yellow-green shoot (D) reddish-brown shoot, (E) brown lignified shoot(CK), respectively. The results of the experiment showed that pruning position had more obviously effect on the burst date, while retention day had more effect on the plucking date, respectively, and 90 days retention day had better yield harvest date. The tea shoot showed short and small trend with heavier pruning position, but had little effect on leaf agronomic characteristics. The tea shoot of 165 days retention day was larger than that of 90 days retention day, and leaf agronomic characteristics had same trend. Late winter and early spring tea season were more obviously among tea seasons. Whatever pruning position, Shoot density tended to increase with tea season in two retention day. Shoot density was gradually increasing with the heavy pruning position, also with the pruning frequency. Shoot density of 90 days retention day was higher than that of 165 days retention day. Among tea seasons had the same trend. The 100 shoot weight of heavy pruning was lighter, and 90 days retention day was lower than that of 165 days retention day. The shoot yield tended to increase on the autumn and winter tea seasons, late winter and early spring tea seasons was conversely. Shoot yield of spring and summer tea season showed reduced phenomenon in both two retention management models. Shoot retention day was actually increase yield of spring and winter crop, and 90 days retention day treatment not only had obvious effect, but also had higher price. Because spring and winter crop were the dominant crops of all season, yield and price of tea got advantage, meant that tea production value was increased, From tea yield distribution among tea seasons, 90 days retention day was more advantage in benefit. The A and B treatments was advantageous on the regulation of yield distribution between spring and winter tea season.

Key words: Tea tree, Yield, Harvest date, Retention day, Pruning position

1. Associate Agronomist, Associate Biochemist, Taitung Branch, Tea Research and Extension Station, Taitung, Taiwan, R.O.C.

表一、留養日數及剪枝位置對茶樹萌芽期及採摘期之影響(2001-2002)

Table 1. Effects of retention day and pruning position on the burst date and plucking date of tea tree

茶季	剪枝位置	剪枝日期		萌芽期		採摘期	
Tea	Pruning	Pruning date		Burst date		Plucking date	
season	position	S	L	S	L	S	L
-----Month/day-----							
秋茶 Autumn	A	8/23	8/23	9/8	9/8	10/4	10/8
	B	8/23	8/23	9/9	9/9	10/4	10/8
	C	8/23	8/23	9/10	9/11	10/3	10/8
	D	8/23	8/23	9/11	9/12	10/3	10/7
	E	8/23	8/23	9/12	9/13	10/3	10/7
冬茶 Winter	A	10/4	10/8	10/24	10/28	11/19	11/27
	B	10/4	10/8	10/24	10/28	11/19	11/27
	C	10/4	10/8	10/25	10/29	11/18	11/27
	D	10/4	10/8	10/25	10/30	11/17	11/26
	E	10/4	10/8	10/26	10/30	11/17	11/26
晚冬或 早春茶 Late W. or Early S.	A	11/19	11/27	12/18	1/16	1/24	2/18
	B	11/19	11/27	12/19	1/16	1/24	2/18
	C	11/19	11/27	12/19	1/17	1/22	2/18
	D	11/19	11/27	12/20	1/17	1/22	2/18
	E	11/19	11/27	12/21	1/18	1/22	2/18
春茶 Spring	A	1/24	2/18	2/14	3/6	3/21	4/9
	B	1/24	2/18	2/14	3/9	3/21	4/9
	C	1/24	2/18	2/15	3/9	3/19	4/9
	D	1/24	2/18	2/15	3/8	3/19	4/9
	E	1/24	2/18	2/16	3/8	3/19	4/9
夏茶 Summer	A	3/19	4/9	4/6	4/26	4/30	5/28
	B	3/19	4/9	4/6	4/26	4/30	5/28
	C	3/19	4/9	4/6	4/27	4/30	5/28
	D	3/19	4/9	4/7	4/27	4/30	5/28
	E	3/19	4/9	4/8	4/27	4/30	5/28

A: Softwood bottom of the green shoot, B: Yellowish-green lignified shoot, C: Reddish-brown with yellow-green shoot, D: Reddish-brown shoot, E: Brown lignified shoot (CK)

S: 90 days retention (枝條留養 90 天，二季),

L: 165 days retention (枝條留養 165 天，三季)

Late W.: Later winter, Early S.: Early spring

表二、留養日數及剪枝位置茶樹茶芽性狀之變方分析 (F 值)

Table 2. Analysis of variance (F value) for the shoot characteristics of tea tree in retention day and pruning position

變因 Source of variance	自由度 df	芽長 Flush length	採摘長 Tea bud length	葉片數 Leaf number	節間徑 Internode diameter		節間長 Internode length	
					一	二	一	二
					1st	2nd	1st	2nd
TS	4	177.8***	218.7***	91.3***	35.3***	53.0***	115.7***	134.7***
RD	1	562.0***	270.4***	649.3***	128.0***	126.2***	165.2***	221.5***
TS×RD	4	66.0***	118.6***	111.2***	7.2***	10.3***	73.5***	101.6***
PP	4	11.6***	0.7	40.8***	14.8***	15.4***	1.1	0.6
TS×PP	16	2.4**	1.3	2.9***	0.7	0.4	1.3	0.9
RD×PP	4	0.4	0.7	0.9	3.6**	2.6*	1.0	0.4
TS×RD×PP	16	2.5**	0.7	2.7***	0.5	0.4	1.0	2.2

TS: Tea season (茶季), RD: Retention day (留養日數), PP: Pruning position (剪枝位置)

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

表三、留養日數及同剪枝位置對台茶 12 號茶樹茶芽性狀之影響（2001-2002）

Table 3. Effects of retention day and pruning position on the shoot characteristics of tea tree

茶季 Tea seasons	剪枝位置 Pruning position	芽長 Flush length		採摘芽長 Tea bud length		葉片數 Leaf number	
		S	L	S	L	S	L
		----- (cm) -----				(no.)	
秋茶 Autumn	A	16.0d	19.7bc	6.5bc	6.8abc	5.4de	5.8bc
	B	15.9d	22.4a	6.5bc	7.1a	5.4de	6.3a
	C	19.2bc	20.2ab	6.6bc	6.8abc	5.7bcd	5.9abc
	D	20.3ab	21.2ab	6.8abc	6.9ab	5.5cde	6.0ab
	E	17.5bcd	19.9bc	6.4c	6.8abc	5.3e	5.7bcd
冬茶 Winter	A	22.7a	20.3ab	7.1a	7.2a	5.4ab	5.2abcd
	B	23.0a	22.1a	7.1a	7.0a	5.5a	5.3abc
	C	19.9ab	21.4a	7.0a	7.2a	5.0cd	5.2abcd
	D	20.1ab	20.1ab	7.3a	7.3a	4.9d	5.1bcd
	E	17.5b	19.8ab	7.1a	7.1a	4.3e	4.8d
晚冬或 早春茶 Late W. or Early S.	A	10.8b	21.4a	6.2b	9.2a	3.9de	6.7a
	B	9.9bc	20.3a	5.7b	9.1a	3.9de	6.1bc
	C	10.1bc	19.4a	5.7b	8.7a	4.0d	6.2b
	D	9.2bc	21.2a	5.9b	9.0a	3.8de	6.0bc
	E	8.0c	20.1a	5.9b	9.1a	3.6e	5.7c
春茶 Spring	A	19.6bcd	26.1a	8.4b	8.8ab	5.1de	5.6bc
	B	20.0bc	24.8a	9.1ab	8.7ab	5.4cd	6.2a
	C	18.2cd	25.2a	8.8ab	8.7ab	5.1de	5.9ab
	D	18.6cd	25.0a	9.3a	8.8ab	5.1de	5.5bcd
	E	17.6d	20.5a	9.4a	8.8ab	4.6f	4.9ef
夏茶 Summer	A	11.4c	19.1a	5.9b	7.7a	4.6d	5.3ab
	B	9.5cd	19.4a	5.9b	7.2a	4.1e	5.5a
	C	9.4cd	18.1a	5.9b	7.1a	4.0ef	5.5a
	D	9.2cd	17.3ab	5.7b	7.2a	4.1e	5.2bc
	E	8.8d	15.4b	5.7b	7.0a	3.7f	4.9c

表中有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

Values followed by the same letters are not significantly different at $\alpha=0.05$ by LSD.

A: Softwood bottom of the green shoot, B: Yellowish-green lignified shoot, C: Reddish-brown with yellow-green shoot, D: Reddish-brown shoot, E: Brown lignified shoot (CK)

S: 90 days retention (枝條留養 90 天，二季), L: 165 days retention (枝條留養 165 天，三季)

Late W.: Later winter, Early S.: Early spring

表三-1、留養日數及同剪枝位置對台茶 12 號茶樹茶芽性狀之影響 (2001-2002)

Table 3-1. Effects of retention day and pruning position on the shoot characteristics of tea tree

茶季 Tea season	剪枝 位置 PP	節間徑 Internode diameter				節間長 Internode length			
		一 1st		二 2nd		一 1st		二 2nd	
		S	L	S	L	S	L	S	L
---(mm)---									
秋茶 Autumn	A	1.60cd	1.74a	1.84bcd	2.00a	0.99ab	1.02ab	1.70a	1.80a
	B	1.61cd	1.66abc	1.86bcd	1.92ab	1.04ab	1.11a	1.83a	1.81a
	C	1.54de	1.70ab	1.80cde	1.94ab	0.91b	1.04ab	1.81a	1.82a
	D	1.54de	1.66abc	1.79de	1.90abc	0.97ab	1.02ab	1.81a	1.78a
	E	1.48e	1.63bcd	1.70e	1.88bcd	0.88b	1.04ab	1.67a	1.83a
冬茶 Winter	A	1.47d	1.66a	1.77bc	1.94a	0.76ab	0.80ab	1.64ab	1.63ab
	B	1.51d	1.62ab	1.76c	1.89a	0.80ab	0.71b	1.52b	1.60ab
	C	1.49d	1.63ab	1.71c	1.90a	0.79ab	0.75ab	1.59ab	1.64ab
	(續表三-1)		1.58bc	1.63cd	1.86ab	0.84a	0.74ab	1.83a	1.66ab
			1.53cd	1.77d	1.78bc	0.74ab	0.72b	1.82a	1.78ab
晚冬或 早春茶 Late W. Early S.	A	1.58bc	1.72a	1.85cd	2.07a	0.49b	1.25a	0.99d	2.17c
	B	1.59bc	1.63b	1.85cd	1.95b	0.56b	1.23a	0.95de	2.27bc
	C	1.57bc	1.63b	1.83cd	1.95b	0.53b	1.20a	0.89de	2.31bc
	D	1.61bc	1.64b	1.87bc	1.91bc	0.44b	1.26a	0.80de	2.49bc
	E	1.55c	1.57bc	1.78d	1.90bc	0.42b	1.27a	0.73e	2.58a
春茶 Spring	A	1.57ab	1.62a	1.86a	1.88a	1.19c	1.34abc	2.53bc	2.66abc
	B	1.58ab	1.59ab	1.87a	1.86ab	1.31abc	1.31abc	2.55abc	2.59abc
	C	1.56ab	1.61a	1.85ab	1.86a	1.23bc	1.30abc	2.40c	2.59abc
	D	1.58ab	1.60ab	1.87a	1.84ab	1.46a	1.37abc	2.78ab	2.49bc
	E	1.56ab	1.53b	1.80ab	1.76b	1.43ab	1.20c	2.90a	2.34c
夏茶 Summer	A	1.45bcd	1.61a	1.59de	1.87a	0.86bcd	1.32a	1.34c	2.45a
	B	1.50abcd	1.53abc	1.65bcde	1.76abc	0.81cd	1.10ab	1.26c	2.13ab
	C	1.48bcd	1.57ab	1.61cde	1.80ab	0.82cd	1.10ab	1.22c	2.10ab
	D	1.43cd	1.51abcd	1.57de	1.71bcd	0.74d	1.05abc	1.22c	2.18ab
	E	1.38d	1.51abcd	1.55e	1.73abcd	0.78cd	1.05abc	1.31c	1.89b

表中有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

Values followed by the same letters are not significantly different at $\alpha=0.05$ by LSD.

A: Softwood bottom of the green shoot, B: Yellowish-green lignified shoot, C: Reddish-brown with yellow-green shoot, D: Reddish-brown shoot, E: Brown lignified shoot (CK)

S: 90 days retention (枝條留養 90 天, 二季), L: 165 days retention (枝條留養 165 天, 三季)

Late W.: Later winter, Early S.: Early spring, PP: Pruning position

表四、留養日數及剪枝位置茶樹葉片性狀之變方分析 (F 值)

Table 4. Analysis of variance (F value) for the leaf agronomic characteristics of tea tree in retention day and pruning position

變因	自由 度	葉長		葉寬		葉面積		葉厚	
		Leaf length		Leaf width		Leaf area		Leaf thickness	
Source of variance	df	二 2nd	三 3rd	二 2nd	三 3rd	二 2nd	三 3rd	二 2nd	三 3rd
TS	4	232.7***	165.3***	199.2***	94.5***	204.4***	131.9***	57.2***	132.6***
RD	1	102.4***	252.9***	8.2**	89.0***	39.9***	159.8***	5.8*	44.0***
TS×RD	4	62.4***	74.8***	11.7***	25.5***	25.3***	45.4***	59.1***	100.2***
PP	4	0.9	3.1*	3.6**	0.7	1.9	0.6	1.2	2.6*
TS×PP	16	1.6	1.7*	2.2**	0.9	2.0*	1.4	1.8*	2.9***
RD×PP	4	2.9*	0.5	2.9*	0.9	3.3*	1.2	3.7**	6.4***
TS×RD×PP	16	1.2	1.3	2.1*	0.8	1.7	1.2	3.1***	3.2***

TS: Tea season (茶季), RD: Retention day (留養日數), PP: Pruning position (剪枝位置)

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

表五、留養日數及同剪枝位置對台茶 12 號茶樹葉片性狀之影響 (2001-2002)

Table 5. Effects of retention day and pruning position on the leaf characteristics of tea tree

茶季	剪枝	葉長 Leaf length				葉寬 Leaf width			
Tea	位置	二 2nd		三 3rd		二 2nd		三 3rd	
season	PP	S	L	S	L	S	L	S	L
----(cm)----									
秋茶 Autumn	A	3.91cde	4.06abc	5.17c	5.43ab	1.73bcd	1.78abc	2.35c	2.49abc
	B	3.71e	4.21a	5.23bc	5.50a	1.65d	1.85ab	2.47abc	2.49abc
	C	3.74de	3.93bcd	5.22bc	5.32abc	1.70cd	1.70cd	2.47abc	2.43bc
	D	3.97bc	4.12ab	5.20bc	5.54a	1.82abc	1.88a	2.57ab	2.52ab
	E	4.01bc	4.04abc	5.21bc	5.33abc	1.84ab	1.78abcd	2.60a	2.48abc
冬茶 Winter	A	4.49abc	4.66a	5.69ab	5.78ab	1.97b	2.10a	2.56cd	2.71abc
	B	4.57ab	4.35c	5.52ab	5.53ab	2.01ab	1.95b	2.51d	2.74ab
	C	4.50abc	4.60ab	5.54ab	5.82ab	1.95b	2.02ab	2.54d	2.79a
	D	4.51abc	4.54abc	5.44b	5.87a	1.99b	2.01ab	2.58bcd	2.80a
	E	4.34c	4.42bc	4.95c	5.50ab	1.96b	2.05ab	2.53d	2.75ab
晚冬或 早春茶 Late W.	A	4.36b	5.82a	4.67d	6.82a	2.25a	2.23a	2.49b	2.96a
	B	3.94b	5.56a	4.17de	6.64ab	2.04bc	2.20ab	2.32b	2.95a
Early S.	C	4.00b	5.45a	4.36de	6.26bc	2.00c	2.16abc	2.43b	2.80a
	D	4.38b	5.47a	4.36de	6.47abc	2.17abc	2.15abc	2.40b	2.89a
	E	4.38b	5.39a	4.16e	6.10c	2.30a	2.15abc	2.35b	2.84a
春茶 Spring	A	4.90c	5.15bc	5.95b	6.63a	1.98e	2.08cde	2.70c	2.85bc
	B	5.36ab	5.16bc	6.60a	6.66a	2.15bcd	2.10cde	2.90abc	2.83bc
	C	5.36ab	5.07bc	6.48ab	6.71a	2.23abc	2.04de	2.92ab	2.88abc
	D	5.67a	5.10bc	6.66a	6.59a	2.34a	2.11cde	2.96ab	2.92ab
	E	5.50ab	5.06bc	6.68a	6.25ab	2.31ab	2.09cde	3.07a	2.82bc
夏茶 Summer	A	3.63c	4.12a	4.48b	5.24a	1.60d	1.77ab	2.17de	2.42abcd
	B	3.70bc	4.14a	4.53b	5.28a	1.60d	1.79a	2.19cde	2.47a
	C	3.77abc	4.10a	4.56b	5.20a	1.62bcd	1.81a	2.21bcde	2.44abc
	D	3.67bc	4.02ab	4.48b	5.11a	1.59d	1.76abc	2.10e	2.46ab
	E	3.66bc	4.10a	4.40b	5.18a	1.62cd	1.79a	2.14e	2.47a

表中有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

Values followed by the same letters are not significantly different at $\alpha=0.05$ by LSD.

A: Softwood bottom of the green shoot, B: Yellowish-green lignified shoot, C: Reddish-brown with yellow-green shoot, D: Reddish-brown shoot, E: Brown lignified shoot (CK)

S: 90 days retention (枝條留養 90 天, 二季), L: 165 days retention (枝條留養 165 天, 三季)

Late W.: Later winter, Early S.: Early spring, PP: Pruning position

表五-1、留養日數及同剪枝位置對台茶 12 號茶樹葉片性狀之影響（2001-2002）

Table 5-1. Effects of retention day and pruning position on the leaf characteristics of tea tree

茶季	剪枝	葉面積 Leaf area				葉厚 Leaf thickness			
Tea	位置	二 2nd		三 3th		二 2nd		三 3th	
season	PP	S	L	S	L	S	L	S	L
		----(cm ²)----				----(mm)----			
秋茶 Autumn	A	4.80bc	5.11ab	8.66b	9.58ab	0.202abc	0.203ab	0.228bcd	0.242a
	B	4.36c	5.53a	9.16ab	9.72a	0.202ab	0.206a	0.229bc	0.243a
	C	4.50c	4.74bc	9.08ab	9.19ab	0.196bcd	0.207a	0.223cd	0.235ab
	D	5.12ab	5.46a	9.50ab	9.84a	0.191d	0.206a	0.218d	0.235ab
	E	5.20ab	5.10ab	9.55ab	9.43ab	0.193cd	0.201abc	0.220cd	0.228bcd
冬茶 Winter	A	6.25b	6.90a	10.30abc	11.12ab	0.191cd	0.216a	0.221f	0.249a
	B	6.47ab	6.01b	9.78bc	10.72ab	0.199bc	0.205b	0.229cde	0.236bc
	C	6.22b	6.53ab	9.94bc	11.42a	0.195cd	0.207b	0.224ef	0.237b
	D	6.35ab	6.49ab	9.95bc	11.63a	0.191cd	0.204b	0.225def	0.232bcd
	E	6.02b	6.41ab	8.96c	10.73ab	0.187d	0.205b	0.213g	0.230cde
晚冬或 早春茶 Late W. Early S.	A	7.01cde	9.16a	8.24c	14.28a	0.236ab	0.209de	0.293a	0.245c
	B	5.76e	8.75a	6.95c	13.88ab	0.225bc	0.207e	0.274b	0.241c
	C	5.79e	8.36ab	7.59c	12.51b	0.222cd	0.206e	0.267b	0.242c
	D	6.79de	8.39ab	7.45c	13.22ab	0.238ab	0.204e	0.295a	0.235c
	E	7.20bcd	8.19abc	7.11c	12.32b	0.241a	0.198e	0.293a	0.231c
春茶 Spring	A	6.69c	7.65bc	11.18c	13.48ab	0.198c	0.185d	0.229c	0.211d
	B	8.25ab	7.73bc	13.58ab	13.41ab	0.200bc	0.203abc	0.231bc	0.229c
	C	8.28ab	7.32bc	13.06abc	13.66ab	0.205abc	0.202abc	0.235abc	0.228c
	D	9.41a	7.75bc	13.93ab	13.67ab	0.208ab	0.186d	0.244a	0.206d
	E	9.11a	7.57bc	14.69a	12.32bc	0.209a	0.183d	0.241ab	0.211d
夏茶 Summer	A	4.15c	5.17a	6.88b	9.02a	0.201ab	0.200ab	0.234a	0.228a
	B	4.22bc	5.29a	7.15b	9.24a	0.198ab	0.208a	0.235a	0.231a
	C	4.32bc	5.26a	7.29b	8.97a	0.193b	0.205a	0.224a	0.233a
	D	4.16c	5.01ab	6.79b	8.94a	0.202ab	0.199ab	0.234a	0.230a
	E	4.19bc	5.19a	6.78b	9.05a	0.198ab	0.205a	0.234a	0.236a

表中有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

Values followed by the same letters are not significantly different at $\alpha=0.05$ by LSD.

A: Softwood bottom of the green shoot, B: Yellowish-green lignified shoot, C: Reddish-brown with yellow-green shoot, D: Reddish-brown shoot, E: Brown lignified shoot (CK)

S: 90 days retention (枝條留養 90 天，二季), L: 165 days retention (枝條留養 165 天，三季)

Late W.: Later winter, Early S.: Early spring, PP: Pruning position

表六、留養日數及剪枝位置茶樹植株性狀及芽葉產量之變方分析 (F 值)

Table 6. Analysis of variance (F value) for the tea plant characteristics and yield in retention day and pruning position

變因 Source of variance	自由度 df	樹高 Plant height	樹寬 Plant width	枝條長 Shoot length	枝徑 Shoot diameter	萌芽密度 Flush density	百芽重 100 shoots weight	產量 Yield
TS	4	907.0***	14.6***	594.2***	12.2***	86.2***	119.5***	53.6***
RD	1	1500.2***	50.2***	647.6***	253.7***	336.9***	155.5***	10.1**
TS×RD	4	50.3***	4.2**	39.7***	16.3***	8.2***	44.0***	40.0***
PP	4	329.9***	34.4***	149.9***	2.3	35.8***	3.2*	0.9
TS×PP	16	24.5***	1.1	15.6***	2.3**	3.4***	1.2	3.4***
RD×PP	4	18.6***	0.8	14.0***	1.7	2.4	3.0*	1.0
TS×RD×PP	16	3.0***	1.4	1.5	2.5**	1.9*	1.1	1.0

TS : Tea season 茶季, RD : Retention day 留養日數, PP : Pruning position 剪枝位置

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

表七、留養日數及剪枝位置對茶樹植株性狀之影響

Table 7. Effects retention day and pruning position on the plant characteristics of tea tree

茶季	剪枝	樹高		樹寬		枝條長		枝徑	
Tea	位置	Plant height		Plant width		Shoot length		Shoot diameter	
season	PP	S	L	S	L	S	L	S	L
-----(cm)----- (mm)									
留養期 Retention stage	A	128.0b	167.3a	149.0cd	157.6abcd	57.6b	87.5a	3.90b	4.20a
	B	133.0b	164.6a	149.2cd	161.3abc	57.2b	90.8a	3.75b	4.31a
	C	129.7b	167.0a	146.5d	164.9a	63.8b	89.5a	3.78b	4.36a
	D	132.4b	163.0a	147.1d	163.8abcd	64.4b	90.4a	3.92b	4.22a
	E	128.0b	169.1a	151.4bcd	159.5abcd	59.2b	93.2a	3.94b	4.19a
秋茶 Autumn	A	111.7d	143.3a	142.8ab	151.1a	35.3bc	65.9a	3.09e	3.08e
	B	106.2e	134.1b	141.1b	151.0a	31.6cde	58.6a	3.22de	3.67bc
	C	96.9fg	117.0c	137.7b	144.2ab	24.3ef	42.1b	3.50cd	3.95ab
	D	93.5g	111.7d	137.0b	139.7b	20.0fg	34.2cd	3.55cd	4.16a
	E	87.5h	101.3ef	136.8b	138.0b	13.4g	27.4def	3.60c	4.26a
冬茶 Winter	A	103.7c	122.5a	141.1ab	149.3a	21.7de	41.6a	3.17d	4.39b
	B	98.7d	109.5b	142.9ab	148.7a	21.5de	35.3ab	3.76c	4.65ab
	C	88.9f	107.3b	143.0ab	144.5ab	16.4ef	30.6bc	3.80c	4.83ab
	D	88.8f	101.5cd	142.3ab	138.4b	13.3fg	26.0cd	3.85c	5.04a
	E	85.0g	94.2e	139.0b	138.4b	7.4g	16.0ef	3.91c	5.07a
晚冬或 早春茶 Late W.or Early S.	A	91.3de	108.9a	146.2bc	151.5ab	14.8cd	27.9a	3.19c	4.74a
	B	87.9ef	101.7b	145.6bcde	152.7a	12.5cd	21.6b	3.57bc	4.82a
	C	84.7fg	96.5c	141.8cde	149.0ab	12.1cd	20.1b	2.87c	4.88a
	D	83.0g	94.5cd	139.3e	147.2abc	10.1d	16.9bc	3.13c	4.36ab
	E	81.3g	89.0ef	139.6de	146.0bcd	5.1e	10.6d	2.73c	4.70a
春茶 Spring	A	85.0de	97.5a	148.1a	148.3a	8.0c	18.6a	2.76d	5.12a
	B	83.0e	91.6b	143.4ab	140.5abc	7.8c	13.1b	3.06d	4.60ab
	C	78.9f	89.5bc	137.5bc	138.7bc	4.4de	12.6b	3.06d	5.22a
	D	77.2f	87.4cd	135.0c	138.7bc	2.8e	11.0b	3.29cd	4.44ab
	E	76.8f	84.1e	135.2c	136.1bc	2.3e	6.9cd	3.99bc	4.09bc
夏茶 Summer	A	80.5cd	90.0a	142.4ab	148.0a	3.1de	13.8a	3.47bcd	4.24a
	B	78.5de	87.8a	140.8abc	144.0ab	3.4de	8.1b	3.25d	3.90abc
	C	76.7ef	84.9b	138.7bcd	142.3ab	3.0de	7.3bc	3.37cd	3.65abcd
	D	75.9f	84.4b	134.7d	141.8ab	2.9de	6.8bc	3.70abcd	4.06ab
	E	75.3f	81.1c	135.9cd	138.4bcd	1.6e	5.1cd	3.86abcd	3.74abcd

表中有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

Values followed by the same letters are not significantly different at $\alpha=0.05$ by LSD.

A: Softwood bottom of the green shoot, B: Yellowish-green lignified shoot, C: Reddish-brown with yellow-green shoot, D: Reddish-brown shoot, E: Brown lignified shoot (CK)

S: 90 days retention (枝條留養 90 天，二季)，L: 165 days retention (枝條留養 165 天，三季)

Late W.: Later winter, Early S.: Early spring, PP: Pruning position

表八、留養日數及剪枝位置對茶樹芽葉產量之影響

Table 8. Effects of retention day and pruning position on the shoot yield of tea tree

茶季 Tea seasons	剪枝位置 Pruning position	萌芽密度 Flush density		百芽重 100 Shoots weight		產量 Yield	
		S	L	S	L	S	L
		(Buds/900cm ²)		(g)		(g/plant)	
秋茶 Autumn (續表八)	A	43.8c	20.8e	55.3c	63.3ab	221.4bc	128.1d
	B	41.0c	26.8de	57.5bc	64.8a	214.3bc	165.6cd
	C	53.0b	29.3d	54.5c	59.5abc	273.2ab	171.9cd
	D	62.5a	31.5d	57.5bc	59.5abc	271.4ab	184.4cd
	E	67.3a	39.0c	53.3c	57.0bc	293.9a	209.4bc
冬茶 Winter	A	43.0cd	21.3e	57.8de	68.5a	260.7bcd	139.1f
	B	43.5cd	28.8de	60.0cd	64.0abcd	253.6bcd	164.1ef
	C	57.8bc	31.5de	58.3de	68.0ab	292.9ab	167.2ef
	D	65.3b	35.5de	60.0cd	67.3abc	275.0abc	198.4def
	E	87.0a	52.8bc	52.5e	60.2bcd	339.3a	220.3cde
晚冬或 早春茶 Late W. or Early S.	A	33.3de	25.8e	57.5c	92.0a	114.3bc	156.3ab
	B	36.5cd	37.3cd	50.8c	86.5ab	113.6bc	181.3a
	C	41.0bcd	33.8de	51.0c	81.0b	98.2c	203.1a
	D	47.3b	39.8bcd	54.3c	82.8ab	91.8c	184.4a
	E	61.8a	43.5bc	51.8c	81.8b	92.9c	179.0a
春茶 Spring	A	74.8a	38.0d	71.0b	83.3a	284.3ab	282.8ab
	B	62.8bc	42.3d	83.5a	80.5ab	325.0a	228.1b
	C	73.5ab	40.0d	79.3ab	81.5a	267.9ab	251.6ab
	D	69.0abc	41.8d	86.8a	81.0ab	241.8b	228.1b
	E	63.0bc	59.0c	87.3a	71.0b	233.6b	253.1ab
夏茶 Summer	A	80.5a	50.5d	48.8bcd	63.5a	182.1ab	200.0a
	B	78.0ab	56.3cd	50.3bcd	60.3ab	198.2a	215.6a
	C	75.3ab	53.5cd	51.3bcd	58.0abc	155.4ab	209.4a
	D	79.0ab	58.5cd	46.5cd	56.8bcd	130.4b	200.0a
	E	84.0a	66.3bc	46.0d	56.8abcd	119.7b	178.1ab

表中有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

Values followed by the same letters are not significantly different at $\alpha=0.05$ by LSD.

A: Softwood bottom of the green shoot, B: Yellowish-green lignified shoot, C: Reddish-brown with yellow-green shoot, D: Reddish-brown shoot, E: Brown lignified shoot (CK)

S: 90 days retention (枝條留養 90 天，二季), L: 165 days retention (枝條留養 165 天，三季)

Late W.: Later winter, Early S.: Early spring

降雨對茶樹噴施四種合成除蟲 菊殺蟲劑消退之影響

林正偉¹ 巫嘉昌^{2*} 侯金日³

摘 要

本研究在南投縣名間鄉赤水村青心烏龍茶園，噴施四種藥劑分別為畢芬寧 (bifenthrin)、百滅寧 (permethrin)、賽滅寧 (cypermethrin)、芬化利 (fenvalerate)，探討在 0, 5, 15 mm/hr 三種不同降雨強度 (rainfall intensity) 及噴藥後 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 及 8 hr 八種降雨時間 (rainfall time) 對農藥消退之影響。結果顯示，茶樹葉片上之農藥減少量與降雨強度呈顯著相關性，賽滅寧及芬化利在降雨強度為 15 mm/hr 時分別減少 57-91% 及 65-80%；而在茶樹噴藥後不同時段降雨，農藥減少則未達顯著性差異。綜合所得之結果，建議農民在噴施藥劑後，8 小時內降雨，而且降雨強度在 5 mm/hr 以上，應重新施藥，以確保防治效果。

關鍵字：合成除蟲菊殺蟲劑、茶、降雨強度、降雨時間

前 言

臺灣地處亞熱帶，氣候高溫多濕，每年5及6月春、夏轉換期間為梅雨季節，在這段期間由於受到鋒面的影響，呈現連續性降水，並間或夾帶雷陣雨或豪雨（何等，2004）。Hsu 和 Chen（2002）分析過去100年來臺灣地區的氣候變遷資料發現，年降水量在東區及東北區有增加趨勢，中南部則呈現減少的現象。賴和姜（2003）指出臺灣之年降雨日數近年呈現減少的情形，而降雨強度則呈增強的現象。在地形方面，豪雨發生機率會隨著海拔高度升高而明顯增大，但是在海拔400-1000公尺間，豪雨發生機率則漸緩和（陳等，2005）。唯梅雨季節常會夾帶豪大雨，因此造成農民施藥後部份農藥受到降雨淋洗導致藥效降低，間接影響到病蟲害防治效果。

目前核准登記在茶園中合法使用之農藥共 58 種，其中合成除蟲菊類農藥共 14 種（黃，2007），由於合成除蟲菊類農藥具有高效、低毒、對害蟲有拒食和驅逐作用，害蟲不易產生抗性等優點，因此廣泛被農民採用在茶園使用。然而廣泛使用的結果，一方面造成茶葉農藥殘留檢驗時，合成除蟲菊類農藥檢出率偏高（巫，1999）。另一方面噴施後遇到降雨，又有無法確信藥效的問題。針對這方面國外已有研究報告指出，氣象因子中以降雨對於作物葉片上殘留農藥消退之影響較大（Bruhn and Fry, 1982；

1. 行政院農業委員會茶業改良場凍頂工作站 委外助理。臺灣 南投縣。

2. 行政院農業委員會茶業改良場凍頂工作站 副研究員。臺灣 南投縣。

3. 國立嘉義科技大學農學研究所 副教授。臺灣 嘉義市。

* 通訊作者。

Elliot and Spurr, 1993)。如 Bruhn 和 Fry (1982) 指出降雨量頻率之增加，會促進馬鈴薯葉片上四氯異苯腈 (chlorothalonil) 消退速率；Fife 和 Nokes (2002) 亦指出，降雨強度越大與降雨時間越久，會促進番茄葉片四氯異苯腈的農藥消退速率；Huang 等人 (2005) 針對在不同時段降雨對水稻噴施三賽唑 (tricyclazole) 農藥殘留量之影響，結果發現施藥後一小時內降雨，會降低病害防治效果，而施藥後三小時降雨，對防治效果則無影響。此外陳 (2005) 指出在巴西種植的大豆曾因降雨影響降低了農藥防治大豆銹病 (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow) 之效果。鑑於國內尚無針對茶樹噴施農藥後，遇降雨對農藥消退之影響研究。以及本研究室常接獲農民諮詢，茶園噴農藥以後遇降雨，是否需再補噴農藥之問題。本研究以模擬田間降雨狀況，探討不同降雨強度與噴藥後不同時段降雨，對農友常用之四種合成除蟲菊殺蟲劑在茶樹上藥效消退之影響，以教導正確使用農藥，期有助於達到茶園農藥施用減量之目標。

材料與方法

一、試驗設計與處理

於南投縣名間鄉赤水村陳松輝先生之 10 年生青心烏龍 (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze cv. Ching-Shing Oolong) 茶園，噴施四種合成除蟲菊殺蟲劑分別為 0.36 mg/L 畢芬寧乳劑 (bifenthrin, 2.8% EC)、1.18 mg/L 賽滅寧乳劑 (cypermethrin, 5% EC)、7.66 mg/L 芬化利乳劑 (fenvalerate, 20% EC)、2.18 mg/L 百滅寧乳劑 (permethrin, 10% EC)。採裂區設計 (split plot design, SPD) (主區為不同降雨量，副區為不同降雨時間點，重複數為三次)，各試驗小區大小為 1 m × 1 m。試驗藥劑倍數為 1000 倍，試驗時間在 2005 年 8 月 8 日，茶樹噴藥一小時後取樣，並以三種降雨強度分別為 0, 5, 15 mm/hr 處理，以及不同降雨時間分別為噴藥後 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 及 8 hr 進行試驗，採用 SW - 620 背負式噴藥桶，降雨高度在 30 公分，各試驗區處理後 20 分鐘進行取樣，每次採取茶芽 (一心三葉) 50 芽，採樣後立即放於 -30℃ 冰箱中儲存等待分析。

二、試驗藥劑

丙酮 (acetone)、氰甲烷 (acetonitril)、乙酸乙酯 (ethylacetate)、正己烷 (*n*-hexane)、二氯甲烷 (methylene chloride)、甲醇 (methanol)、異丙醇 (2-propanol)、石油醚 (petroleum benzine, 或稱輕油精)、氯化鈉 (sodium chloride)、無水硫酸鈉 (sodium sulfate anhydrous) 等均為層析級。

三、合成除蟲菊類農藥檢量線

供測試之農藥標準劑為畢芬寧、芬化利、百滅寧及賽滅寧，純度為 98.6 - 99.9%。畢芬寧、芬化利及賽滅寧分別配置 0.5、1、2、4 和 5 mg/L 濃度，百滅寧配置 1、2、4、8 和 10 mg/L 濃度。取配置好之不同濃度標準劑 1 μL 注入高效氣相層析儀分析，並以其濃度為 X 軸、尖峰面積為 Y 軸，經迴歸分析求得標準檢量線： $Y = a + bX$ ， a 、 b 為常數。

四、茶樣品農藥萃取方法

稱取新鮮切碎之茶葉 10 g 公克於打碎瓶中，加入 60 mL 異丙醇／乙酸乙酯／石油醚 (3/2/5)，均質 1 分鐘後，加入 1.5 g 氯化鈉及 10 g 無水硫酸鈉進行均質及脫水 1 分鐘，並以 1.2 μm 玻璃濾紙 (11 cm) 抽氣過濾，收集濾液，並加入 0.1 mL 1N 鹽酸溶液，劇搖 1 分鐘，經濃縮機進行濃縮後，用丙酮定量至 10 mL，取 1 mL 用 N₂ 吹乾，再加 10 mL 乙酸乙酯／正己烷 (1/2) 震盪均勻。樣品淨化，淨化時

先用 5 mL 乙酸乙酯潤濕淨化管 (florisi)，再倒入萃取液，收集淨化液，並以 N₂ 吹乾後再以 1 mL 正己烷定量，並以 0.2 μ m 濾膜過濾，以供儀器分析。

五、實驗儀器及分析條件

採用氣相層析儀 (Gas chromatograph, Agilent Technologies 6890N) 附微電子捕捉檢出器 (μ -ECD)，檢測溫度為 300°C，層析管為 DB608 毛細管柱 (內徑 0.53 mm $\times$ 30 mm, Agilent, USA)，分析方式採梯度方式進行，起始溫度為 170°C，維持 2 分鐘，再以每分鐘 10°C 升溫至 230°C，維持 10 分鐘，而後再以每分鐘 10°C 升溫至 260°C，全程分析時間共 60 分鐘。攜帶氣體為氦氣，流速 15 ml/min。

六、統計分析方法

試驗數據採用 SAS 軟體 (Version 9.0) 進行最小顯著差異測驗法 (LSD) 分析其結果 (蔣, 2006)。

結果與討論

一、氣相層析儀之檢測圖譜

畢芬寧、芬化利、百滅寧及賽滅寧混合標準液 1 μ L 注入氣相層析儀，得到之層析圖譜與滯留時間如圖一 A。四種農藥滯留時間最早出現者為畢芬寧，出現時間為 20.14 分鐘，最晚出現者為芬化利，其有二個滯留時間分別為 37.45 與 38.70 分鐘。分析圖譜中亦顯示百滅寧及賽滅寧皆出現二個滯留時間。圖一 B 及 C 則分別為無農藥殘留之茶葉萃取液添加農藥標準劑及無農藥茶葉之萃取液，顯示茶葉基質不會影響本次試驗分析之四種農藥，而儀器分析之設定與注樣條件，確定能有效的分離試驗之農藥。

二、試驗農藥檢量線與最低檢測濃度

取 1 μ L 之畢芬寧、芬化利及賽滅寧農藥標準劑，濃度分別為 0.5、1、2、4 和 5 mg/L，另百滅寧農藥標準劑濃度分別為 1、2、4、8 和 10 mg/L，依前述所建立氣相層析儀之分析條件，每個濃度注入氣相層析儀 3 次並取其平均值，製作成農藥之檢量線。此四種合成除蟲菊農藥之檢量線性範圍相關係數平方值皆超過 0.989 (表一)。與 2008 年政府所公告之畢芬寧、芬化利、賽滅寧及百滅寧最大農藥殘留限量 (maximum residues limits, MRLS) 分別為 2、5、2 及 10 mg/L 相較，本研究分析之四種合成除蟲菊最低檢測濃度測定值為 0.1-0.6 mg/L 之間，皆低於公告之最大農藥殘留限量 10-100 倍，表示此方法可適用於這四類農藥之定性、定量分析及運用於一般例行茶葉檢測。

三、茶葉樣品萃取回收試驗

於 10 g 切碎茶葉樣品中分別加入畢芬寧、賽滅寧及芬化利 0.2 mg/L 及百滅寧 1 mg/L，進行回收率測試，每種藥劑濃度皆重複三次。回收率計算是將經分析流程後所得之抽出液，經分析後所得到之分析圖譜與標準劑圖譜相比較，並以波峰滯留時間 (retention time) 當定性依據。定量部份則以波峰之面積比較，以求得回收率 (表二)。參照 EPA 之 531.2 建議，農藥分析回收率訂定範圍為 65% 至 135% (EPA, 1995)。本研究茶葉添加四種農藥之回收率介於 84-124%，顯示皆符合回收率訂定範圍，其中以畢芬寧之回收率最高為 124%，而百滅寧最低為 84%，說明了本試驗之萃取方法可用於本次試驗之茶葉樣品農藥成分之萃取。

四、降雨強度與降雨時間對畢芬寧消退之影響

茶樹噴施 0.36 mg/L 畢芬寧後，於 1 至 8 小時後分別採取各處理區之茶樹葉片，測定畢芬寧含量變化情形，以探討不同降雨強度與降雨時間點對茶樹葉片中畢芬寧濃度消退之影響。結果（表三）顯示，茶樹噴施畢芬寧以後，以不同降雨強度處理，所測得各處理區之葉片中的畢芬寧濃度，發現二種降雨強度處理（5 mm/hr、15 mm/h r）與對照區（0 mm/hr）比較，茶樹葉片中畢芬寧含量達顯著差異（ $P < 0.05$ ），且隨著降雨強度增加，茶樹葉片中之畢芬寧濃度消退有明顯增加趨勢；降雨強度在 15 mm/hr，於 1 至 8 小時，所測定的畢芬寧濃度介於 0.09-0.16 mg/L 與對照區比較，茶樹葉片中畢芬寧消退率為 63-73%。探討茶樹噴施畢芬寧以後，在相同降雨強度狀況下，不同時間點降雨對於畢芬寧濃度消退之影響，發現不同時間點降雨處理區之茶樹葉片中畢芬寧含量差異並未達顯著。由上述結果顯示，茶樹噴施畢芬寧以後其消退情形受到降雨強度的影響較大，Tewary 等人（2005）所提到，因降雨的影響，會造成農藥消退的速度較快之結果一致。

五、降雨強度與降雨時間對百滅寧消退之影響

茶樹噴施 2.18 mg/L 百滅寧，在不同時間點及降雨強度所測定葉片之百滅寧濃度結果如表四，二種降雨強度處理（5 mm/hr、15 mm/h r）與對照區（0 mm/hr）比較差異顯著（ $P < 0.05$ ），其中以 15 mm/hr 所測定之葉片中百滅寧濃度明顯減少，與對照區比較百滅寧消退率達 55-76%。然而比較同一降雨強度情況，發現茶樹噴施百滅寧後在 5 及 6 小時降雨，茶樹葉片所測定之百滅寧濃度與其它時段降雨比較，呈顯著差異性，而且茶樹葉片之百滅寧濃度有增加的現象（表四），此部分仍須再進一步探討。

六、降雨強度與降雨時間對賽滅寧消退之影響

茶樹噴施 1.18 mg/L 賽滅寧後，於不同時間及不同降雨強度之處理區，所測定各處理區之茶樹葉片中賽滅寧之含量如表五 所示。同一時間點內，在不同降雨強度處理茶樹葉片中賽滅寧含量呈顯著性差異（ $P < 0.05$ ），且隨著降雨強度之增加，茶樹葉片中之賽滅寧含量有明顯減少的現象，降雨強度在 5 mm/hr、15 mm/h r 與對照區（0 mm/hr）比較，賽滅寧消退率分別為 31-79% 及 57-91%。在測試之八個降雨時間點中，茶樹噴施賽滅寧後對照區與降雨強度 5 mm/hr 比較，不同時間點所測定茶樹葉片之賽滅寧含量，並無顯著差異性；但在降雨強度為 15 mm/h 時，茶樹噴施賽滅寧後，第 3 小時降雨所測得茶樹葉片中賽滅寧濃度較其它時間點降雨之濃度高，值得進一步探討。

七、降雨強度與降雨時間對芬化利消退之影響

表六 為茶樹噴施 7.66 mg/L 芬化利，在不同時間點及降雨強度下所測定葉片之芬化利濃度變化情形。茶樹葉片噴施芬化利以後，以不同降雨強度處理間，芬化利殘留於葉面藥劑濃度達顯著差異（ $P < 0.05$ ），隨著降雨強度增加而茶樹葉片中芬化利殘留量逐漸減少。降雨強度在 5 mm/hr 及 15 mm/hr 與對照區（0 mm/hr）比較，茶樹葉片中芬化利消退率分別為 29-69%與 65-80%，但是在相同降雨強度下，1 至 8 小時不同降雨時段處理，茶樹葉片之芬化利消退量則未達顯著差異。結果顯示僅降雨強度會造成芬化利消退。

結 論

近年來臺灣降雨特性，有日數逐漸減少，但是降雨強度則有逐漸增強的趨勢；此外在梅雨季節，常會帶來連續性或短暫性雷陣雨或豪雨，造成農民茶園噴施農藥上的困擾。本試驗於茶樹上噴施畢芬

寧、百滅寧、賽滅寧、芬化利四種合成除蟲菊殺蟲劑後，進行模擬降雨，探討降雨強度與降雨時間點對農藥消退之影響。試驗結果顯示降雨強度造成茶樹葉片中農藥消退現象明顯。在降雨強度 15 mm/hr 下芬化利消退最快，消退率為 65-80%，而在降雨強度 5 mm/hr 下百滅寧濃度減少最低，消退率為 29-41%，此與 Fife 和 Nokes (2002)、Saha 等 (2004) 研究結果一致，降雨強度越大對農藥消退速率越快，推測此現象，係因為葉表面的農藥受到雨水淋洗而導致農藥流失造成 (陳，2005)。此外本研究發現不同時間點降雨，茶樹葉片中農藥消退情形並沒有顯著的差異，推測其原因為此四種合成除蟲菊類殺蟲劑在水中溶解度均小於 0.2 mg/L，屬於非移動性，故在不同時間點降雨，茶樹葉片中農藥減少量未達顯著變化。本研究之結果證明降雨強度確會影響茶樹葉片中合成除蟲菊殺蟲劑之殘留量，故會造成農藥藥效的縮短，進而增加農民茶園噴藥成本。而在連續降雨方面，因限於經費及設備未能進行，值得往後進一步探討。

誌 謝

本研究承蒙茶業改良場林菁華、陳保華、林麗華、謝秀容、梁玉珠小姐協助試驗工作以及陳松輝先生提供試驗茶園。王一雄教授、林木連場長及陳玄副場長提供寶貴意見，謹致謝忱。

參考文獻

1. 巫嘉昌.1999.茶葉農藥殘留檢測現況.臺灣省茶樹病害防治研習會 pp. 11-24。
2. 何俊儀、陳泰然、王重傑.2004.臺灣中部地區梅雨季豪雨發生之綜觀特徵與中尺度過程探討.國立臺灣大學碩士論文(未出版). pp. 1-5。
3. 陳一舟.2005.大豆市場周報.南華期貨大豆市場周報. pp. 1-7。
4. 陳守泓、姚銘輝、申雍、張簡水紋.2005.利用地理統計推估災變天氣空間分布之探討。臺灣地理資訊學會暨學術研討會論文集. pp. 1-9。
5. 陳泰然.1988.臺灣梅雨研究的回顧.科學發展 16: 239-266。
6. 黃修柱.2004.天然除蟲菊素農藥中主要成分質譜分析研究.農藥科學與管理 25: 6-9。
7. 費雯綺、王喻其.2007.植物保護手冊(96 版).台中：行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所. pp. 607-640。
8. 蔣國司.2006.多重比較法在植物保護研究上之使用.植物保護學會會刊 48: 256-268。
9. 賴栗葦、姜善鑫.2003.臺灣地區之降雨變遷研究.中華水土保持學報 34: 161-170。
10. Bruhn, J. A. and W. E. Fry. 1982. A mathematical model of the spatial and temporal dynamics of chlorothalonil residues in potato canopy. *Phytopathology* 72: 1306-1312.
11. Elliot, V. J. and H. W. Spurr. 1993. Temporal dynamics of chlorothalonil residues on peanut foliage and the influence of weather factors and plant growth. *Plant Dis.* 77: 455-460.
12. Environmental Protection Agency (EPA). Method 531.1. http://www.ultrasci.com/Docs/500/531_1.PDF (accessed March 20, 2007).
13. Fife, J. P. and S. E. Nokes. 2002. Evaluation of the effect of rainfall intensity and duration on the persistence of chlorothalonil on processing tomato foliage. *Crop Prot.* 21: 733-740.
14. Hsu, H. H. and C. T. Chen. 2002. Observed and projected climate change in Taiwan. *Meteorol Atmos Phys.* 79: 87-104.

15. Huang, X., M. G. Zhou, C. Q. Zhang, F. Fu and T. H. Zhang. 2005. Study on application techniques of tricyclazole and influence factors on its control effect against rice blast. *Chin J Pestic Sci.* 7: 131-134.
16. Lay, L. V. and S. H. Chiang. 2003. Rainfall changes in Taiwan. *J Chin Soil Water Conserv.* 34: 161-170.
17. Saha, K., T. Saha, H. Banerjee, A. Bhattacharyya, A. Chowdhury and A. K. Somchoudhury. 2004. Persistence of dicofol residue on tea under north-east Indian climatic conditions. *Bull Environ Contam Toxicol.* 73: 347-350.
18. Tewary D. K., V. Kumar, S. D. Ravindranath and A. Shanker. 2005. Dissipation behavior of bifenthrin residues in tea and its brew. *Food Control.* 16: 231-237.

Dissipation of Four Synthetic Pyrethroids Pesticides in Tea Plants Exposed to Rain

Zheng-Wei Lin¹ Chia-Chang Wu^{2*} Chin-Jin Hou³

Summary

Field experiments conducted at Mingjian Township of Nantou County, Taiwan (R.O.C.), with tea *Camellia sinensis* (L.) O. Kuntz cv. Ching-Shing Oolong as a testing variety. Four commonly used synthetic pyrethroids pesticides (bifenthrin, fenvalerate, permethrin, cypermethrin) were sprayed on the canopy of ten years old tea plants, to study the dissipation effect caused by rainfall intensity (0, 5 and 15 mm) and rainfall time (at 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 and 8 hour/hr after spray). The results showed that the pesticides contents of tea plants were closely associated with increasing rainfall intensity, particularly in cypermethrin and fenvalerate which presented the dissipation rate 57-91% and 65-80%, respectively after received 15 mm/hr of rain fall treatment. There were no obvious trends between the rainfall time on the pesticides dissipation of tea plants. It is suggested that when rain came after tea plants applied synthetic pyrethroids pesticides to control insects or diseases within 8 hour, and the rainfall intensity beyond 5 mm/hr, the pesticides should re-sprayed again to make sure the control effect.

Key words: Synthetic pyrethroids pesticides, Tea, Rainfall intensity, Rainfall time

1. Assistant, Tungding Substation of TRES, Nantou, Lukou, R.O.C.

2. Associate Agronomist, Tungding Branch of TRES, Nantou, Lukou, R.O.C.

3. Associate Professor, National Chiayi University Graduate Institute of Agriculture, Chiayi, R.O.C.

* Corresponding author.

表 1、合成除蟲菊類農藥之檢量線性範圍、線性方程式相關係數及最低檢測濃度

Table 1. Linearity calibration curves and limits of detection (LOD) for the four synthetic pyrethroids pesticides under study

Pesticides	Liner range (µg/ml)	Equation	r ²	LOD(µg/ml)
Bifenthrin	0.5~5	Y = 80166x - 9423.9	0.9988	0.01
Cypermethrin	0.5~5	Y = 62770x - 22430	0.9989	0.05
Fenvalerate	0.5~5	Y = 54524x - 20461	0.9892	0.05
Permethrin	1~10	Y = 16973x - 7987.4	0.9974	0.06

表 2、合成除蟲菊殺蟲劑在茶葉樣品中之回收率試驗結果

Table 2. Recoveries of four synthetic pyrethroids pesticides in tea samples

Pesticides	Spike level (mg/L)	Recovery (%)
Bifenthrin	0.2	124
Cypermethrin	0.2	85
Fenvalerate	0.2	114
Permethrin	1	84

表 3、不同降雨強度與時間對畢芬寧消退之影響

Table 3. Different rainfall intensity and time at dissipation test of bifenthrin

Rainfall intensity (mm/h)	Rainfall time (hour after spray)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0	0.36 ^x a ^y A ^z	0.46aA	0.43aA	0.27aA	0.37aA	0.33aA	0.44aA	0.29aA
5	0.23aB	0.26aB	0.26aB	0.17aB	0.27aB	0.18aB	0.17aB	0.23aB
15	0.12aC	0.14aC	0.16aC	0.09aC	0.10aC	0.09aC	0.12aC	0.10aC

x: Unit: mg/L.

y: Means followed by the same lowercase letter within the same row are not significantly different at P<0.05 by LSD.

z: Means followed by the same uppercase letter within the same column are not significantly different at P<0.05 by LSD.

表 4、不同降雨強度與時間對百滅寧消退之影響

Table 4. Different rainfall intensity and time at dissipation test of permethrin

Rainfall intensity (mm/h)	Rainfall time (hour after spray)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0	2.18 ^x bc ^y A ^z	1.26cA	1.80cA	2.65bcA	3.62abA	5.58aA	2.22bcA	1.87bcA
5	1.36bB	0.74bB	1.24bB	1.71abB	2.14abB	3.37aB	1.58bB	1.10bB
15	0.73bcC	0.44cC	0.43cC	0.97bcC	1.31abC	1.85aC	0.99bcC	0.75bcC

Note: x, y and z are the same with table 3.

表 5、在不同降雨強度與時間對賽滅寧消退之影響

Table 5. Different rainfall intensity and time at dissipation test of cypermethrin

Rainfall intensity (mm/h)	Rainfall time (hour after spray)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0	1.18 ^x a ^y A ^z	1.45aA	1.43aA	0.82aA	1.29aA	2.56aA	1.36aA	1.02aA
5	0.65aB	0.67aB	0.77aB	0.47aB	0.89aB	0.55aB	0.41aB	0.71aB
15	0.29bC	0.37abC	0.61aC	0.25bC	0.27bC	0.25bC	0.36bC	0.28bC
5	0.45	0.541	0.46	0.43	0.31	0.79	0.7	0.30
10	0.75	0.74	0.57	0.7	0.79	0.90	0.73	0.72

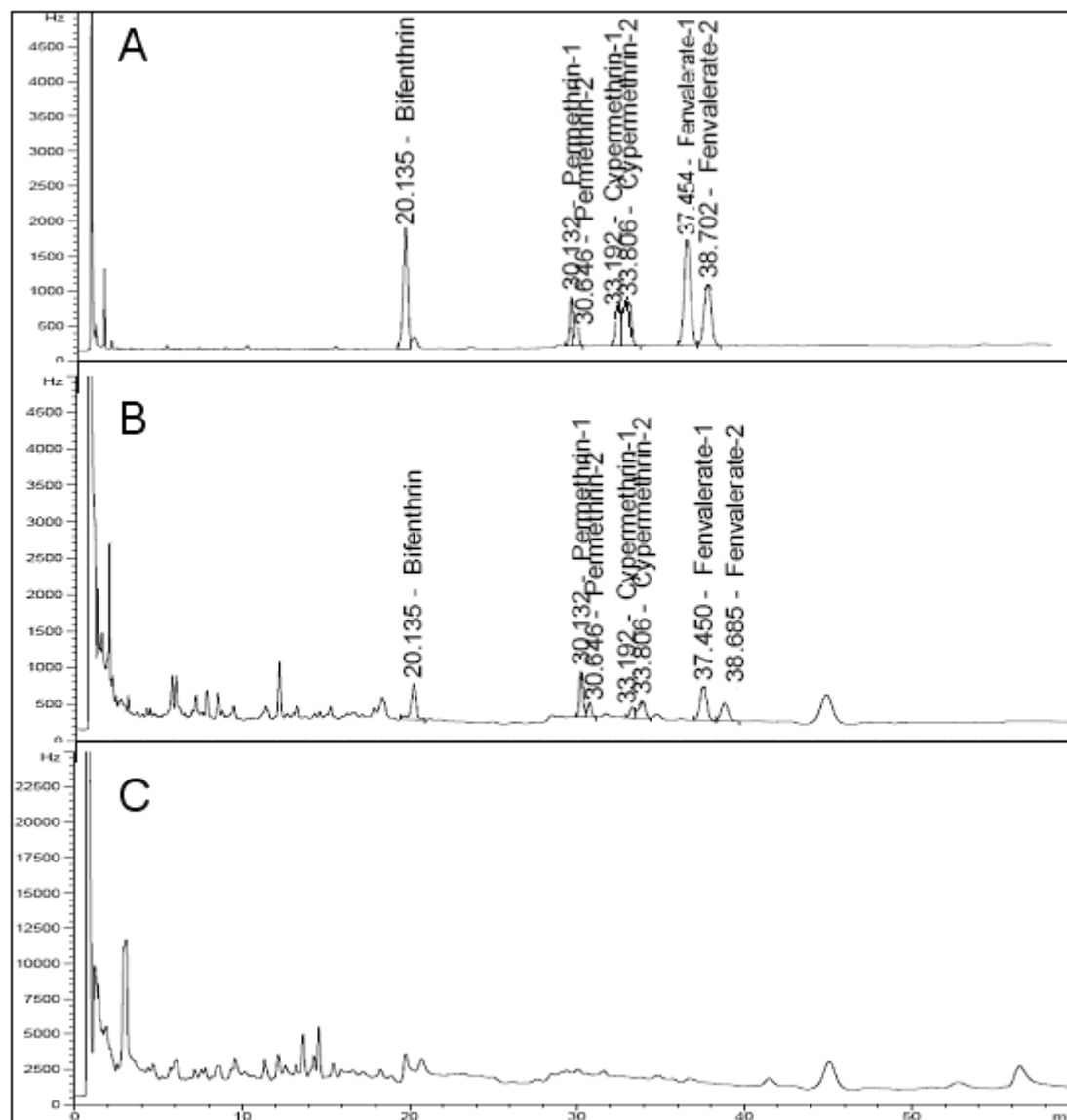
Note: x, y and z are the same with table 3.

表 6、不同降雨強度與時間對芬化利消退之影響

Table 6. Different rainfall intensity and time at dissipation test of fenvalerate

Rainfall intensity (mm/h)	Rainfall time (hour after spray)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0	7.66 ^x a ^y A ^z	8.58aA	8.62aA	4.22aA	7.80aA	6.82aA	8.32aA	6.20aA
5	4.91aB	4.19aB	4.91aB	2.93aB	5.51aB	3.28aB	2.55aB	4.34aB
15	1.89aC	2.15aC	2.59aC	1.46aC	1.57aC	1.59aC	1.89aC	1.59aC

Note: x, y and z are the same with table 3.



圖一、畢芬寧、芬化利、百滅寧及賽滅寧以高效氣相層析附微電子捕捉檢出器分析之圖譜
(A：農藥標準劑；B：實測樣品添加農藥標準劑；C：實測樣品。分析方法如“儀器及條件”)

Fig. 1. Gas chromatograms for: A: standard mixture of pesticides 1 mg / L, including bifenthrin, fenvalerate, permethrin and cypermethrin; B: tea sample add standard mixture of pesticides; C: tea sample. Analysis condition is showed in “Apparatus and conditions” section.

台灣地區茶科植物之外擔子菌調查研究

施欣慧^{1*} 傅春旭² 謝煥儒³

摘 要

外擔子菌 (*Exobasidium*) 為一植物寄生菌。台灣地區共紀錄 4 種外擔子菌可感染茶科植物，分別為茶餅病之 *Exobasidium vexans*、茶網餅病之 *E. reticulatum*、小果油茶餅病之 *E. gracile* 及大頭茶腫萎病之 *E. monosporum*，其中茶餅病為茶樹上重要之病原真菌，較具有經濟價值。本文紀錄台灣地區茶科植物之外擔子菌調查結果，並詳述病原菌之形態及培養特徵，並輔以電子顯微鏡之照相技術，觀察病原菌在植物表面上生長之情形。

關鍵字：外擔子菌、茶科、分類、掃描式電子顯微鏡

前 言

外擔子菌 (*Exobasidium* Woron.) 屬於 Ustilaginomycetes，外擔子菌目 (Exobasidiales)，外擔子菌科 (Exobasidiaceae)，世界上紀錄約 50 多種 (Kirk et al., 2001)。外擔子菌為植物寄生菌，寄生於杜鵑花科 (Ericaceae)、茶科 (Theaceae)、樟科 (Lauraceae)、灰木科 (Symplocaceae) 及岩高蘭科 (Empetraceae) 等植物，常見病徵為葉片、枝條或果實畸形膨大、葉斑病或簇葉病。生活史如下：外擔子菌感染植物幼嫩組織後，低溫潮濕的環境，則有助於病原菌侵染，侵入組織後，菌絲在細胞間隙生長，受感染的組織會產生較高量的生長激素 IAA，造成植物組織的畸形膨大 (Wolf & Wolf, 1952; Hirata, 1957)。而後，病原菌會在植物組織表面或氣孔處產生白色的子實層，子實層由擔子和擔孢子和分生孢子 (次生孢子 "secondary spores") 組成。於高溫乾燥或中老葉時期，病斑會逐漸萎凋死亡。此外，病原菌可能利用菌絲或孢子殘存芽鞘或莖的組織中渡過非生長時期 (Nannfeldt, 1981)，但關於病原菌存活的研究甚少，尚未有十分充足的證據所支持。

外擔子菌具有寄主專一性，其種間的分類依據主要為寄主種類、病徵和病原菌形態。常用的形態特徵包含：擔子 (basidium) 的大小，擔子小梗 (sterigmata) 的數目、大小，擔孢子 (basidiospore) 隔膜數、大小和分生孢子 (conidia) 的大小、形狀 (Nannfeldt, 1981)。此外，於 1964 年，Sundström 學者認為擔孢子萌發方式和菌落形態亦可作為外擔子菌之分類依據 (Sundström, 1964)。其研究顯示，外擔子菌之擔孢子萌發方式可分為兩種，一為菌絲形態 (mycelial form)，即擔孢子萌發時會產生較長的發芽管萌發，再產生分生孢子或菌絲；另一為孢子形態 (conidial form)，擔孢子萌發時，不會產生萌發管，而是以酵母菌出芽生殖方式產生分生孢子；而不同種之外擔子菌，其萌發方式會有所差異。菌落形態方面，外擔子

-
1. 行政院農委會茶業改良場文山分場 助理研究員。台灣 台北縣。
 2. 行政院農委會林業試驗所 助理研究員。台灣 台北市。
 3. 國立台灣大學植物病理與微生物學系 副教授。台灣 台北市。

* 通訊作者

菌初期菌落呈黏稠狀，有些菌落在生長後期，會形成一團菌絲和分生孢子交錯生長所形成之緻密且具有韌性的膠墊狀形態；由於不同種的外擔子菌在培養基上所形成的菌落形態不相同，亦可作分類依據 (Sundström, 1964)。在分子生物學研究顯示，歐洲地區感染茶目 (Theales) 和杜鵑花屬 (*Rhododendron*) 的外擔子菌，為單源性的 (monophyletic)，而感染越橘亞科 (Vaccinioideae) 的分離株則至少分成 3 個分支，為多源性的 (polyphyletic) (Blanz and Döring, 1995; Döring, 2003)。

台灣外擔子菌之研究早期以澤田兼吉 (Sawada, K.) 先生研究為最，其報告大多發表在「台灣產菌類調查報告」，共 11 卷 (Sawada, 1919, 1922, 1931, 1942 & 1959)；其中，感染茶科植物之外擔子菌共有 4 種，分別為茶餅病 (*E. vexans*)、茶網餅病 (*E. reticulatum*)、小果油茶餅病 (*E. gracile*) 及大頭茶腫萎病 (*E. monosporum*)。除大頭茶腫萎病目前僅發現於台灣外，其餘 3 種分布較廣，於鄰近之中國、日本地區亦有紀錄 (伊藤, 1955; 張, 1998; Ezuka, 1990)。早期澤田先生發表以日文為主，並未描述擔孢子萌發方式及菌落型態等資料，因此本研究重新調查並收集台灣地區茶科植物上之外擔子菌，並詳述各分類特徵及培養特性；並輔以掃描式電子顯微鏡觀察病原菌在寄主植物表面上生長之情形。

材料與方法

一. 標本處理及病原菌之形態觀察和鑑定

於 2004 年至 2008 年間，於台灣各地調查並採集茶科植物之外擔子菌病害標本，記錄採集時間、地點和寄主種類。將採集之新鮮病組織放置封口袋中，帶回實驗室中鏡檢觀察。此外，將新鮮病組織以烘箱 50℃ 處理 2~3 天乾燥，製成腊葉標本，寄存於台中市國立科學博物館真菌標本館 (National Museum of Natural Science, Taiwan)。

利用徒手切片方式，將新鮮的病組織切成薄片，以 0.05% 棉藍乳酚液 (0.05% cotton blue + lactophenol) 固定並染色，於顯微鏡下觀察病原菌之形態及病組織。此外，切取一塊新鮮之病斑，黏貼至培養皿的上蓋，子實層朝下，讓成熟的擔孢子掉落在正下方含有水滴的載玻片上，蓋上蓋玻片，觀測擔孢子形態及大小；並利用刮刀刮取白色子實層，觀察分生孢子的形態及大小。

掃描式電子顯微鏡 (Scanning electron microscopy, 簡稱 SEM)：利用 SEM 觀察外擔子菌在植物表面生長情形和真菌產孢構造。操作方法如下：切取約 0.5 × 0.5 公分含有白色子實層的病斑，浸泡於固定液 (配方：2.5% glutaraldehyde + 4% paraformaldehyde / 0.1M phosphate buffer) 中，靜置室溫 4 小時或 4℃ 冰箱過夜。再用 0.1M 磷酸緩衝液 (0.1M phosphate buffer) 浸洗 3 次，每次 15 分鐘。之後，以不同濃度酒精進行脫水，依序如下：30% 酒精 10 分鐘、50% 酒精 10 分鐘、70% 酒精 10 分鐘或隔夜、85% 酒精 20 分鐘、95% 酒精 20 分鐘、100% 酒精 20 分鐘 2 次，最後再以 100% 丙酮 (acetone) 20 分鐘清洗 2 次。將處理完的組織進行臨界點乾燥 (Critical point drying, 簡稱 CPD) 或冷凍乾燥 (freeze-drying)，再置於載物台上，鍍金，以掃描式電子顯微鏡 (SEM, 型號：HITACHI S-2400) 觀察、拍照。

二. 菌種分離及培養

切取約 0.5 × 0.5 cm 新鮮病斑，將子實層朝下，黏貼在水洋菜培養基 (water agar, 簡稱 WA) 的上蓋邊緣，蓋上蓋子，將培養基傾斜約 70–80 度角放置在 20–25℃ 的培養箱中，靜置半天至 1 天，讓成熟擔孢子掉落在培養基上，再利用解剖顯微鏡切取含有數個擔孢子的洋菜凍，置入 1.2% potato sucrose agar (PSA) 和 potato dextrose agar (PDA) 培養基中，靜置於 20℃ 培養箱，觀察菌落生長之情形。

結果與討論

一、形態及培養特性

採集台灣地區茶科植物 (Theaceae) 上之外擔子菌共 37 份標本，分屬於四種。分別為茶餅病之 *Exobasidium vexans*、茶網餅病之 *E. reticulatum*、小果油茶餅病之 *E. gracile* 及大頭茶餅病之 *E. monosporum*，標本如表一。4 種外擔子菌之資料詳述如下：

(一) *Exobasidium gracile* (Shirai) Sydow 小果油茶餅病

寄主：小果油茶 *Camellia tenuifolia* (Hayata) Coh.-Stuart

受感染的嫩葉會局部或全葉膨大增生，葉肉細胞肥嫩多汁，表面光滑，呈黃綠色或帶有淡紅色，病葉下表皮和皮層會逐漸分離，形成一層薄膜，成熟時，薄膜呈現黃褐色，破裂時可見白色粉狀的子實層 (圖一 A)。子實層包含擔子、擔孢子和分生孢子。擔子呈長圓筒狀，大小 $25-90 \times (4-5)-9(-10) \mu\text{m}$ ，頂端具有 2-3(-4) 個擔子小梗，擔子小梗大小 $(2.5-3)-5 \times 1.5-3 \mu\text{m}$ (圖二 A)。擔孢子長橢圓形，形狀似香蕉，基部呈楔形、微彎曲，無色、平滑，大小 $(11.7-12.5)-17.5(-20.5) \times (3-4)-5.5(-6) \mu\text{m}$ ，成熟時具有 1-3(-5) 個隔膜 (圖二 B)。分生孢子棍棒狀、長桿狀或細針狀，大小 $5-15.6(-18.5) \times 0.8-2 \mu\text{m}$ (圖二 C)。擔孢子掉落在水洋菜培養基上，成熟時由擔孢子各室細胞產生萌發管，萌發管上再產生分生孢子 (圖二 D)。

在 PSA 和 PDA 培養基上 (圖三 C、D)，初期菌落呈現黏稠狀，似酵母菌之菌落，淡黃色至淡橘色，菌落表面十分平滑。培養 1 個月後，菌落仍呈現黏稠狀，但顏色較深，且菌落表面會有細小之皺紋產生，培養越久，細紋越多且明顯。刮取菌落觀察，可見許多細小之分生孢子和短小之菌絲構成。

小果油茶餅病為台灣油茶園中常見病害，早期澤田先生發表時，鑑定為 *Exobasidium camelliae-oleiferae* (澤田, 1935)，而後，伊藤先生於日本菌類誌中，將 *E. camelliae-oleiferae* 歸為 *E. gracile* 之同物異名 (伊藤, 1955)。日本地區，*E. gracile* 主感染茶梅植物 (*Camellia sasanqua* Thunb.) (Ezuka, 1990；伊藤, 1955)，和台灣發現受感染之寄主植物相異。此外，日本地區另有記載感染茶花 (*Camellia japonica* Linn.) 之兩種外擔子菌，分別為 *E. camelliae* 和 *E. nudum* (Ezuka, 1990；伊藤, 1955)，然而，台灣雖有種植茶花，但並無相關病害紀錄。

(二) *Exobasidium monosporum* Sawada 大頭茶腫萎病

寄主：大頭茶 *Gordonia axillaries* (Don.) Szyz

嫩葉被感染後，會產生近圓形之淡黃綠色或淡紅色之病斑，病斑微凸起，葉下表會產生白色粉狀的子實層，然而，葉表偶爾亦會產生較少量的子實層。葉片上病斑數量多時，易造成葉片扭曲變形 (圖一 C)。

子實層主要由擔子和擔孢子所構成，分生孢子產生較少。擔子長圓柱狀，大小 $90-155 \times 3.5-6 \mu\text{m}$ ，頂端逐漸尖細，形成 1 個擔子小梗，大小為 $(3-4.5)-9 \times 2-4 \mu\text{m}$ ，上著生一個擔孢子 (圖二 E)。擔孢子長橢圓形，兩端略鈍，大小 $20-25(-27) \times 5-6(-7) \mu\text{m}$ ，成熟時，會產生 2-5 個橫向隔膜 (圖二 F)。擔孢子在水洋菜培養基上，可由各室細胞萌發 (圖二 G)。菌落培養在 PDA 和 PSA 培養基，呈現淡橘色，質地黏稠，菌落表面呈不規則條狀皺褶 (圖三 E)。

大頭茶腫萎病為台灣中高海拔常見之病害，此病最早由澤田先生以日文發表，為一新種 (Sawada, 1922)，除台灣外，目前尚未有其他地區發現此一病害。由於大頭茶分布在中高海拔，氣候較低溫潮濕，夏季亦可發現此病害之發生。*Exobasidium monosporum* 最大特徵為只具有一個擔子小梗，可用於和其他 *Exobasidium* 種類區分。此外，在大頭茶上，亦有另一相似病徵之病害，由 *Muribasidiospora gordoniae* 所引起 (Hsieh et al., 2008)；然而，*M. gordoniae* 會產生磚狀隔膜之擔孢子、2-3 個擔子小梗及擔孢子出芽狀萌發方式等特徵，皆可用以區分兩者。

(三) *Exobasidium reticulatum* Ito et Saw. 茶網餅病

寄主：茶 *Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze

受感染的葉表呈淡黃綠色，病斑不明顯，葉片會向上捲曲，葉背可見網輪狀之白色子實層 (圖一 B)。子實層包含擔子及擔孢子。擔子呈長圓筒狀，大小為 $100-150 \times 3.8-5 \mu\text{m}$ ，頂端著生 3-4 個擔子小梗 (圖二 H)。擔子小梗圓錐狀，頂端向內彎曲，大小 $2-3 \times 1-2 \mu\text{m}$ 。擔孢子長卵圓形，

頂端圓鈍，基部呈楔形微彎曲，大小 $10-12.5(-14) \times 2.5-3.2 \mu\text{m}$ (圖二 I)。擔孢子成熟時具 0-1 個隔膜，可由各室細胞萌發 (圖二 J)。菌落在 PDA 和 PSA 培養基上，呈淡橘紅色，表面平滑或不規則皺褶，菌落質地黏稠或呈果膠狀 (圖三 H、I)。

早期茶網餅病又稱“茶樹白黴病菌” (Sawada, 1919)，於茶葉上形成網狀構造之子實層為此病名之由來。茶網餅病可感染成熟之茶樹葉片，和茶餅病菌感染之幼嫩組織有些微之差異。依據記載，茶網餅病於台灣發生在 1~5 月，魚池地區為 8~11 月，鹿谷則是 7~10 月 (曾, 2004)，其紀錄之發病季節氣溫較高，和茶餅病發生之溫度有所差異。此外，於研究調查期間，茶園中較少發現茶網餅病之危害，仍以茶餅病較為常見。

(四) *Exobasidium vexans* Mass. 茶餅病

寄主：茶 *Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze

受感染的嫩葉表面初期呈淡紅色或淡黃色小點，病斑會逐漸擴大形成近圓形斑點，微突起，成熟時，葉下表產生白色粉狀之子實層 (圖一 D)。子實層包含擔子及擔孢子。擔子無色透明、長圓筒狀，大小 $66-126.5 \times 4-5.8 \mu\text{m}$ ，頂端具 2-3 個擔子小梗 (以 2 個最常見) (圖二 K)。擔子小梗圓錐狀，大小 $(2.5-3)-4 \times 1.5-2 \mu\text{m}$ ，上各著生一個擔孢子。擔孢子無色透明，長卵圓形，基部微彎曲，大小 $(10-11)-16 \times 3-5(-5.5) \mu\text{m}$ ，成熟萌發時具有 1(-3) 個橫隔膜 (圖二 L)。擔孢子掉落在水洋菜培養基表面，可由各室細胞萌發產生細長之發芽管 (圖二 M)。大多數的擔孢子在數天後，萌發管會停止生長，只有少數萌發的擔孢子會產生分生孢子，並形成厚膜孢子 (chlamydospores) 繼續生長 (圖三 B)。

菌落培養在 PSA 或 PDA 培養基上生長速度極慢，20°C 培養 50 天，菌落大小小於 5mm。菌落為淡黃色、質地似橡膠狀。培養 6 個月後，菌落大小仍不足 1cm，顏色較深，呈淡黃褐色至淡橘色 (圖三 F、G)。將菌落挑起鏡檢，菌落由緊緻的厚膜孢子及短粗的菌絲所構成。

茶餅病為茶樹重要病害，在濕冷季節，易造成茶園大面積危害。然而，此菌在培養基上，生長卻十分緩慢。經筆者觀察，*E. vexans* 擔孢子掉落在培養基上，擔孢子雖然會萌發，但在數日後，大多數的擔孢子會停止生長，只有少數擔孢子可以形成分生孢子和厚膜孢子繼續生長，此種形式的萌發方式，和其他種類之外擔子菌相異。作者推論造成此種現象可能是由於培養基中可能缺乏某些 *E. vexans* 生長所需之營養成分，而導致擔孢子萌發後，因養分缺乏而導致生長緩慢或停止生長。此外，鏡檢病組織上的子實層，可觀察到大量的擔孢子，分生孢子則少見，此種生長特性亦和其他種類相異。

二、病組織觀察

經由徒手切片觀察結果，大頭茶受 *Exobasidium monosporum* 感染後，植物葉片之柵狀組織和海綿組織無明顯分化現象，且細胞體積變大 (圖三 A)，此現象亦可見於其他外擔子菌感染之病組織。以掃描式電子顯微鏡觀察小果油茶餅病 (圖四 A-B)、大頭茶腫萎病 (圖四 C-F) 和茶餅病 (圖四 G-L) 之病組織表面，可清楚的觀察到外擔子菌之擔子小梗數目，擔子由氣孔或直接穿透植物表皮細胞成叢生長，成熟的擔子頂端則具擔子小梗及擔孢子。

早期研究報導，外擔子菌具有寄主專一性，且不同種之外擔子菌產生之病徵型態亦不相同 (Nannfeldt, 1981)，再輔以病原菌形態和培養性狀之差異，將此 4 種感染茶科植物之外擔子菌區分成不同種。本研究結果顯示，此 4 種外擔子菌之萌發方式相近，而同種外擔子菌在 PDA 和 PSA 上生長形態無太大差異性。欲區分此 4 種茶科植物之外擔子菌，以病徵型態、擔子小梗數目及擔孢子大小等為最佳之分類依據。台灣地區，外擔子菌除感染茶科植物外，在杜鵑花科上亦為常見之病害，如：杜鵑餅病 (*E. japonicum*) (謝, 1999)，分布從中低海拔至高海拔皆有。本研究重新描述 4 種茶樹之外擔子菌形態、萌發及培養特性，以建立更完善之茶科植物上外擔子菌的菌種資料，供日後分類鑑定之參考。

誌 謝

本研究承蒙行政院國家科學委員會 NSC -95-2313-B-054-016 之經費補助。並感謝長尾 英幸博士協同茶餅病之採集及提供許多寶貴之意見，和行政院農委會茶業改良場魚池分場和林業試驗所薛凱琳小姐協助研究採樣調查，特致謝忱。

參考文獻

1. 伊藤 誠哉.1955.日本菌類誌.第二卷第 4 號. pp. 46-55. 東京：養賢堂。
2. 張星耀.1998.外擔子菌屬真菌的研究綜述.林業科學 34: 113-120。
3. 曾方明.2004.茶網餅病.植物保護圖鑑系列-茶樹保護. pp. 103-104.行政院農業委員會動植物防疫檢疫局。
4. 澤田 兼吉.1935.*Exobasidium Camelliae-oleiferae* Sawada n. sp.台博報 25: 138-139。
5. 謝煥儒.1999.杜鵑餅病.台灣常見樹木病害. pp. 76-77.台北市：台灣省林業試驗所。
6. Blanz, P. and H. Döring. 1995. Taxonomic relationships in the genus *Exobasidium* (Basidiomycetes) based on ribosomal DNA analysis. Stud. Mycol. 38: 119-127.
7. Döring, H. 2003. Molekularsystematische untersuchungen an vertretern der pflanzenparasitischen gattung *Exobasidium* (Basidiomycota). p. 228
8. Ezuka, A. 1990. Notes on some species of *Exobasidium* in Japan (I). Trans. Mycol. Soc. Japan 31: 375-388. (In Japanese)
9. Hirata, S. 1957. Studies on the phytohormone in the malformed portion of the diseased plants 3. Auxin formation on the culture grown *Exobasidium*, *Taphrina* and *Ustilago* spp. Ann. Phytopath. Soc. Japan 22: 153-158.
10. Hsieh, H. J., C. H. Fu and H. H. Shih. 2008. *Muribasidiospora gordoniae* sp. nov. occurring on *Gordonia axillaris* in Taiwan. Bot. Stud. Vol. 49: 277-280.
11. Kirk, P. M., P. F. Cannon, J. C. David and J. A. Stalpers. 2001. Dictionary of the fungi (9th ed). CABI International. p. 655.
12. Nannfeldt, J. A. 1981. *Exobasidium*, a taxonomic reassessment applied to the European species. Symb. Bot. Upsal. 23: 1-71.
13. Sawada, K. 1919. Descriptive catalogue of the Formosan fungi I. Taiwan Agr. Exp. St. Formosa, Spec. Bull. p. 695. (In Japanese)
14. Sawada, K. 1922. Descriptive catalogue of the Formosan fungi II. Rept. Dept. Agr. Gov't. Res. Inst. Formosa. p. 173. (In Japanese)
15. Sawada, K. 1931. Descriptive catalogue of the Formosan fungi V. Rept. Gov't. Agr. Res. Inst. Taiwan. p. 131. (In Japanese)
16. Sawada, K. 1942. Descriptive catalogue of the Formosan fungi VII. Rept. Gov't. Agr. Res. Inst. Taiwan. p. 170. (In Japanese)
17. Sawada, K. 1959. Descriptive catalogue of the Formosan fungi XI. Natl. Taiwan Univ. Coll. Agric. Spec. Publ. p. 268.
18. Sundström, K. R. 1964. Studies of the physiology, morphology and serology of *Exobasidium*. Symb. Bot. Upsalienses 18: 3.
19. Wolf, F. T. and F. A. Wolf. 1952. Pathology of *Camellia* leaves infected by *Exobasidium camelliae* var. *gracile* Shirai. Phytopathology 42: 147-149.

The Studies of *Exobasidium* Diseases on Theaceae from Taiwan

Hsin-Hui Shih^{1*} Chuen-Hsu Fu² Huann-Ju Hsieh³

Summary

The genus, *Exobasidium*, is a phytopathogen and four species including *E. gracile*, *E. monosporum*, *E. reticulatum* and *E. vexans* occurring on Theaceae have been recorded in Taiwan. *E. vexans* is an economically important pathogen of *Camellia sinensis*. In this paper, the taxonomic and culturing characters of *Exobasidium* on Theaceae are described in detail. Additionally, we observed the surface structures of the pathogen on host tissues by the scanning electron microscopy.

Key words: *Exobasidium*, Theaceae, Taxonomy, Scanning electron microscopy (SEM)

1. Assistant Agronomist, Wenshan Branch, Tea Research and Extension Station, Taipei, Taiwan, R.O.C.

2. Assistant Agronomist, Division of Forest Protection, Taiwan Forestry Research Institute, Taipei, Taiwan, R.O.C.

3. Associate Professor, Department of Plant Pathology and Microbiology, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, R.O.C.

* Corresponding author.

表一、台灣地區茶科植物之外擔子菌標本資料

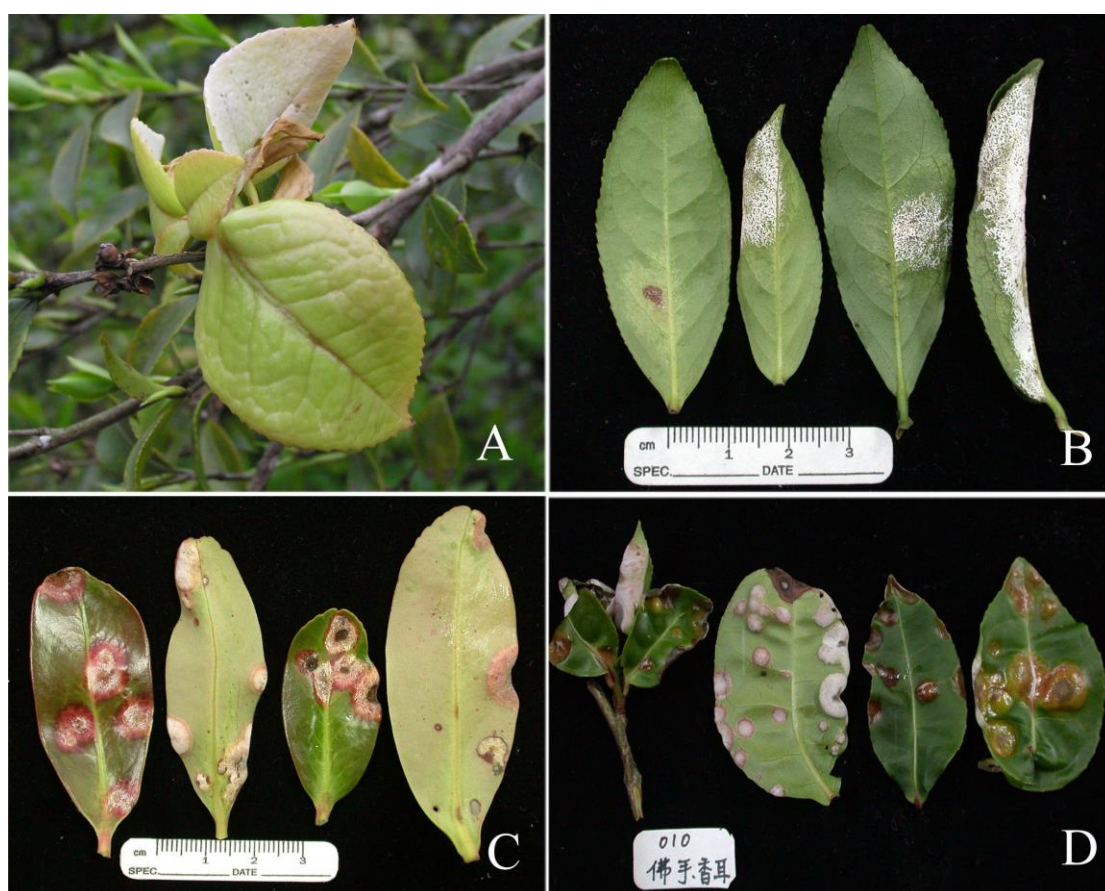
Table 1. *Exobasidium* on Theaceae from Taiwan

寄主 (Host)	病原菌 (Pathogen species)	採集日期 (Date)	採集地點 (Location)	編號 (TNM)
茶 <i>Camellia sinensis</i>	<i>Exobasidium vexans</i>	2004.10.17	陽明山國家公園 清天宮	F0020641
茶		2005.04.27	台北縣石碇鄉	F0020661
茶 “青心烏龍”		2005.04.28	宜蘭縣玉蘭茶園	F0020664
茶 “武夷”		2005.04.28	宜蘭縣玉蘭茶園	F0020665
茶 “青心烏龍”		2005.04.28	宜蘭縣玉蘭茶園	F0020666
茶 “青心烏龍”		2005.04.28	宜蘭縣三星鄉	F0020667
茶 “var. Assam 台茶 18 號”		2005.05.02	南投縣魚池	F0020671
茶 “FKK22”		2005.05.03	南投縣茶改場魚池分場	
茶 “Assam Maripuri”		2005.05.03	南投縣茶改場 魚池分場	F0020672
茶		2005.05.03	南投縣茶改場魚池分場	F0020673
茶		2005.05.03	南投縣茶改場魚池分場	F0020674
茶		2005.05.03	南投縣茶改場魚池分場	F0020675
茶 “青心大有”		2005.05.04	南投縣鳳凰茶園	F0020676
茶 “青心烏龍”		2005.05.04	南投縣鳳凰茶園	F0020677
茶 “台茶 12 號”		2005.05.04	南投縣鳳凰茶園	F0020679
茶 “var. Assam”		2005.05.04	南投縣鳳凰茶園	
茶		2006.04.04	宜蘭縣玉蘭茶園	F0020731
茶 “青心烏龍”		2007.11.21	台北縣坪林鄉大粗坑	
茶 “青心烏龍”		2007.12.18	茶業改良場文山分場	
茶 “台茶 14 號”		2007.12.18	茶業改良場文山分場	
茶 “台茶 17 號”		2007.12.18	茶業改良場文山分場	
茶 “佛手”		2007.12.18	茶業改良場文山分場	
茶 “水仙”		2007.12.20	台北縣坪林鄉上德村	
茶 “武夷”		2008.05.21	宜蘭縣大同鄉玉蘭茶園	
小果油茶 <i>Camellia tenuifolia</i>	<i>Exobasidium gracile</i>	2005.03.05	台北縣鶯歌鎮大凍山	F0020647
		2006.03	台北縣三峽鎮牛角坑	F0020724
		2005.03.12	台北縣鶯歌鎮大凍山	F0020648
		2005.03.19	宜蘭縣冬山鄉	F0020650
		2005.04.27	台北市木柵樟山寺	F0020663
		2005.04.24	台北市木柵樟山寺	F0020659
		2006.02.02	台北市木柵杏花村	F0020716
		2006.02.12	台北縣大棟山	F0020721

(續表一)

茶 <i>Camellia sinensis</i> “水仙”	<i>Exobasidium reticulatum</i>	2007.12.14	台北縣坪林鄉上德村	
		2007.12.20	台北縣坪林鄉上德村	
大頭茶 <i>Gordonia axillaris</i>	<i>Exobasidium monosporum</i>	2006.05.05	台中縣大雪山森林遊樂區	F0020752
		2008.07.12	台中縣志佳陽大山	
		2008.08.16	南投縣魚池鄉水社大山	

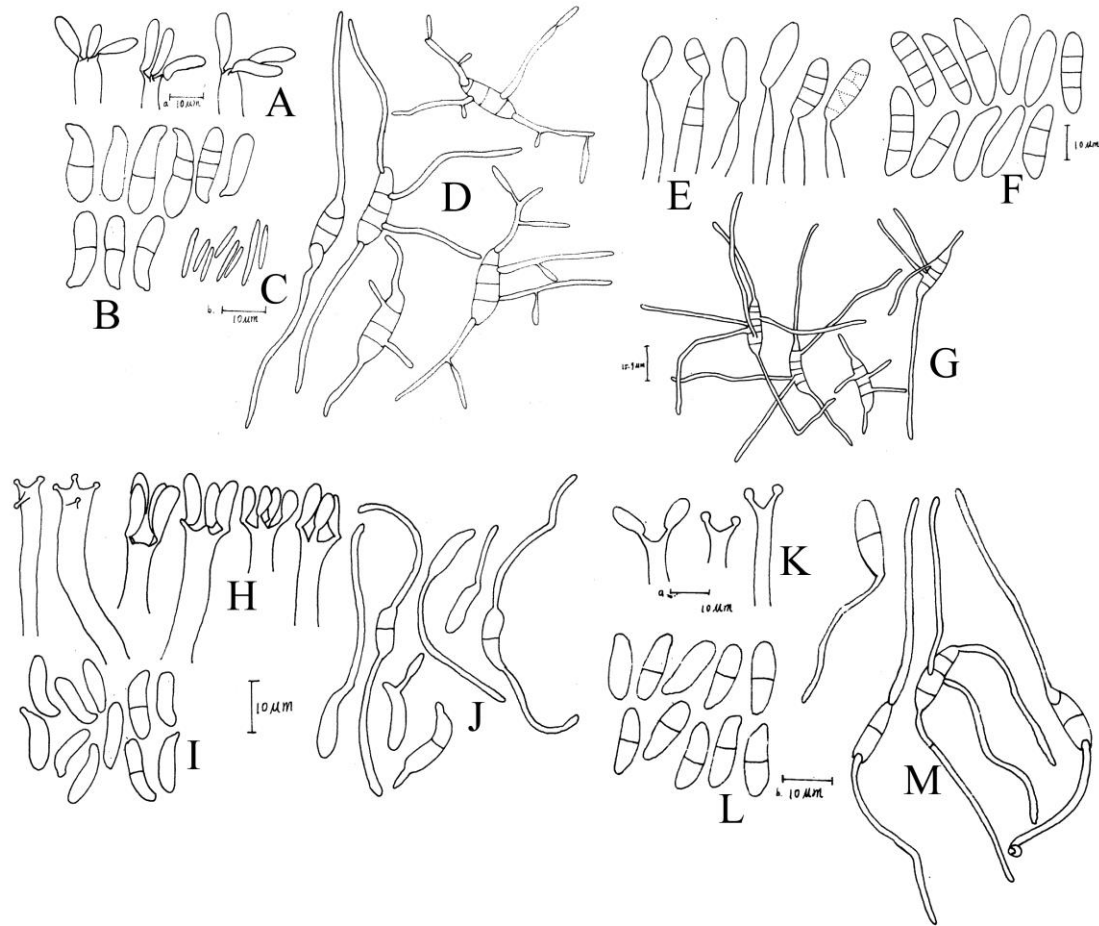
TNM: National Museum of Natural Science, Taiwan



圖一、外擔子菌感染茶科植物所造成之病徵。

A：小果油茶餅病；B：茶網餅病；C：大頭茶腫萎病；D：茶餅病

Fig. 1. The symptoms of four *Exobasidium* species occurring on Theaceae.A: *E. gracile* on *Camellia tenuifolia*; B: *E. reticulatum* on *C. sinensis*C: *E. monosporum* on *Gordonia axillaris*; D: *E. vexans* on *C. sinensis*



圖二、外擔子菌之病原菌和擔孢子萌發形態。

A-D: 小果油茶餅病菌，A：擔子；B：擔孢子；C：分生孢子；D：擔孢子萌發。

E-G: 大頭茶腫萎病菌，E：擔子；F：擔孢子；G：擔孢子萌發。

H-J: 茶網餅病菌 H：擔子；I：擔孢子；J：擔孢子萌發。

K-M: 茶餅病菌，K：擔子；L：擔孢子；M：擔孢子萌發。

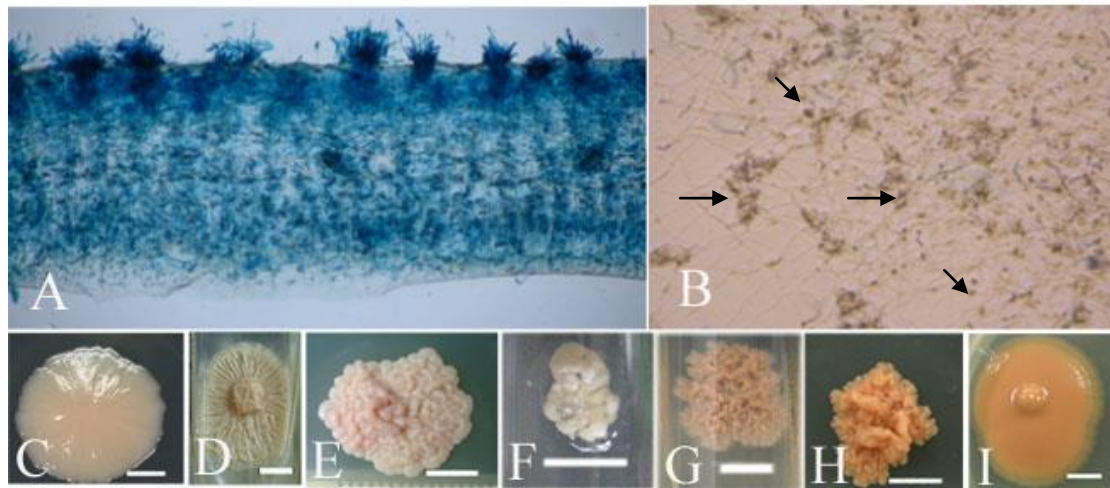
Fig. 2. Morphology and germination of *Exobasidium* species

A-D: *E. gracile*, A: basidia, B: basidiospores, C: conidia, D: germination of basidiospores

E-G: *E. monosporum*, E: basidia, F: basidiospores, G: germination of basidiospores

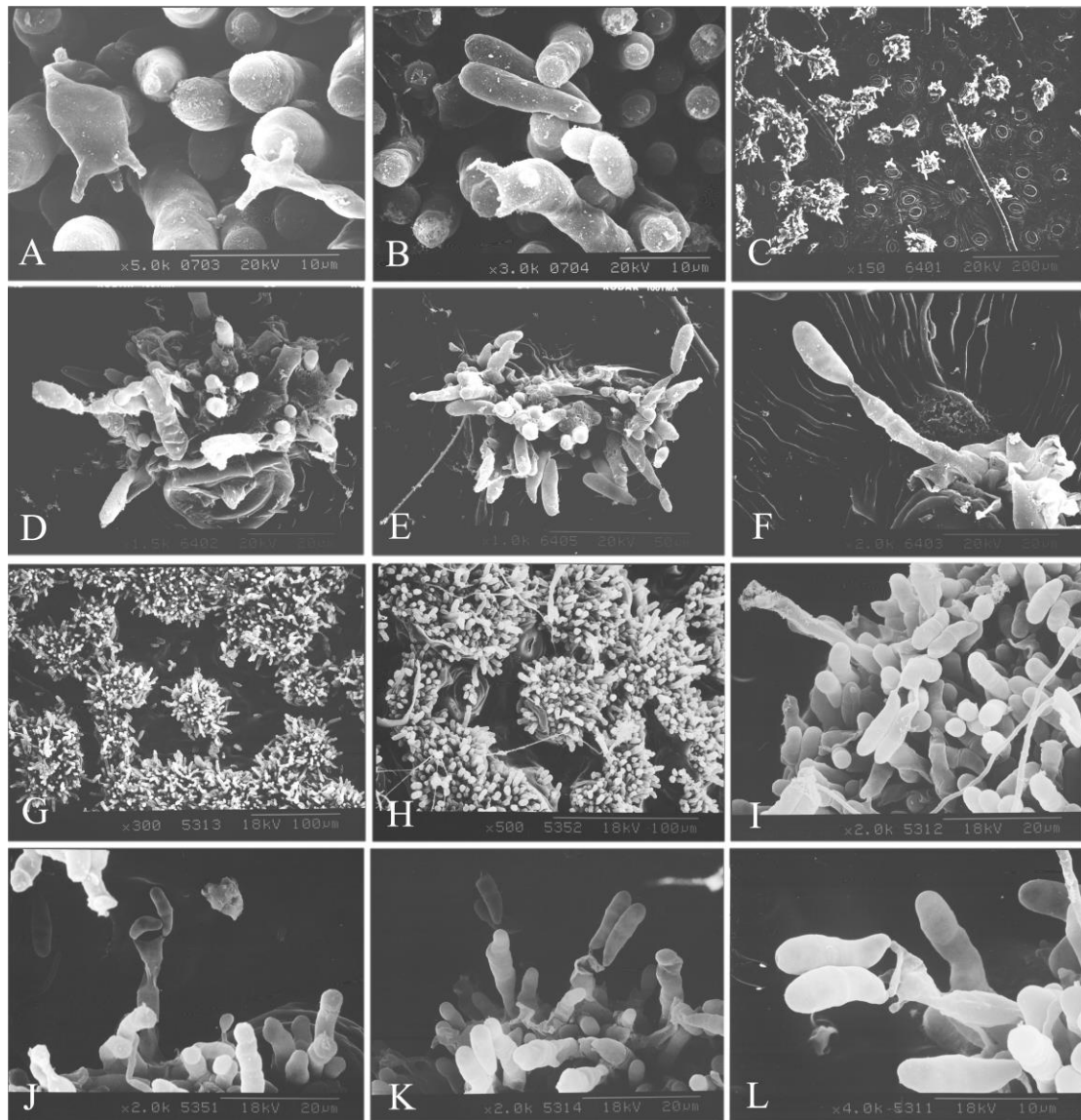
H-J: *E. reticulatum*, H: basidia, I: basidiospores, J: germination of basidiospores

K-M: *E. vexans*, K: basidia, L: basidiospores, M: germination of basidiospores



圖三、A：大頭茶腫萎病病斑橫切圖。B：茶餅病菌擔孢子萌發後期形成之厚膜孢子(黑色箭頭處)。C-D：小果油茶餅病菌落形態；C：PDA 上培養 33 天；D：PSA 上培養 100 天。E：大頭茶腫萎病菌落形態，PDA 上培養 90 天。F-G：茶餅病菌落形態；F：PSA 上 50 天；G：PSA 上 6 個月。H-I：茶網餅病菌落形態，PDA 上培養 8 個月。(尺標：5mm)

Fig. 3. A: Thin section of diseased *Gordonia axillaries* tissues infected by *Exobasidium monosporum*. B: Chlamydospores (pointed by black arrows) produced by *E. vexans* in germination. C-D: Colony of *E. gracile*, C: on PDA, 33days; D: PSA, 100 days. E: Colony of *E. monosporum* on PDA, 90days. F-G: Colony of *E. vexans*, F: on PSA, 50days; G: on PSA, 6 months. H-I: Colony of *E. reticulatum* on PDA, 8 months. (Bar: 5 mm)



圖四、掃描式電子顯微鏡觀察

A-B：小果油茶餅病菌之擔子形態。C-F：大頭茶腫萎病菌之擔子由植物葉片氣孔產生。

G-L：茶餅病菌；G-H：擔子由氣孔或表皮破裂處成叢產生，I-L：擔子及擔孢子形態。

Fig. 4. Observe *Exobasidium* species by scanning electron microscopy (SEM)

A-B: The basidial morphology of *E. gracile* on *Camellia tenuifolia*

C-F: The basidia of *E. monosporum* were produced from the stoma of *Gordonia axillarie*.

G-L: *E. vexans* on *C. sinensis*

G-H: the basidia were produced from the stoma and broken surfaces of infected leaves

I-L: the morphology of basidia and basidiospores

台灣茶樹藻斑病

曾方明¹

摘 要

茶樹藻斑病 (algal leaf spot) 的病原為 *Cephaleuros virescens* Kunze。本研究觀察藻斑與病原的形態，罹病葉上有約 1 至 60 個以上之斑點，大小為 1.5-4.5mm，灰白至黃褐色。藻細胞內有橘色色素流動，包括柵狀細胞、孢囊柄、剛毛 (setae) 及孢囊等，顏色都是明亮的橘黃色。葉狀體 (thallus) 呈灰白色、灰褐色或銹黃色。孢囊柄長 250-350μm 寬 17-22μm，孢囊柄頂端膨大的頭狀細胞 (head cell) 上有 2 至 6 個圓筒狀支撐細胞 (suffultory cells)，近乎圓球型的胞囊，由支撐細胞的頂端長出，大小為 23-27×20-25μm。除茶樹外茶園附近的油茶及觀賞茶花亦可發現。

關鍵字：茶、藻斑病、支撐細胞、*Cephaleuros virescens*

茶樹藻斑在印度、斯里蘭卡等國稱之為 red rust，日本稱為白苔病或白藻病 (Ezuka *et al.*, 1994)，中國大陸稱之為茶紅銹藻病及藻斑病 (Chen *et al.*, 1982)，經研究比對結果認為病名雖然不同，但病原皆為 *Cephaleuros virescens* Kunze，因而統一英名為 algal leaf spot。*C. virescens* 之分類地位為：

Plantae

Chlorophyta

Incertae sedis

Trentepohliales

Trentepohliaceae

Cephaleuros

Cephaleuros virescens

Cephaleuros 有別於水生藻類，是唯一的氣生絲狀藍綠藻 (filamentous green algae)，藻細胞內含有血紅素 (astaxanthin) 及 β-胡蘿荊素 (β-carotene)，因此，葉狀體的顏色為明亮的黃色、橘色或紅色 (Lopez-Bautista *et al.*, 2002; Thompson *et al.*, 1997)。*C. virescens* 的寄主範圍廣泛包括茶、咖啡、芭樂、酪梨、香草、柑橘等經濟作物 (Lopez-Bautista *et al.*, 2002)。茶樹藻斑病在印度、日本、越南和中國等產茶國家都有發生 (Ezuka *et al.*, 1994; HoIcomb *et al.*, 1998; Tunstall *et al.*, 1947)。

在台灣藻斑病多發生於潮濕、老化、疏於管理的茶園如桃、竹、苗等茶區，全年都有零星發現，但未被重視。今年 (2008) 茶改良場邱垂豐博士在花蓮縣瑞穗鄉的一有機茶園發現茶樹藻斑病嚴重發生，該茶園藻斑病近年來有一年比一年嚴重的趨勢，園內的品種包括台茶 18 號、台茶 12 號及青心烏龍都發生。藻斑病在台灣之研究幾乎完全付之闕如。本研究觀察病斑及藻細胞等的形態，期能對茶藻斑病的病原有初步的瞭解。

1.行政院農業委員會茶業改良場 助理研究員。台灣 桃園縣。

觀察楊梅茶業改良場茶園內的茶樹及附近的木本植物葉片是否有藻斑，同時採集茶樹上罹患藻斑的葉片，利用解剖顯微鏡觀察病斑的大小，形狀及顏色。茶園附近的木本植物有柚子、茱萸、相思樹、台灣欒樹、桃花、山櫻、油茶及觀賞用茶花等，其中油茶及觀賞用茶花的老熟葉上可發現輕微的藻斑。觀察茶園內之青心烏龍、青心大有、鐵觀音及台茶 12 號等四個品種之成熟老葉，發現非常多的藻斑。藻斑多發生在葉表，極少數發生在葉背。取茶樹罹病葉置於濕室 (moisture chamber) 中，靜置一夜，利用解剖針挑取部份葉狀體，置於光學顯微鏡下，觀察各種細胞的形態及測量其大小。藻斑是 *C. virescens* 在葉片上生長所形成的柵狀細胞層組合而成，稱之為葉狀體，近乎圓形或不規則圓形，由一中心點往外幅射生長，牢固的附著於葉面。藻斑直徑大小為 1.5-4.5mm，一片葉子上有 1 到 60 個以上的大小斑點，平均分布或集中在部份葉片上 (圖一)，解剖顯微鏡 50 倍下觀察，藻斑微凸起於葉表，邊緣不規則但非常緻密，緊貼於下的茶樹組織無褐化的現象。有些藻斑沿著葉脈生長成線狀，藻斑顏色為灰白、灰色、黃褐色。成熟的葉狀體可形成氣生無分叉的毛狀物 (hairs)，毛狀物有二種，一為不孕的剛毛 (setae)，二為具 3 到 5 個隔膜的孢囊柄 (sporangiophore) (圖二，A)，大小為 $250-350 \times 17-22 \mu\text{m}$ ，孢囊柄最前端的細胞膨大為頭狀細胞 (head cell) (圖二，B)，亮橘黃色，其上長出 2 到 6 個支撐細胞輪生，其前端形成孢囊 (sporangium) (圖二，C)。支撐細胞 (圖二，D) 在發育過程中為明亮黃褐色，充滿細胞質及色素，待釋出孢囊後則成為空無一物之圓筒狀的無色透明薄膜 (圖二，E)。孢囊球型呈明亮的橘黃至棕黃色，大小為 $23-27 \times 20-25 \mu\text{m}$ 。

藻類對植物病理人員而言是較陌生的領域，有些學者認為 *C. virescens* 是表生性的藻類，對植物無害 (Joubert *et al.*, 1971; Thompson *et al.*, 1997)，有些則認為對植物有害 (Tunstall *et al.*, 1947)。*C. virescens* 的游走子 (zoospore) 不易經人工培養產生，因此，目前尚無法完成柯霍氏法則 (Chapman *et al.*, 1983; Holcomb *et al.*, 1998)。從 1880 年茶藻斑病被注意以來 (Petch, 1923)，已超過一個世紀，全世界產茶國家之相關報告非少。僅日本 (末松四郎, 1950、1951) 及中國大陸 (Chen *et al.*, 1982) 對茶樹上之病原 *C. virescens* 有數篇觀察報告，台灣茶樹上則完全沒有，本文之觀察可與之進行比對。藻斑病除在茶樹上發生外，茶園附近的山茶及觀賞茶花亦有發現，未來台灣有必要進行茶樹與其它茶屬植物上之藻斑病的比較，*C. virescens* 與茶樹之間的相關性等研究，做為日後學術及防治上之參考。



圖一、茶樹藻斑病在田間發生情形

Fig.1. Symptoms of algal leaf spot at tea plantation



圖二、*Cephaleuros virescens* 的形態

A：孢囊柄 (sp)，B：頭狀細胞 (h)，

C：孢囊 (s)，D：支撐細胞 (su)，E：釋出孢囊後之支撐細胞 (ds)

Fig. 2. Morphological characteristics of *Cephaleuros virescens*

A: sporangiophore (sp); B: head cell (h); C: sporangium (s);

D: suffultory cell (su); E: suffultory cell after discharge (ds)

參考文獻

1. 末松四郎. 1950. 地上藻類 *Cephaleuros*, *Phycopeltis* について I 和歌山大學芸. 學芸研究. 自然科學 1: 89-97。
2. 末松四郎. 1951. 地上藻類 *Cephaleuros*, *Phycopeltis* について II *Cephaleuros virescens* の動孢子について. 和歌山大學芸. 學芸研究. 自然科學 2: 59-63。
3. Chen, T. M. and S. F. Chen. 1982. Disease of tea and their control in People's Republic of China. *Plant Diseases*. 66: 961-965.
4. Chapman, R. L. and B. H. Good. 1983. Subaerial symbiotic green algae: interactions with vascular plant hosts. In "Algal Symbiosis: A Continuum of Interaction Strategies", ed. L. J. Goff, pp. 173-204. NY: Cambridge University Press.
5. Ezuka, A. and Y. Ando. 1994. Algal leaf sport. In "Tea Disease in Japan", pp. 273-281. Tokyo: Japan Plant Protection Association. (In Japanese)
6. HoIcomb, G. E., S. R. Vann and J. B. Buckley. 1998. First report of *Cephaleuros virescens* in Arkansas and its occurrence in cultivated blackberry in Arkansas and Louisiana. *Plant Dis.* 82: 263.
7. Joubert, J. J. and F. H. J. Rijkenberg. 1971. Parasitic green algae. *Ann. Rev. Phytopathol.* 9: 45-64.
8. Lopez-Bautista, J. M., D. A. Waters and R. L. Chapman. 2002. The Trentepohliales revisited. *Constancea* 83(1). http://ucjeps.berkeley.edu/constancea/83/lopez_etal/trentepohliales.html. Accessed December 16, 2002.
9. Petch, T. 1923. *The Diseases of the Tea Bush*. London: MacMillan. pp. 56-64, 194.
10. Thompson, R. H. and D. Wujek. 1997. Trentepohliale: *Cephaleuros*, *Phycopeltis*, and *Stomatochroon*. *Morphology, Taxonomy, and Ecology*. India: Science Publishers. p. 149.
11. Tunstall, A. C. and K. C. Sarmah. 1947. Notes on stem diseases of tea in North East India. *Indian Tea Association, Memorandum No.16*. pp. 45-50.

Algal Leaf Spot of Tea Plant Caused by *Cephaleuros* *virescens* Kunze in Taiwan

Fang-Ming Thseng¹

Summary

Algal leaf spot is caused by *Cephaleuros virescens* Kunze in tea plants. One to over sixty sports was found in a single leaf. Leaves develop lesions that are roughly circular, gray white to yellow brown, 1.5-4.5mm in size. Vegetative cell, sporangiophore, setae and sporangia are brightly yellow brown in color under microscope. The head cell, which is terminal on a sporangiophore, bears sporangiate-laterals. Sporangiophore is 250-350×17-22µm. Head cell bears 2-6 whorled suffultory cells. Sporangia are terminal on the suffultory cell. Sporangia and suffultory cells are 23-27×20-25µm and 35-40µm, respectively. Among woody plant species around tea garden observed, only *Camellia oleifera* and *C. japonica* are infested by *C. virescens*.

Key words: Tea, Algal leaf spot, Suffultory cells, *Cephaleuros virescens*

1. Assistant Plant Pathologist, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan, R.O.C.

台灣凍頂烏龍茶之化學特性與等級之鑑別

蔡永生¹ 劉士綸² 區少梅^{3*}

摘 要

本研究以鹿谷地區所產之台灣凍頂烏龍茶比賽茶為抽樣母群，選取 48 件不同等級之茶樣為試驗材料，就其主要化學成分進行分析。期能建立台灣凍頂烏龍茶之化學成分基本資料，找出屬於台灣凍頂烏龍茶之特色成分。另比較三個不同等級之凍頂烏龍茶比賽茶間化學成分之差異，並結合主成分分析與線性鑑別分析，嘗試找出影響台灣凍頂烏龍茶等級判定上重要之成分。結果顯示，凍頂烏龍茶中咖啡因與兒茶素中之 EGCG 含量分別為 1.56 %與 3.00 %，與製程相近之鐵觀音茶與高山茶相比，此兩項成分含量偏低，為台灣凍頂烏龍茶主要之特色。三個不同等級之凍頂烏龍茶茶樣，在大多數化學成分含量間均具顯著差異，除下級茶具 EGCG、總個別兒茶素與總酯型兒茶素等含量高於其他兩等級茶樣之特色外，在等級間各成分含量之變化並無一致趨勢。另以逐步鑑別分析選取對不同等級凍頂烏龍茶鑑別影響力較大的 7 項變數，再進行等級間之線性鑑別分析，所得之判別成功率達 93.88 %。

關鍵字：台灣凍頂烏龍茶、主要化學成分、線性鑑別分析、主成分分析

前 言

我國茶葉種類繁多，依加工方法的不同，大致可分為綠茶、黃茶、白茶、青茶 (烏龍茶)、紅茶及黑茶等六大基本茶類 (陳，1992；林，2001)。按發酵程度區分，白茶類及青茶類屬部分發酵茶類，而青茶類製造過程中日光萎凋、室內萎凋及攪拌是形成青茶色、香、味之關鍵步驟，由於發酵程度之不同，衍生出台灣特色茶不同色、香、味之品質特徵 (陳，2003)。

-
1. 國立中興大學食品暨應用生物科技學系博士班研究生。台灣 台中市。
 2. 行政院農業委員會茶業改良場副研究員。台灣 桃園縣。
 3. 中臺科技大學食品科技研究所教授。台灣 台中市。

* 通訊作者。電子郵件：smou@ctust.edu.tw

台灣茶葉之品種及製作技術，自 1796 年隨大陸福建移民傳至台灣北部，茶業之發展迄今已有兩百多年之歷史 (林，2003)，其間先後引進及發展烏龍茶、包種茶、紅茶及綠茶等製作技術，使台灣成為獨一無二兼具不發酵茶、部分發酵茶與全發酵茶的產茶地區 (阮，1998；陳，2003)。部分發酵茶類中包括包種茶類及烏龍茶類 (白毫烏龍茶)，其中包種茶類因製作方式之不同，可分為條型及半球型包種茶，兩者中又以後者為台灣茶區所產製最大宗之茶類 (陳，2003)。半球型包種茶製作細膩而製程繁瑣，由於產區、品種、採摘方式、發酵及烘焙程度之不同，使其品質特性更具多樣性，其中以凍頂烏龍茶、高山茶及鐵觀音茶較具代表性 (陳，2003)。凍頂烏龍茶在 1855 年，由林鳳池氏自福建引入青心烏龍種茶苗，在南投縣鹿谷鄉凍頂山一帶開始種植，為台灣極富歷史之傳統半球型包種茶，廣義而言，半球型之包種茶一般消費市場也泛稱凍頂烏龍茶 (楊和賴，1997)。凍頂烏龍茶色澤墨綠鮮豔，條索緊結重實，湯色金黃具焙火香且滋味醇厚甘潤 (陳，2003)。凍頂烏龍茶在製程上屬中萎凋中攪拌程度，發酵程度約為 20-25 %，其發酵程度一部份來自萎凋及攪拌過程中之酵素性氧化作用，一部份則來自烘焙時因溫度效應造成之非酵素性氧化作用 (陳，2003)。烘焙工作對重烘焙程度之凍頂烏龍茶相當重要，賦予其甘醇、濃郁、圓融及深沈之焙火香 (陳，2003；陳和林，2003)。上述諸多條件，使得凍頂烏龍茶具有特殊之感官特性與經濟價值，在台灣茶葉中深受消費市場青睞，且持續蓬勃發展。

台灣目前茶園面積為 17,620 公頃，總產量估計為 18,803 公噸 (行政院農業委員會，2007)，凍頂烏龍茶因其產量豐富及種類繁複，已成為台灣最具代表性之茶葉種類之一。每年凍頂烏龍茶評鑑比賽已成為規模極盛大之優良茶評鑑比賽，參賽茶樣動輒數千件，更可看出凍頂烏龍茶在台灣茶葉中之地位。目前凍頂烏龍茶和高山茶皆為外國觀光客與國人送禮最受歡迎之茶葉，在海外名氣甚高，目前台灣面臨加入 WTO 組織，對農業帶來極大的衝擊，但一般認為凍頂烏龍茶在台灣茶業的未來仍將是一項主力之產品。

國內有關茶類的研究報告甚多，但截至目前仍未有系統且完整地建立台灣凍頂烏龍茶主要化學成分含量及其變異之資料庫。另外在每年數千件樣品參加之優良茶評鑑賽中，茶樣之各化學成分含量是否對比賽茶等級之判定有所幫助，亦有探討之必要。因此本研究利用台灣鹿谷鄉所產之凍頂烏龍茶比賽茶為試驗材料，期能：

- 一、初步建立台灣凍頂烏龍茶主要化學成分之基本資料，以提供各界參考。
- 二、比較不同等級之台灣凍頂烏龍茶比賽茶間化學成分之差異。
- 三、利用化學成分配合主成分分析 (principal component analysis, PCA)、逐步鑑別分析 (stepwise discriminant analysis, SDA) 及線性鑑別分析 (linear discriminant analysis, LDA) 進行不同等級凍頂烏龍茶比賽茶的判別。

材料與方法

一、試驗材料：包括產自鹿谷 2002 年春季與 2003 年春季及夏季所產凍頂烏龍茶比賽茶 48 件。

二、試驗方法：

(一)台灣凍頂烏龍茶主要化學成分平均含量及變異分析

自具代表性的鹿谷鄉凍頂烏龍茶比賽茶樣，從中篩選不同等級的茶樣計 48 個為代表，分析並建立台灣凍頂烏龍茶主要化學成分資料庫，分析成分包括水分、pH 值、總兒茶素、總多元酚、總氮、游離胺基酸、個別兒茶素及咖啡因等 16 項。

(二)不同等級凍頂烏龍茶比賽茶之主要化學成分的比較

上述選取 48 個不同等級之比賽茶茶樣，將極優之入等茶 (含二等茶、三等茶) 列為上級茶，計 19 茶樣；未入等之優良茶列為中級茶，計 13 茶樣；而淘汰之比賽茶列為下級茶，計 16 茶樣。分別分析其主要化學成分，並以變方分析探討不同等級間化學成分之差異。

(三)不同等級凍頂烏龍茶比賽茶之判別

將上述上級、中級、下級凍頂烏龍茶共 48 件樣品，利用主要化學成分配合逐步鑑別分析與線性鑑別分析，評估其判別效果。

(四)主要化學成分之分析方法

- (1) 水分含量測定 (劉等, 2004): 以 105°C 乾燥至恆重, 分析條件及方法與 (劉等, 2004) 之研究相同, 測定值採二重複平均。
- (2) pH 值 (AOAC, 1984): 仿照標準審茶法沖泡, 分析條件及方法與 (劉等, 2004) 之研究相同, 測定值採二重複平均。
- (3) 總兒茶素含量 (Total catechins contents, TC) 測定 (區等, 1988): 以酒石酸鐵呈色法測定之, 分析條件及方法與 (劉等, 2004) 之研究相同, 測定值採二重複平均。
- (4) 總多元酚含量 (Total polyphenols contents, TP) 測定 (Spano and Wrolstad, 1990): 以 Folin-Ciocalteu 呈色法測定之, 分析條件及方法與 (劉等, 2004) 之研究相同, 測定值採二重複平均。
- (5) 總氮量 (Total nitrogen contents, TN) 測定 (Iwasa, 1975): 採凱氏法 (Kjedahl method) 測定之, 分析條件及方法與 (劉等, 2004) 之研究相同, 測定值採二重複平均。
- (6) 游離胺基酸含量 (Free amino acids contents, FAA) 測定 (Nakagawa and Anan, 1979): 以 Ninhydrin 呈色法測定之, 分析條件及方法與 (劉等, 2004) 之研究相同, 測定值採二重複平均。

(7) 咖啡因及個別兒茶素之測定 (Terada et al., 1987)：以高效能液相層析儀搭配紫外光檢測器測定之，分析條件及方法與 (劉等，2004) 之研究相同，測定值採二重複平均。

(五)統計分析方法 (SAS, 1988)：以 SAS (Statistical Analysis System) 套裝軟體進行單因子變異數分析 (one-way analysis of variance, one-way ANOVA)、逐步鑑別分析及線性鑑別分析。

結果與討論

一、台灣凍頂烏龍茶主要化學成分平均含量及其變異

台灣凍頂烏龍茶發展歷史悠久，1976 年之後因優良茶比賽促銷成功，再加上本身製作優良，更凸顯其特色，而聲名大噪，近十幾年來，已成為家喻戶曉的台灣特產，在茶葉市場上極受消費者青睞 (楊和賴，1997)。目前有關凍頂烏龍茶各項主要化學成分之平均含量、變異及與其他不同台灣特色茶比較之研究報告幾乎付之闕如，故凍頂烏龍茶主要化學成分之平均含量及其變異亟待建立。

凍頂烏龍茶在製茶過程中，「熱團揉」為其獨特的技藝，品質良好之凍頂烏龍茶茶葉形狀條索緊結整齊，葉尖捲曲成蝦球狀，茶湯水色呈金黃且澄清明澈，香氣清香撲鼻，茶湯入口生津富活性，落喉韻味強且經久耐泡 (楊和賴，1997)。本試驗以鹿谷地區比賽茶為抽樣母群，自 2002 年春季與 2003 年春季及夏季之比賽茶中，蒐集各不同等級的茶樣共計 48 件。由於抽樣涵蓋不同茶農所製造不同產季及不同等級之茶樣，包括品質極優之入等茶 (二等及三等茶)、品質中等之優良茶及品質有瑕疵之淘汰茶為分析茶樣，因此分析的結果應可代表台灣凍頂烏龍茶主要化學成分含量之變異。

表一為台灣凍頂烏龍茶主要化學成分之含量與範圍，其中 pH 值、總兒茶素 (TC)、總多元酚 (TP)、總氮 (TN)、游離胺基酸 (FAA) 與個別兒茶素中的 gallic acid (GC)、epigallocatechin (EGC)、catechin (C)、epicatechin (EC)、epicatechin gallate (ECG) 等含量，大致落在一般部分發酵茶的含量範圍內，但其水分、咖啡因與個別兒茶素中的 epigallocatechin gallate (EGCG) 含量則低於一般部分發酵茶 (區等，1988；蔡等，1990；區和陳，1993；陳和區，1995；蔡，1998；蔡等，2000；徐等，2001)。表一中各成分以茶湯之 pH 值與總氮含量變異較小，變異係數 (CV %) 皆在 11 % 以下，此趨勢在其他茶類中也有相似情況 (林，1999；劉等，2004；劉等，2007)。在不同凍頂烏龍茶比賽茶樣品間，水分和游離胺基酸含量差異較大，樣品間變異係數達到 51.93 % 與 39.68 %，高於同屬部分發酵茶且製程較為接近之高山茶與鐵觀音茶 (劉等，2004；劉等，2007)。研究顯示，烘焙的時間與溫度會影響茶葉中水分及游離胺基酸之含量 (阮等，1989；徐等，2001)。凍頂烏龍茶屬緊結度較高 (表示其揉捻次數較多) 且較重烘焙的茶葉 (陳和林，2003)，烘焙程度高，會使茶葉中水分含量降低，而在製程中不同

的揉捻方式與烘焙程度可能造成不同茶樣間水分和游離胺基酸含量產生較大之變異。在個別兒茶素中之 GC 與 C 含量，樣品間變異係數達 45.07 % 與 43.38 %，此兩種兒茶素在茶葉中因含量較低，不同茶樣間含量之些許不同，即造成茶樣間較大之變異。上述兩項個別兒茶素，皆屬游離型兒茶素 (free-type catechins)，因其具較大之變異而使不同之台灣凍頂烏龍茶間，個別兒茶素組成與特徵各具特色；也因其含量較低，對總游離型兒茶素 (total free-type catechins, TFC) 含量之變異影響程度較小，樣品間變異係數僅 14.57 %。扣除上述的水分、pH 值、總氮與游離胺基酸含量及個別兒茶素中之 GC 與 C 含量等六項成分，凍頂烏龍茶中三項個別兒茶素之總量指標與其餘多數成分之含量，具有相似之變異程度，其變異係數都在百分之十至三十間，與一般部分發酵茶各個成分含量之變異，具相似結果 (蔡等，1990；區和陳，1993；劉等，2004)。綜合上述數點，可看出台灣凍頂烏龍茶主要化學成分含量之變異情形。

半球型包種茶為台灣茶區所產製最大宗之茶類，凍頂烏龍茶、高山茶與鐵觀音茶為最具代表性之茶種，三種茶類萎凋與發酵步驟雖極為相似，但因烘焙程度及復炒復揉程序之不同，在感官特性上具較大之差異。講究「烘焙香味」著名的凍頂烏龍茶，毛茶必須經至少 30 ± 5 小時的長時間烘焙；高山茶講求優雅之香氣及細膩甘醇之滋味，製成毛茶後僅需輕之烘焙，避免喪失其優雅之香氣；鐵觀音茶加工最大特徵是「包布焙」之步驟，其感官品質最大特徵為帶弱熟果酸和幽韻深遠的「喉韻」，烘焙時間必須長達 40 ± 5 小時 (陳，2003；劉等，2004)。高溫與長時間烘焙會導致茶湯 pH 值明顯下降，使茶湯口感略帶酸味 (阮等，1989；原，1989；徐等，2001)，凍頂烏龍茶之烘焙程度介於輕焙火之高山茶與重焙火之鐵觀音茶間，其 pH 值為 5.40，也介於高山茶 (5.61) 與鐵觀音茶之間 (5.11) (劉等，2004；劉等，2007)。

半球型包種茶製作過程中，萎凋及攪拌程度輕重，會影響茶葉之發酵程度 (陳，2003)，萎凋之溫度與時間對茶葉中胺基酸含量之影響並無規則變化 (張和李，1994)。長時間與高溫烘焙會導致茶葉中胺基酸明顯減少，形成梅納反應衍生茶葉的烘焙香，及造成茶湯水色之顏色由綠黃色轉向黃褐色 (徐等，2001)。表一中凍頂烏龍茶之游離胺基酸含量為 1.41 %，介於高山茶之 1.92 % 與鐵觀音茶之 0.50 % (劉等，2004、劉等，2007) 之間，印證烘焙程度對茶葉中胺基酸含量之影響；此也與 (林，1999) 的結果 (凍頂烏龍茶茶湯之游離胺基酸含量為 30.17 mg/100 mL 介於高山茶之 38.12 mg/100 mL 與鐵觀音茶之 27.33 mg/100 mL 之間) 相符合。

在咖啡因含量方面，凍頂烏龍茶之含量 (1.56 %) 顯著低於高山茶 (1.66 %) 與鐵觀音 (2.04 %) (劉等，2004；劉等，2007)，一般而言，隨烘焙溫度與時間增加，咖啡因含量會有微幅下降之趨勢 (徐等，2001)，但在本研究中並未呈現此趨勢。據推測應與茶樹之品種有關，凍頂烏龍茶皆以青心烏龍為其栽種品種，(王等，2006) 之研究指出，青心烏龍品種所製出佳葉龍茶之咖啡因含量，顯著低於其他品種所製，可印證此推論。另在屬酯型兒茶素之 EGCG 含量上也呈現與咖啡因相同之趨勢，其含量 (3.00 %)

顯著低於高山茶 (3.98 %) 與鐵觀音 (5.38 %) (劉等, 2004; 劉等, 2007), 顯示以青心烏龍品種製成之凍頂烏龍茶同樣具 EGCG 含量較低之特色 (王等, 2006)。

整體而言, 表一之分析結果涵蓋了凍頂烏龍茶主要非揮發性之化學成分, 即有關茶湯滋味和水色之化學成分, 包括水分含量、pH 值、總兒茶素、總多元酚、總氮、游離胺基酸、個別兒茶素及咖啡因。由表中可歸納出屬於台灣特色茶之一之凍頂烏龍茶, 主要具咖啡因與 EGCG 含量較低之特色, 而本表也可看出台灣凍頂烏龍茶各項化學成分平均含量及其變異, 以提供各界參考。

二、凍頂烏龍茶不同等級之比賽茶主要化學成分之比較

表二為三個不同等級凍頂烏龍茶比賽茶茶樣間主要化學成分之比較, 結果顯示, 三種不同等級之茶樣間, 在咖啡因及個別兒茶素中的 GC 與 C 含量上均無顯著性差異存在 ($p > 0.05$)。另由表中可看出下級茶具個別兒茶素中的 EGCG、總個別兒茶素 (total individual catechins, TIC) 與總酯型兒茶素 (total ester-type catechins, TEC) 含量顯著高於其他兩等級茶樣之特色。

從表二中比較不同等級凍頂烏龍茶主要化學成分之差異, 可看出與酯型兒茶素相關的 EGCG、ECG 與總酯型兒茶素含量上, 大致呈現的趨勢為下級茶高於中級茶與上級茶。兒茶素中的游離型兒茶素與酯型兒茶素具苦澀味, 含量較高會使茶湯苦澀味偏高 (陳, 1995), 其中酯型兒茶素之苦澀味感覺又高於游離型兒茶素 (蔡等, 1990)。凍頂烏龍茶滋味醇厚甘潤, 茶湯入口生津富活性 (楊和賴, 1997; 陳, 2003), 蔡等人之研究結果指出, 酯型兒茶素之含量與茶葉感官品質呈負相關 (蔡等, 1990), 下級之凍頂烏龍茶酯型兒茶素類化合物含量較其他兩等級茶為高, 推估在茶湯滋味上應較具苦澀味, 在等級判定上遜於其他兩等級茶, 應為合理之現象。

由表二的結果可看出, 除酯型兒茶素類含量外, 在 pH 值、總兒茶素、總多元酚、總氮、游離胺基酸與個別兒茶素中之 EGC 及 EC 等成分上, 不同等級之茶樣間也具顯著性之差異, 但等級間, 並無一致趨勢。

自然作物組成成分複雜, 進行種類間之比較時, 常利用多變量統計分析, 但因分析之變項個數太多, 且彼此間可能存在部分相關性與重複性, 會影響比較之結果 (劉等, 2004; 劉等, 2007)。主成分分析 (Principal Component Analysis, PCA) 可將多個變項化簡為少數幾個綜合指標, 將具相關的數個成分濃縮簡化成獨立且不相關之主成分。主成分分析除可得知各變項對主成分之影響能力外, 尚可藉不同主成分達到辨別樣品間差異並對樣品進行分類之工作 (林, 1983; 劉等, 2004; 劉等, 2007)。故利用主成分分析瞭解化學成分對不同等級凍頂烏龍茶之整體影響。

利用 15 項主要化學成分進行三不同等級凍頂烏龍茶比賽茶茶樣之主成分分析, 將樣品在第一及第二主成分上之 Eigenvalue 與 Eigenvector 值作圖, 結果如圖一所示, 累積第一及第二主成分可解釋 62 % 之總變異程度, 與 (劉等, 2007) 之研究結果相近。

由圖中可看出，凍頂茶茶樣可被分為兩大群。第一群分佈於第一與第四象限內，為 2002 年春季之茶樣，其中又可大致分出下級茶與上級茶、中級茶兩群；第二群則分佈於第二與第三象限內，為 2003 年春季與夏季之茶樣。顯示對此 15 項主要成分而言，不同產季間之茶樣會有差異存在，在 (劉等, 2004) 之研究中，也顯示相同之趨勢。觀察各主要成分對不同等級茶樣之整體影響，由圖中可看出，下級茶與其他兩等級茶樣可明顯區分，但上級茶與中級茶間，整體特性上較為接近，無法明顯區分。由圖中另可看出，總兒茶素、個別兒茶素中之 GC、EGCG 及 ECG 與總個別兒茶素及總游離型、總酯型兒茶素等七項化學成分，與下級茶之相關性較高，其中以 EGCG 與總酯型兒茶素相關性最高，顯示下級茶具較高之兒茶素類含量。表二之結果顯示，下級茶具較高之 EGCG、總個別兒茶素與總酯型兒茶素含量，由主成分分析圖中，也呈現相同之趨勢。

三、不同等級凍頂烏龍比賽茶之判別

優良茶評鑑中，茶葉之外觀 (形狀、色澤)、茶湯 (水色、香氣、滋味) 及葉底為三項主要評鑑項目，茶葉評鑑過程中，即在評估茶葉之各項感官特性。茶葉中各項化學成分之含量，皆會對茶葉複雜之感官特性造成影響，以單一化學成分很難判別出不同等級之茶葉，也常因變項個數太多，彼此間存在部分相關性與重複性，而影響判別之結果。故本研究利用多變量統計分析法中之逐步鑑別分析法，嘗試找出影響不同等級茶葉之主要成分，結果如表三所示。

利用逐步鑑別分析法觀察影響不同等級凍頂烏龍茶比賽茶樣判定之主要化學成分，主要可藉 Wilk's Lambda 值來輔助判定，Wilk's Lambda 值越大表示此因子對判別時影響力越大。由表三中可看出，在分析的十五項主要化學成分中，對等級判定有顯著影響的共有七項化學成分，影響力自大至小依序為總兒茶素、EGCG、總多元酚、ECG、EGC、總氮與 EC 含量，其 Wilk's Lambda 值分別為 0.366、0.159、0.069、0.043、0.027、0.023 及 0.020。為瞭解此七項化學成分對不同等級茶樣判別之影響，進一步將其代入線性鑑別模式中，進行 48 件凍頂烏龍茶比賽茶等級之判別，結果如表四所示。

由表四中可看出，以此 7 項主要化學成分進行線性鑑別分析，對三個不同等級凍頂烏龍茶茶樣之整體判別成功率可達 93.88%，除上級茶被判別錯誤之機率为 15.79% (3/19) 之外，中級茶與下級茶以線性鑑別模式判別，成功率皆達 100%。此三件判別錯誤之上級茶樣品皆被錯誤判定為中級茶，顯示上級茶與中級茶之差異，小於上級茶與下級茶之差異，此與一般不同等級間感官品質之差異性相符。細就此些被鑑別錯誤之樣品，發現都具有在上級茶中偏高之 ECG 含量與較低之 EGC 含量，表二中顯示，中級茶與上級茶相比，具較高之 ECG 含量與較低之 EGC 含量，故可推測可能因偏高之 ECG 含量與偏低之 EGC 含量，而使此三件上級茶茶樣被判別錯誤為中級茶。

此結果與 (劉等, 2004) 之研究，利用五項主要化學成分，進行三個不同等級台

灣鐵觀音茶比賽茶之線性鑑別，其判別成功率達 88.23 %有相同之趨勢；但(劉等，2007) 另針對不同等級之台灣高山茶，利用主要化學成分進行鑑別分析，其判別成功率僅 65 %。若比較三篇研究之茶樣基本資料，可發現高山茶比賽茶茶樣產於三個不同產季，且三等級之茶樣中，各包含不同產季之樣品；本研究所選用的凍頂烏龍茶，雖包含兩個不同產季，但產於 2003 年春季之樣品，均為上級茶；而鐵觀音茶比賽茶茶樣，均產於 2002 年冬季。綜合三篇研究，可發現以主要化學成分，對來自單一產季之比賽茶進行不同等級之判別，有較佳之判別成功率，若對來自不同產季之比賽茶進行等級之判別，判別成功率則大幅降低。顯示不同產季所產之台灣特色茶，在化學成分上有差異存在；亦即以主要化學成分進行不同等級比賽茶茶樣間之線性鑑別分析，對單一產季比賽茶之判別效果較佳，若針對不同產季之比賽茶共同進行判別時，判別成功率則大幅下降。

茶葉評鑑過程中，外觀、香氣及滋味等特性為主要之評斷因子，這些特性皆可歸類於茶葉及茶湯之感官品質，經由評審者之感官品評可明確並精確的評斷茶葉的不同等級。雖利用主要化學成分進行單一產季、不同等級之凍頂烏龍茶比賽茶鑑別，判別成功率可達九成，但本試驗中將不同等級之比賽茶差異極大化，即僅分為上、中、下三大等級，整體而言，其靈敏度(只有三級)仍遠不及感官品評。由本研究結果，再次可看出影響茶葉感官品質好壞因子的複雜性，雖然目前化學分析之進步，再加上統計方法之日新月異，但判別茶葉品質之好壞，仍以感官分析來判別算是比較靈敏且精確度高的方法。

結論與建議

凍頂烏龍茶在台灣為一極具代表性且傳統之茶葉種類，本試驗將台灣凍頂烏龍茶之主要化學成分含量範圍作一界定，提供各界參考；同時也找出台灣凍頂烏龍茶具低咖啡因與 EGCG 含量之特性，其含量分別為 1.56 %與 3.00 %。不同產季之凍頂烏龍茶在各主要化學成分上會出現差異，在每年優良茶評鑑中將茶葉之主要物理化學成分(包括揮發性成分)及各種仿生科技，如電子鼻、電子舌與感官品評技術相結合，提供茶葉評鑑上更客觀、穩定之標準，應為吾人需再進一步的努力之方向。

參考文獻

1. 王雪芳、蔡永生、林木連、區少梅.2006.不同品種、產區與產季對台灣佳葉龍茶主要化學成分的影響.台灣農業化學與食品科學 44(2): 90-99。
2. 行政院農業委員會.2007.95 年農業統計年報.行政院農業委員會. p. 32。
3. 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

灣茶業研究彙報 8: 71-82。

4. 阮逸明.1998.台茶現況及發展策略.出自“台灣烏龍茶的回顧與展望研討會專刊”. 賴正南、楊盛勳、阮逸明編. pp. 51-58.台北：台灣區製茶工業同業公會。
5. 林木連.2001.茶業技術推廣手冊--製茶技術.桃園：行政院農業委員會茶業改良場。
6. 林木連.2003.台灣茶業產銷現況、品質管理及未來.出自“台灣茶葉產製科技研究與發展專刊”.蕭素女編. pp. 41-50.桃園：行政院農業委員會茶業改良場。
7. 林青山.1983.多變量分析統計法.台北：東華書局。
8. 林建森.1999.台灣茶類滋味品質特性快速分析之研究.國立中興大學食品科學系碩士論文(未出版)。
9. 原利男.1989.綠茶の加熱香氣成分とオフ・フレーバ成分に関する研究.野菜.茶業試驗場研究報告 B(金谷) 3: 9-54。
10. 徐英祥、蔡永生、張如華、郭寬福、林金池.2001.包種茶炭焙技術之研究-(II)炭焙溫度與時間對包種茶品質及化學成分之影響.台灣茶業研究彙報 20: 71-86。
11. 區少梅、陳玉舜.1993.近紅外線光譜技術鑑定茶品質之研究.中國農業化學會誌 31(2): 183-199。
12. 區少梅、蔡永生、張如華.1988.包種茶酚類化合物分析方法之比較與評估.台灣茶業研究彙報 7: 43-61。
13. 張如華、李敏雄.1994.萎凋溫度與時間對製作碎型包種茶之影響.台灣茶業研究彙報 13: 81-90。
14. 陳玉舜、區少梅.1995.包裝與貯藏條件對包種茶主要化學成分變化之影響.中國農業化學會誌 33(6): 647-664。
15. 陳宗懋.1992.中國茶經.上海：上海文化。
16. 陳英玲. 1995. 茶葉化學.出自“茶業技術推廣手冊 (製茶篇)”.賴正南編.桃園行政院農業委員會茶業改良場。
17. 陳國任、林金池.2003.優良茶比賽茶樣等級間品質與容重之探討.台灣茶業研究彙報 22: 143-152。
18. 陳國任.2003.台灣特色茶烘焙技術及品質之探討.出自“台灣茶葉產製科技研究與發展專刊”.蕭素女編. pp. 89-99.桃園：行政院農業委員會茶業改良場。
19. 楊盛勳、賴正南.1997.台灣茶葉起源與特色.台北市：台北市七星農田水利研究發展基金。
20. 劉士綸、蔡永生、區少梅.2004.利用物化與逐步判別分析鑑別台灣鐵觀音茶之特性.台灣茶業研究彙報 23: 133-144。
21. 劉士綸、蔡永生、區少梅.2007.台灣高山茶之化學特性與等級之鑑別 (投稿中)。
22. 蔡永生、區少梅、張如華.1990.不同品種包種茶感官品質與化學組成之特徵與判別分析.台灣茶業研究彙報 9: 79-98。
23. 蔡永生、張如華、林建森.2000.台灣現有產製茶類主要化學成分含量之分析與判別.台灣

茶業研究彙報 19: 139-154。

24. 蔡雅紋.1998.文山包種茶製程中主要化學成分之變化.國立台灣大學食品科技研究所碩士論文(未出版)。
25. AOAC. 1984. Official Methods of Analysis, 14th ed. Gaithersburg: AOAC International.
26. Iwasa, K. 1975. Methods of chemical analysis of green tea. JARQ. 9: 161-164.
27. Nakagawa M. and T. Anan. 1979. A simple determination method of total amino acids in tea. Tea Research Journal. 50: 56-61.
28. SAS. 1988. SAS user's guide, 6 th ed. Cary, NC: SAS Institute. INC.
29. Spano, G. A. and R. E. Wrolstad. 1990. Influence of processing and storage on the phenolic composition of Thompson seedless grape juice. J. Agric. Food Chem. 38: 1565-1571.
30. Terada, S., Y. Maeda, T. Masui, Y. Suzuki and K. Ina. 1987. Comparison of caffeine and catechin components in infusion of various tea (Green, Oolong and Black tea) and tea drinks. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishhi. 34: 20-27.

Chemical Characteristics and Discrimination of Different Grades of Taiwan Dongding-Oolong Tea

Yung-Sheng Tasi¹ Shih-Lun Liu² Andi Shau-mei Ou^{3*}

Summary

Total 48 Dongding-Oolong tea samples of different grades evaluated in Dongding-Oolong tea competitions in Lugu Country were selected as materials. Their major chemical constituents were analyzed and compared, in order to establish the basic constituent profile and to find out the characteristics of Dongding-Oolong tea produced in Taiwan. In addition, the difference in the chemical constituents among these tea samples of different grades was investigated and discriminated by using principal component analysis (PCA) and linear discriminant analysis (LDA). The results showed that the caffeine and EGCG contents of Dongding-Oolong tea were 1.56 % and 3.00 %, individually. The relatively lower caffeine and EGCG contents were the characteristics of Dongding-Oolong tea as compared to Tiehkuanyin tea and High-mountain tea. Most of the chemical constituents among three grades of Dongding-Oolong tea samples were different significantly, but there were no analogous tendencies among them except for the lower EGCG, total catechins, and total ester-type catechins contents of the third grades tea samples. The results of LDA with 7 major chemical constituents selected by stepwise discriminant analysis (SDA) showed the discriminating ability for the different grades of Dongding-Oolong tea were 93.88 %.

Key words: Taiwan Dongding-Oolong tea, Major chemical constituents, Linear discriminant analysis, Principal component analysis

1. Ph. D. student, Department of Food Science and Biotechnology, National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan, ROC

2. Associate Biochemist, Tea Research and Extension Station, Yangmei, Taiwan, ROC.

3. Professor, Department of Food Science, Central Taiwan University of Science and Technology, Taichung, Taiwan, ROC.

* Corresponding author. E-mail: smou@ctust.edu.tw

表一、台灣凍頂烏龍茶主要化學成分含量及範圍 (N=48)

Table 1. The contents and ranges of major chemical constituents in Taiwan Dongding-Oolong tea samples (N=48)

Constituents	Content			Std Dev	CV %
	Minimum	Maximum	Mean		
Moisture	1.01	4.56	1.74	0.91	51.93
pH	5.10	5.81	5.40	0.16	3.02
TC*	6.52	14.76	10.32	1.94	18.82
TP*	12.14	22.57	15.26	2.92	19.12
TN*	3.72	5.86	4.74	0.48	10.04
FAA*	0.61	2.86	1.41	0.56	39.68
Caffeine	1.20	2.17	1.56	0.21	13.66
GC*	0.73	5.04	2.75	1.24	45.07
EGC*	1.80	5.67	3.22	1.02	31.74
C*	0.17	2.00	1.18	0.51	43.38
EC*	0.26	0.82	0.58	0.12	20.67
EGCG*	1.46	5.21	3.00	1.10	36.71
ECG*	0.18	0.54	0.36	0.10	26.85
TIC*	8.61	15.10	11.09	1.42	12.79
TEC*	1.84	5.76	3.36	1.10	32.82
TFC*	5.80	10.04	7.73	1.13	14.57

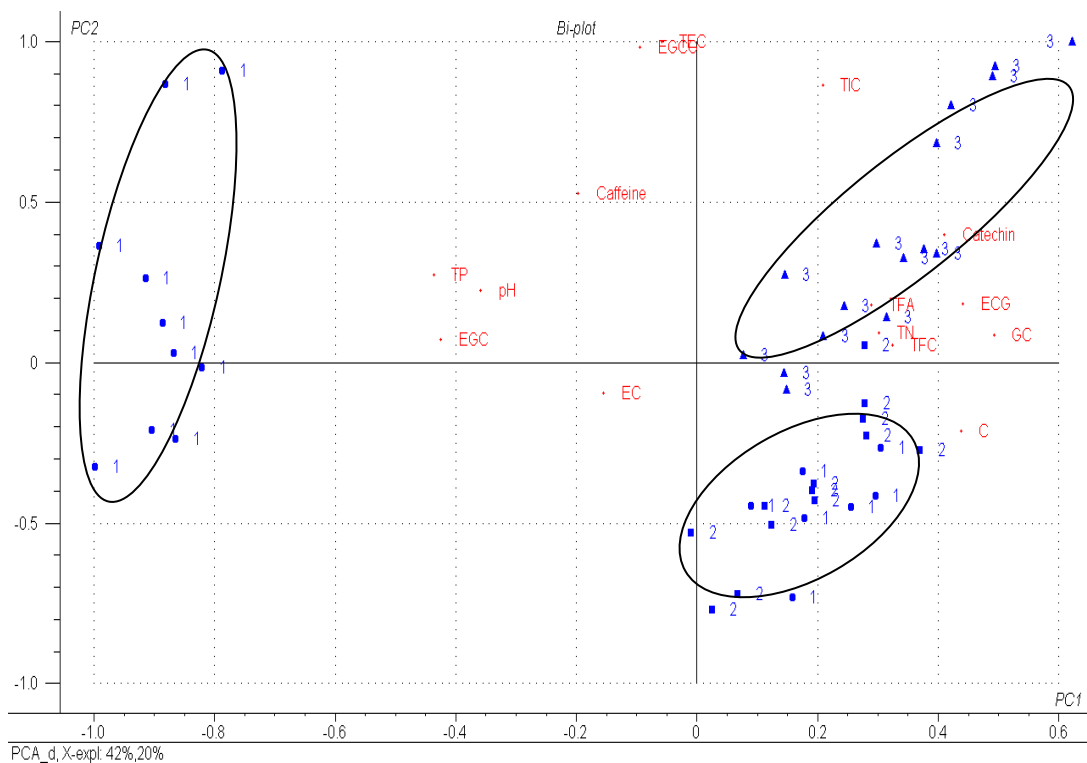
*: TC: total catechins determined by ferric tartrate method; TP: total polyphenols determined by Folin-Ciocalteu method; TN: total nitrogen; FAA: free amino acids; GC: gallic catechin; EGC: epigallocatechin; C: catechin; EC: epicatechin; EGCG: epigallocatechin gallate; ECG: epicatechin gallate; TIC: total individual catechins = GC+EGC+C+EC+EGCG+ECG; TEC: total ester-type catechins = EGCG+ECG; TFC: total free-type catechins = GC+EGC+C+EC. The unit of Moisture, TC, Phenol, TN, TFA, GC, EGC, C, Caffeine, EC, EGCG, ECG, TIC, TEC, TFC were all %.

表二、不同等級凍頂烏龍比賽茶間主要化學成分之差異

Table 2. The difference in major chemical constituents of Dongding-Oolong tea samples with different grades

Constituents *	High grade (N=19)			Medium grade (N=13)			Low grade (N=16)		
pH	5.50	±	0.19 ^a	5.34	±	0.08 ^b	5.34	±	0.13 ^b
TC	8.65	±	1.37 ^c	10.33	±	1.16 ^b	12.29	±	0.91 ^a
TP	17.55	±	3.48 ^a	14.41	±	1.20 ^b	13.53	±	1.30 ^b
TN	4.60	±	0.54 ^b	4.64	±	0.33 ^b	5.00	±	0.41 ^a
FAA	1.14	±	0.63 ^b	1.28	±	0.37 ^b	1.70	±	0.56 ^a
Caffeine	1.62	±	0.24 ^a	1.54	±	0.19 ^a	1.50	±	0.18 ^a
GC	3.33	±	0.30 ^a	3.23	±	0.69 ^a	3.55	±	0.68 ^a
EGC	3.07	±	0.40 ^a	3.05	±	0.30 ^b	2.31	±	0.55 ^c
C	1.48	±	0.08 ^a	1.59	±	0.20 ^a	1.30	±	0.23 ^a
EC	0.64	±	0.08 ^a	0.56	±	0.10 ^{ab}	0.53	±	0.14 ^b
EGCG	2.92	±	1.03 ^b	1.88	±	0.21 ^c	4.01	±	0.55 ^a
ECG	0.27	±	0.08 ^b	0.42	±	0.04 ^a	0.41	±	0.08 ^a
TIC	10.48	±	1.15 ^b	10.73	±	0.97 ^b	12.11	±	1.50 ^a
TEC	3.19	±	0.99 ^b	2.30	±	0.24 ^c	4.42	±	0.62 ^a
TFC	7.29	±	1.17 ^b	8.43	±	0.80 ^a	7.69	±	1.07 ^{ab}

*: The same as in Table 1.



圖一、不同等級與產季凍頂烏龍茶比賽茶之化學特性進行主成分分析之結果
(樣品代號 1：上級茶、2：中級茶、3：下級茶)

Fig. 1. The results of principal component analysis with the chemical constituents of Dongding-Oolong tea with different grades and production seasons
(Code of sample-1. High grade tea; 2. Medium grade tea; 3. Low grade tea)

表三、不同等級凍頂烏龍比賽茶之判別分析結果

Table 3. Stepwise discriminant analysis results for the classification of different grades Dongding-Oolong tea samples

Step	Variable Entered	Partial R-Square	F Value	Pr>F	Wilk's Lambda
1	Catechin	0.63	37.22	<0.001	0.366
2	EGCG	0.57	27.30	<0.0001	0.159
3	TP	0.56	26.50	<0.0001	0.069
4	ECG	0.38	12.20	<0.0001	0.043
5	EGC	0.37	11.46	0.000	0.027
6	TN	0.15	3.31	0.047	0.023
7	EC	0.13	2.86	0.070	0.020

*: The same as in Table 1.

表四、不同等級凍頂烏龍茶比賽茶利用七項主要成分進行線性鑑別之分析結果

Table 4. The classification results of different grades of Dongding-Oolong tea samples by s linear discriminant analysis using 7 principal constituents

From \ To	High grade	Medium grade	Low grade	Total error	Error (%)
High grade	16*	3	0	3	15.79
Medium grade	0	13	0	0	0
Low grade	0	0	16	0	0
The percentage of total successful discrimination: 93.88%					

*: Number of samples classified

多層式茶菁萎凋機之研製及推廣

劉銘純¹ 黃騰鋒²

摘 要

本場已研製兩種機型，其一為可兼用於萎凋與乾燥之三層式輸送帶之熱風萎凋兼乾燥機，熱風溫度最高可達 100℃；另一機型為四層式茶菁熱風萎凋機，僅供熱風替代日光萎凋用。為方便經熱風萎凋或乾燥茶葉的後續作業，另研製完成 30° 斜角鋁擠型 PVC 輸送帶，以便承接萎凋後之茶葉，並提高後續作業之便利性。而四層式萎凋機另研製一組寬 100 cm 輸送帶作為茶菁進料之用。

多層式茶菁萎凋機經3年(94~96年)辦理5場示範觀摩會，並由示範推廣計畫下補助4戶茶農及一家製茶工廠購買使用，本機推廣應用後，將可有效提供茶葉製造符合衛生安全規範之茶菁不落地問題。

關鍵字：茶、多層式、萎凋機

前 言

部份發酵茶為我國主要特產品，由於其有別於紅茶、綠茶之加工方式，在製造過程中須進行日光萎凋及室內萎凋過程，才能產生香氣與滋味，因此如何使茶菁採摘後，能儘速進行後續萎凋作業，極為重要。而茶葉生長季中之採摘期約只一星期，茶農必須於此期間將茶菁採摘，否則老化會影響製茶品質。但茶菁採摘又容易受人力之安排與氣候影響，甚至在雨天或露水未乾時必須採摘。此情形下之茶菁葉面沾著太多水份，勢必影響後續萎凋作業之進行 (黃，2005；張，1991；張等，1997；阮等，2000)曾研究以紅外線萎凋機替代日光萎凋，其製茶品質與傳統日光萎凋無明顯差異，此方法開啟替代日光萎凋可能性之探討與應用。

傳統上均將雨天採摘之茶菁，先鋪放地上或萎凋槽吹風以便將茶菁表面水分吹乾，由於需經常以人工反覆翻動茶菁，非常費時費工，同時處理作業量不多，且有翻動不均勻現象產生。另一方面在茶葉之製造過程，茶菁萎凋係先將茶菁放置於露天的曬場，衛生堪慮，有鑑於此，因應未來茶葉內、外銷，茶葉製造須符合「衛生安全管理規範」，如何利用較為衛生之方法，並能提昇萎凋過程之效率，已為業界所努力期望達成的目標。

材 料 與 方 法

一、試驗材料

- (一) 茶菁原料。
- (二) 研製機械用之動力，傳動及控制機構與加熱、送風裝置。
- (三) 機械研製用機工具器材及量測用儀器等。

1.行政院農業委員會茶業改良場 技佐。台灣 桃園縣。

2.行政院農業委員會茶業改良場 研究員兼課長。台灣 桃園縣。

二、試驗方法

(一) 多層式茶菁萎凋機研製改良：

研製多層式茶菁萎凋機，解決中、高海拔晚菁無日光供萎凋及替代陰、雨天茶菁無法日光萎凋之問題。

(二) 測試機械運轉效能及效果：

為測試與探討研製之多層式茶菁萎凋機，運轉效能及效果與最適使用條件，透過下列試驗進行研究：(1)量測茶菁於不同熱風萎凋水份散失量(2)不同熱風萎凋溫度、時間之製茶試驗(3)不同靜置時間之製茶試驗(4)不同熱風萎凋茶菁厚度之製茶試驗(5)不同熱風萎凋風速下之製茶試驗。

(三) 辦理示範推廣觀摩會：

舉辦多層式茶菁萎凋機與濕菁表面水份去除兼熱風萎凋機示範觀摩檢討會，推廣茶農使用，輔導茶農購置示範機。

(四) 根據工業技術研究院以 NSDB 思維架構營運計畫（行政院農委會，2007），進行產業市場分析、市場區隔、產業結構分析。

結果與討論

一、多層式茶菁萎凋機研製改良：

(一) 研製之兩種機型，一種可做為熱風萎凋兼乾燥用之三層式輸送帶之熱風萎凋兼乾燥機（圖一），熱風溫度最高可達 100°C ，可用於茶菁表面水份去除，熱風萎凋，茶葉初乾及乾燥等用途。另研製完成 30° 斜角鋁擠型 PVC 輸送帶，以便承接萎凋後之茶葉，並提高後續作業之便利性。

(二) 另一機型僅供熱風替代日光萎凋用，為四層式茶菁之熱風萎凋機（圖二）。為方便經熱風萎凋或乾燥茶葉的後續作業，另研製一組寬 100 cm 輸送帶（圖三）作為茶菁進料之用，及研製 30° 斜角鋁擠型 PVC 輸送帶（圖四）。

(三) 兩種機型內部之輸送網皆採用不鏽鋼網帶，以符合耐高溫及衛生安全製造規範。





圖二、四層式萎凋機

Fig. 2. The four layers withering machine



圖三、進料輸送帶

Fig. 3. The input conveyor of withering machine



圖四、出料輸送帶

Fig. 4. The output conveyor of withering machine

- 二、研製之多層式茶菁萎凋機使用不鏽鋼網帶輸送茶菁，以柴油燃燒機間接加熱方式，改善以往慣用之直接加熱而將燃燒之廢氣或未完全燃燒瓦斯送入萎凋槽致影響茶葉萎凋之缺點，處理作業量 180kg/h 以上。針對機械性能及使用條件需求，設計製茶試驗，測試機械運轉效能及效果如下：
- (一) 不同熱風萎凋溫度、時間對茶葉品質之影響（機採台茶 17 號，茶菁厚度 6 cm，風速 45HZ）：

表一、不同熱風萎凋溫度、時間對茶葉品質之影響

Table1. The influences of hot air withering time, temperature on made tea quality

處 理	形 狀	色 澤	水 色	香 味	合 計
A (40°C-15min)	7	7	13.7	36.3	64.0
B (40°C-20min)	7	7	15.0	39.3	68.3
C (45°C-15min)	7	7	15.0	39.3	68.3
D (45°C-20min)	7	7	14.7	37.0	65.7
E (對照：日光萎凋)	7	7	16.0	40.0	70.0

表一官能品評結果說明以 40°C-20min 及 45°C-15min 兩處理與日光萎凋處理相近。40°C-15min 處理品評成績最差，結果顯示由於熱風萎凋溫度與時間不足，因此製成的茶葉品質水色及香味較差；45°C-20min 處理亦不如 40°C-20min 處理。經進行萎凋試驗證實，製茶品質與日光萎凋所製成之茶葉品質無明顯差異，本試驗結果更確立以熱風替代日光萎凋之可行性。

(二) 萎凋後不同室內靜置時間對茶葉品質之影響 (機採台茶 12 號，茶菁厚度 6 cm，風速 45HZ，熱風萎凋 45°C-15min)：

表二、萎凋後不同靜置時間對茶葉品質之影響

Table2. The influence of indoor-sitting time on made tea quality after hot air withering

處 理	形 狀	色 澤	水 色	香 味	合 計
A (熱風萎凋後靜置 2h)	7	7	14.5	38	66.5
B (熱風萎凋後靜置 3h)	7	7	14.5	40	68.5
C (熱風萎凋後靜置 4h)	7	7	14.0	42	70.0
D (對照：日光萎凋)	7	7	14.0	42	70.0

表二官能品評結果說明，熱風萎凋後靜置 4h 與日光萎凋處理之品評成績相近，高於熱風萎凋後靜置 3h 處理，熱風萎凋後靜置 2h 處理最差。試驗結果顯示熱風萎凋後靜置 4h 才進行第一次攪拌，製茶品質較佳，與日光萎凋處理製茶品質不相上下。

(三) 不同熱風萎凋茶菁厚度對茶葉品質之影響 (機採台茶 12 號，風速 45HZ，熱風萎凋 45°C-15min)：

表三、不同熱風萎凋茶菁厚度對茶葉品質之影響

Table3. The influence of different thickness of fresh tea leaves on made tea quality under hot air withering

處 理	形 狀	色 澤	水 色	香 味	合 計
A (茶菁厚度 6 cm)	7.3	6.3	13.7	41.0	68.3
B (茶菁厚度 8 cm)	7.3	6.3	13.7	40.3	67.6
C (對照：日光萎凋)	7.3	6.3	12.3	38.7	64.0

表三官能品評結果顯示，以茶菁厚度 6 cm 處理品評成績優於茶菁厚度 8 cm 與日光萎凋處理，使用本熱風萎凋機茶菁厚度設定 6 cm 比較適宜，茶菁太厚，可能因受熱風不平均，製成的茶葉品質較差，太薄則影響作業效率。

(四) 不同熱風萎凋風速對茶葉品質之影響 (機採台茶 12 號, 茶菁厚度 6 cm, 熱風萎凋 45°C-15min):

表四、不同熱風萎凋風速對茶葉品質之影響

Table4. The influence of different hot air wind velocity on made tea quality

處 理	形 狀	色 澤	水 色	香 味	合 計
A (風速 60HZ)	8	7	14	38.7	67.7
B (風速 45HZ)	8	7	14	38.0	67.7
C (風速 30HZ)	8	7	15	41.3	71.3
D (對照: 日光萎凋)	8	7	13	34.7	62.7

表四官能品評結果顯示, 熱風萎凋風速 30HZ 處理, 製茶品質高於其他處理, 亦即應用熱風萎凋作業, 風速須降低, 以微風方式之萎凋效果最佳。

(五) 茶菁熱風萎凋水份散失量:

使用桃園楊梅茶改場機採台茶 12 號, 老嫩適中。處理方式: 茶菁厚 6 cm, 輸送帶 8HZ (約 20min 出料), 風速 30HZ (約 0.8m/sec), 溫度 45°C (輸送帶首端), 量測熱風萎凋茶菁水份消失量約 10%。

(六) 茶菁萎凋機耗油量測定:

柴油燃燒機使用茶菁厚 6 cm, 輸送帶 8HZ (約 20min 出料), 風速 30HZ (約 0.8m/sec), 溫度 40°C (輸送帶首端), 量測耗油量 1.65l/h。

(七) 茶菁萎凋機之機械特性:

1. 全機不銹鋼材質符合衛生安全製造規範。
2. 機體分三層與四層兩機型, 速度可調整 (圖五、六)。
3. 熱風溫度可因應熱風萎凋及初乾調整溫度。
4. 熱風風速可因應熱風萎凋、初乾、茶菁表面水份去除情形調整風速。
5. 可縮短替代日光萎凋時間及減少攪拌勞力。
6. 柴油燃燒機行間接加熱, 可避免將未燃燒瓦斯及燃燒後之廢氣灌入, 致影響茶葉萎凋。
7. 具多功能用途: 本機為製茶機械突破性研發成果, 可作為熱風替代日光萎凋、初乾、兩菁表面水份去除、製茶工廠室內加溫等用途。

三、辦理示範推廣觀摩會: 多層式茶菁萎凋機經 3 年 (2005~2007 年) 辦理 5 場示範觀摩會 (2005.9.14 南投縣竹山冠昇農場、2005.11.1 南投縣農會霧社農場、2006.5.11 茶改場台東分場、2006.9.19 嘉義縣樟樹湖、2007.10.2 南投名間泉發茶廠), 經農委會農糧署示範推廣補助計畫下, 推廣補助 4 戶茶農購買 4 台多層式茶菁萎凋機 (三層式示範機) 及一家製茶工廠採用。本機推廣應用後, 將可有效提供茶葉製造符合衛生安全規範之茶菁不落地問題。

四、根據工業技術研究院以 NSDB 思維架構營運計畫 (行政院農委會, 2007), 進行茶菁萎凋機之產業市場分析、市場區隔、產業結構分析如下:

(一) 產業市場分析：

產品/服務項目：多層式茶菁萎凋機

表五、市場摘要表

Table5. Market analysis

項 目	關 鍵 問 題	主 要 內 容
終 端 客 戶	➢ Who currently buy ?	➢ 茶農
	➢ Who are currently the target user(Segment)in the market ?	➢ 製茶工廠
		➢ 產銷班
價 值 主 張		➢ 食品加工業
	➢ What are the user, needs and wants ?	➢ 符合 HACCP 衛生安全規範 生產優質安全之茶葉
	➢ What is value proposition (what you can offer to them) ?	➢ 不受氣候及空間限制 ➢ 速度快，可調節時間及人力 ➢ 間接加熱(有氧萎凋)

由表五得知客戶群之價值主張為速度快、可調節時間及人力、符合 HACCP 衛生安全規範生產優質安全之茶葉。

(二) 市場區隔 (Segmentation)：

1. 產品/服務 vs. 客戶矩陣：

表六、產品/服務 vs. 客戶矩陣

Table6. The separates of market area

客 戶	產銷班/製茶工廠	茶農	食品加工業
服 務			
多層式茶菁萎凋機	Need :	Need :	
	1.萎凋人力有限	為符合 HACCP 衛生	
	2.製茶場地有限	安全製造規範。	
	3.符合 HACCP 衛生	Benefits :	
	安全製造規範	符合衛生安全生	
	Benefits :	產規範，生產優質	
	1.不受天候影響、	茶葉。	
	2.節省場地空間、		
	3.衛生安全。		
農產品乾燥機			Need :
			需要符合衛生安全
			生產設備。
			Benefits :
			1.增加優質品質，提高
			產品價格、2.增加產能

由表六得知為符合 HACCP 衛生安全製造規範均為共同需求。

2.市場魅力度評比：

表七、市場魅力度評比表

Table7. The flatter dynamics of the market

	產銷班/製茶工廠	茶農	食品加工業
市場規模	H (5)	L (1)	M (3)
市場成長性	M (3)	H (5)	L (1)
市場魅力度	M+ (8)	M- (6)	L+ (4)

由表七顯示本機市場魅力度評比客戶群以產銷班/製茶工廠高於茶農，以食品加工業最低。

3.特定目標市場區隔的 KSF 充足度評比：

表八、特定目標市場區隔的 KSF 充足度評比

Table8. The sufficiency of Key Success Factors (KSF) for specific goal separate market

KSF	權重	多層式茶菁萎凋機	傳統業者 (日光萎凋)	食品加工業
品牌競爭力 (符合衛生安全 製造規範)	5	25	5	15
操作便利 (是否常故障及 容易排除)	4	20	12	16
設備信賴度 (穩定度)	4	16	20	16
節省空間 (使用場地面積)	4	16	4	12
成本競爭力	4	8	16	12
產品線齊全 (可否生產相關 生產設備能力)	3	12	3	6
綜合評估		97	60	77

由表八顯示多層式萎凋機綜合評估之 KSF 高於傳統業者(日光萎凋)及食品加工業。

4. 產業結構分析：

優先目標市場：多層式茶菁萎凋機

表九、產業結構分析

Table9. The analysis of industrial structure

Suppliers (Bargaining power of suppliers)		
1. 供應商集中度高 2. 原料替代品少 3. 向前整合機會低 4. 原料價格公開 5. 不為供應商重要客戶產業		
Potential Entrants (Threat of new entrants)	Industry competitors (Rivalry among existing firms)	Substitutes (Threat of substitute products/services)
1. 規模經濟小 2. 資本需求不高 3. 技術層面高	1. 產業成長中度 2. 廠商集中度高 3. 產能過剩 4. 差異性高 5. 退出障礙低	1. 轉換成本低 2. 相對價格替代效果低
Buyers (Bargaining power of buyers)		
1. 客戶集中度高，廠商數少 2. 產品差異性高 3. 向後整合機會低 4. 客戶利益不高		
Regulation (Restrictions on Law and Regulation)		
符合衛生安全製造規範 HACCP (ISO 2002 規範)		

由表九經產業結構分析，結果顯示多層式茶菁萎凋機是值得生產的優先市場。

結 論

研製完成之多層式茶菁萎凋機可配合製茶過程茶菁不落地需求，作為熱風替代日光萎凋、初乾、乾燥、雨菁表面水份去除、製茶工廠室內加溫等多功能用途，推廣應用後，將可有效提供茶葉製造符合衛生安全規範之茶菁不落地問題。

參 考 文 獻

1. 行政院農委會.2007.農業科技研發成果之盤點、商品化導引及智慧財產權宣導計畫：農業科技產學合作研發成果商品化導引研習營. pp. 9-50。
2. 張連發.1991.以紅外線萎凋茶菁製造包種茶之研究.國立中興大學食品科學研究所碩士論文(未出版)。
3. 張連發、賴滋漢、盛中德.1997.以紅外線萎凋茶菁製造包種茶之研究.台灣茶業研究彙報 16: 19-20。
4. 阮助明、盛中德、張連發、雷鵬魁.2000.茶菁瓦斯紅外線萎凋機之研究.農業機械學刊 9(2): 39-49。
5. 黃騰鋒.2005.農委會茶業改良場茶葉機械研究發展沿革與研發成果.台灣農業機械期刊 20(1): 1-9。
6. 劉銘純、黃騰鋒、李清柳、張允恭.2004.多功能茶葉真空乾燥及厭氧發酵與茶菁表面水份去除機械研製.行政院農業委員會茶業改良場九十三年度科技研究計畫研究報告：茶園機械與製茶機械之研究改良.93農科-1.1.4-茶-T3。
7. 劉銘純、黃騰鋒.2006.多層式茶菁表面水份去除及萎凋機研製.行政院農業委員會茶業改良場九十五年度科技研究計畫研究報告：多層式茶菁表面水份去除及萎凋機研製.95農科-1.3.3-茶-T4。

The Development and Demonstration of a Multi-layer Withering Machine

Ming-Chun Liu¹ Teng-Feng Huang²

Summary

Two types of withering machine were developed in this research. The first one was a 3 layers net conveyor multi-purpose withering machine, it might supply 100°C hot-blast air. The other was a 4 layers net conveyor withering machine and it was only used for hot air withering.

In order to collect the withered tea leaves conveniently, a set of outlet conveyor with 30 degree inclination was attached on both two machines. A set of 100 cm width conveyor was also attached on the 4 layers net conveyor withering machine to input fresh tea leaves.

Within the past three years (2005-2007), 5 demonstrations were held in main tea areas in Taiwan, 4 farmers and 1 tea manufacturing factory have become the users of the new developed withering machine.

Key words: Tea, Multi-layer, Withering machine

1. Junior Specialist Assistant, Tea Research and Extension Station, Yangmei, Taiwan, R.O.C.

2. Senior Agronomist, Tea Research and Extension Station, Yangmei, Taiwan, R.O.C.

購買比賽茶行為模式之研究——以購買 鹿谷鄉農會比賽茶為例

李宗鴻^{1*} 劉瑞都²

摘 要

本研究以購買鹿谷鄉農會比賽茶為例，探討購茶者之人口統計變數的分布情形、購買特性、並建構購茶者購茶行為模式。採自編問卷作為研究工具，內容包括購茶者之購買動機、品茶涉入、滿意度、購後行為意圖、購茶特性、及購茶者基本資料等六項。於 2007 年 12 月 28 日及 29 日在比賽茶葉展售地進行實地問卷調查；並利用鹿谷鄉農會比賽茶之顧客資料庫，對郵購比賽茶的購茶者，進行郵寄問卷調查。將所有資料以 SPSS 12.0 進行資料統計分析與檢定，利用敘述性統計來探討人口統計變數與購買特性等的分布情形，利用 LISREL 8.52 進行驗證性因素分析及結構方程模式的實證研究，以最大概似估計法(Maximum Likelihood Estimation)對本研究模式中各組變項間之因果關係進行估計。研究結果顯示，購買者以男性居多(79.0%)，已婚者居多(88.1%)，年齡以 41 至 50 歲者居多(30.9%)，教育程度以大學者居多(43.0%)，職業以自營商居多(30.2%)，居住地以中、彰、投者居多(60.3%)，月收入以 4 萬至 6 萬元者居多(27.0%)。實證研究結果顯示，購買者之動機直接影響滿意度，間接影響購後行為意圖；品茶涉入直接影響滿意度，間接影響購後行為意圖；滿意度直接影響購買行為意圖。

關鍵字：比賽茶、購買動機、品茶涉入、滿意度、結構方程模式

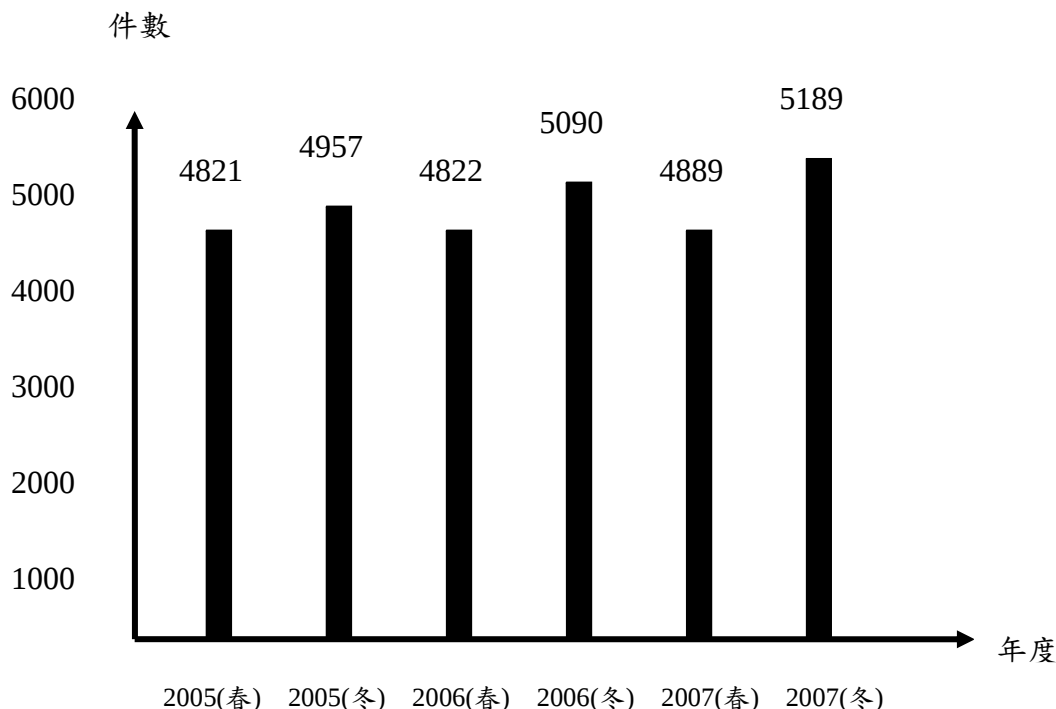
前 言

台灣的地理環境、氣候、土質皆十分適合茶樹生長，是世界有名的茶區，早期台灣主要生產紅茶及綠茶以供外銷為主。近年來因人工成本提高，在國際上缺乏競爭力，加上國人飲茶量激增，國內市場需求增加，使得生產外銷的北部茶區產量減少，而生產烏龍茶的中南部茶區，種植茶樹面積逐年擴大，1980 年代以後，台灣經濟起飛，生活水準提高，除了政府輔導優良茶比賽及宣導國人飲茶外，愛茶人士及茶商已相繼成立推廣茶藝文化，成就了現今茶業蓬勃發展的榮景。位於台灣省南投縣的鹿谷鄉，非常適合栽種茶樹，凍頂山是鹿谷鄉烏龍茶的發源地，隨著經濟的發展與社會變遷，茶葉成為鹿谷鄉最具經濟價值的作物，尤其在鹿谷鄉農會推廣下，每年皆舉辦春、冬兩季茶賽，近年來每次參賽茶樣約在五千人上下(圖一)，是台灣目前規模最大的茶葉比賽，不僅帶動地方經濟與觀光的发展，對於文化及歷史皆有深遠之影響。然而有關探討民眾購買茶葉之相關研究並不多見，因此本研究乃以購買鹿谷鄉農會比賽茶為例，探討購茶者的購買動機、品茶涉入、滿意度及購後行為意圖之間的因果關係，與三個研究假設驗證，進一步建構購茶者之購茶行為模式。

1. 雲林科技大學 休閒運動研究所 副教授。台灣 雲林縣。

2. 雲林科技大學 休閒運動研究所 研究生

* 通訊作者



圖一、鹿谷鄉農會近年參賽茶樣件數

Fig. 1. Samples of participated the competitions of Lugu Farmers' Association in recent years

動機 (motivation) 主要是指身體受到內、外在刺激時，會產生某種需求，而促發個體行為表現，影響個體行為與活動的一種驅動力 (Dann, 1981; Eagles, 1992; Morrison, 1996)。Juergen (1997) 認為動機的形成乃因內在需求的驅動力，驅使遊客去滿足內心社會和心理的需求，也是遊客從事遊憩活動真正的原因。因此，動機是一種被刺激的需求，促使消費者採取行動來滿足需求，亦即所有的消費者行為均由動機開始，藉由動機可驅使個人開始並維持涉入特定的休閒活動，以達追求特定須求 (Kyle, Absher & Hammitt, 2005)。

涉入 (involvement) 的概念，源於消費者行為相關研究中，其主要概念為消費者投入某些情感，進而影響其消費決策，或是消費者對於某項事物關心與感覺的程度 (Zaichnowsky, 1985；黃俊英，賴文彬，1990；Dimanche, Havitz, & Howard, 1991)。消費者對於產品與情境有所涉入，才會吸引消費者之消費次數與消費頻率等消費行為 (Laurent & Kapferer, 1985)。Laurent & Kapferer (1985) 提出測量顧客的消費涉入程度量表，包含重要性、娛樂性、象徵性、中心性、風險機率等五大構面。Havitz & Dimanche (1990) 將涉入特性區分為愉悅性、象徵性、及風險性等三大構面運用於遊憩領域之研究。近年來有很多的研究均指出，購買涉入包括吸引力、自我表現及中心性等三構面 (Kyle, Graefe, Manning & Bacon, 2004)。購買者主動涉入的原因可能有個人動機、情境影響、產地的吸引力、個人興趣及某種特殊的刺激所影響，進而使購買者對於即將參與的活動之投入關切，促使購買者願意花費時間與能力蒐集有關活動的各種知識與個人能力的培養，進而選擇消費行為 (Kyle, Graefe, Manning & Bacon, 2003; Lehto, O'leary & Morrison, 2004)。

滿意度(satisfaction)是顧客在獲得某項產品或體驗時，產生的感受或評價，通常是一種立即性反應(Oliver, 1981)。在顧客購買產品之後與使用期間，評估購買價格、報酬和預期之間的結果，形成滿意度(Churchill & Surprenant, 1982)。對遊客而言，滿意度發生在購買活動體驗之後，產生內心情感的情緒反應(Baker & Crompton, 2000；林若慧、陳澤義、劉瓊如，2003)。滿意度受到顧客預期所影響，實際體驗與預期間有所落差，當預期高於實際體驗，則滿意度將會降低。滿意度也會因為顧客過去經驗有所影響，此次感受將與過去經驗相比較，倘若此次體驗優於過去經驗，將獲得較高滿意度，若劣於過去經驗則滿意度較低(Oliver, 1981)。一般衡量滿意度可用整體滿意度與分項滿意度來衡量，購買者對購買體驗整體感受可以整體滿意度衡量(Baker & Crompton, 2000; Cole, Crompton & Willson, 2002; Akama & Kieti, 2003; Lee, Yoon & Lee, 2007)，亦可利用分項滿意度來評估體驗不同購買屬性之滿意度(Fornell, 1992; 鄭天明、李宗鴻，2006；Lee, 2006)。

消費者在購買商品後，可能對商品或品牌產生多種內外、正負向意圖，此種意圖可稱為品牌忠誠度或重購意願。對於消費者購買後之可能行為，則多以行為意圖、忠誠度和重遊意願等來評估。行為意圖通常包含消費者正負向口碑、推薦行為、忠誠度、購買行為、支付高價格意願等(Zeithaml, Berry & Parasuraman, 1996; Baker & Crompton, 2000)，而購買者認知績效、動機會直接影響行為表現，也會透過滿意度之中介變項間接影響行為意圖(Severt, Wang, Chen & Breiter, 2007)。忠誠度可分為態度忠誠度、行為忠誠度及複合忠誠度，多數學者常以重購意願及正向口碑為主要評估忠誠度之項目(Backman & Crompton, 1991; Bigné, Sánchez & Sánchez, 2001; Bowen & Chen, 2001; 陳勁甫、林怡安，2003；Yoon & Uysal, 2005)，而忠誠度會受到內、外在因素的直接影響，亦會透過快樂情緒與激勵而間接影響購買者忠誠度(Yüksel & Yüksel, 2007)。在購買過程中，購買者對於購物過程中資訊取得的便利性，有助於達到有效率的購物行為，而此效率因素與服務品質因素皆會直接影響忠誠度(Gallarza & Saura, 2006)。購後行為可以多方面去衡量，主要以行為意圖和忠誠度作為衡量指標，而行為意圖中則包含正向反應，如正向口碑、推薦行為、忠誠度、購買行為、願付更高價格；負向反應為負面評價、購買轉換行為、抱怨反應、減少購買行為等兩方向來衡量(Zeithaml, Berry & Parasuraman, 1996)；忠誠度則以推薦行為和重購物意願為主要評估準則。

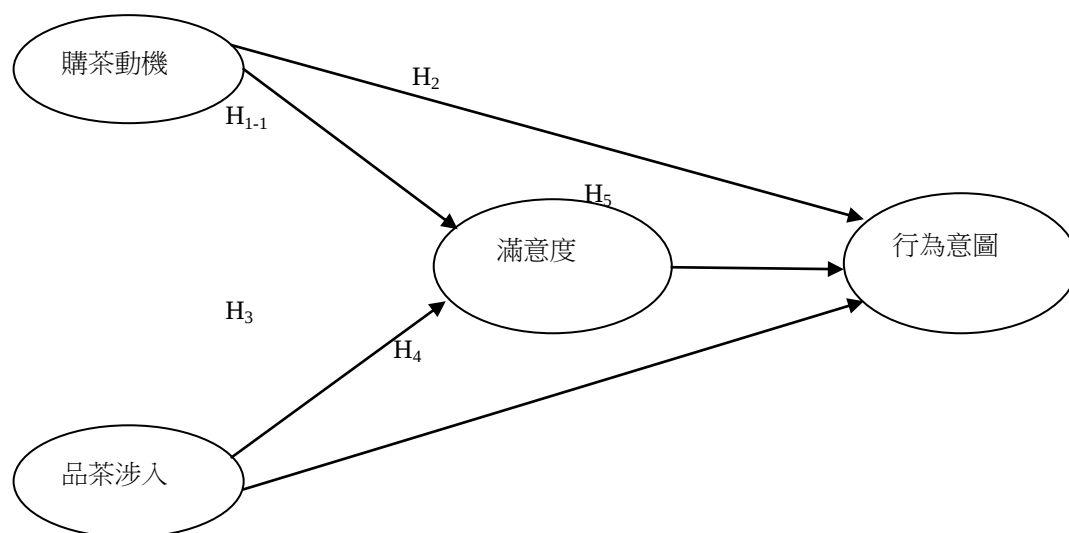
Crompton & Mckay (1997)探討節慶遊客動機的研究中指出，動機和滿意度有顯著正相關，若遊客的需求被滿足，滿意度即可產生。Wong & Law (2003)針對外國觀光客到香港購物的研究中發現，觀光客因為在出發前有很強烈的購買動機，到達觀光目的地時所購買的產品又符合原先的預期情況下，觀光購物的滿意度則會隨著提高。Yoon & Uysal (2005)指出動機是可影響前往旅遊的意願，當旅遊滿意度越高，對旅遊目的地的忠誠度也會提高，旅遊滿意度具有中介的效果。因此，本研究提出研究假設一之命題：
H₁：購買者動機直接影響滿意度，間接影響購後行為意圖(H₁)。
H₂：購買者動機直接影響購後行為意圖(H₂)。

消費者購買情形研究中，發現消費者對於消費商品、消費情境等瞭解愈深入或是受到情境影響，對於消費情境感到有興趣，涉入程度愈高則對於品牌忠誠度也愈高，顯示涉入程度影響忠誠度(Bennett et al., 2005; Russell-Bennett et al., 2007)；消費者在消費過程對於情境涉入程度，將會影響其消費意圖(Swinyard, 1993)。消費者的滿意度則受到個人體驗、服務品質之影響，且滿意度會進一步影響忠誠度(Bennett et al., 2005)。購買者對於從事購物時，涉入程度及地方依附均會直接影響購物滿意度(Hwang, Lee & Chen, 2005)。因此，本研究提出研究假設二之命題：
H₃：品茶涉入直接影響滿意度，間接影響購後行為意圖(H₃)。
H₄：品茶涉入直接影響購後行為意圖。

購後行為是購買者參與購物體驗後，經由購物過程中體驗之感受，在購物結束後，衡量未來可能對購物目的地態度與行為上之反應 (Murphy, Pritchard, & Smith 2000; Bigné et al., 2005)。研究顯示，興趣的刺激和快樂感受會影響購物滿意度，而滿意度會直接影響購買者忠誠度，快樂情緒直接影響滿意度、間接影響忠誠度，且快樂情緒也會直接影響忠誠度 (Bigné et al., 2005)。在探討目的地忠誠度的研究中顯示，目的地拉力動機會影響購物者滿意度，間接影響目的地忠誠度，且推力動機及購物滿意度會直接影響目的地忠誠度 (Yoon & Uysal, 2005)。其他相關研究也顯示購物滿意度高低會直接影響行為意圖 (Cole et al., 2002; Duman & Mattila, 2005; 鄭天明、李宗鴻，2006；Lee, 2006, 2007；陳勁甫、陳佩君、陳美惠、李佳玲，2006；陳勁甫、閻淑慧，2006)、忠誠度 (羅凱安、蔡欣曄、張雅玲、張樑治，2006；吳忠宏、林士彥、王嘉麟，2006；Yüksel & Yüksel, 2007)、重購意願 (林俊成、陳麗琴，2006)。因此，本研究提出假設三之命題：

H₅：滿意度直接影響購後行為意圖。

本研究依據上述文獻探討與假設建立研擬研究架構如圖二所示：



圖二、研究架構圖

Fig. 2. Hypothesized model of purchase behavior research

研究方法

一、問卷設計

本研究採自編問卷，內容包含購茶者購買動機、品茶涉入、滿意度、購後行為意圖、購茶者基本資料及購茶特性等六項，並使用Likert七等第量表對各變項進行測量。問卷包含以下六部份：

(一)購買動機

本研究參考 McIntosh & Gupta (1977)四個動機構面及 Crompton & McKay (1997)的六個構面，並考慮

購茶特性，將購買動機分為分別為休閒生理、社交、文化、及自我實現四大構面，計 13 題問項，採 Likert 七等第量表來測量，以 1 分(贊同度低)至 7 分(贊同度高)的贊同程度計分方式。

(二)品茶涉入

本研究品茶涉入，參考自 Kyle et al. (2004)，並考慮購茶特性編製而成，共計 14 題問項，採用 Likert 七等第量表來測量，以 1 分(非常不贊同)~7 分(非常贊同)的計分方式記分。

(三)滿意度

本研究購買滿意度，參考自 Lee et al. (2007)，並考慮購茶特性編制而成，共計 5 題問項，採用 Likert 七等第量表來測量，以 1 分(非常不滿意)~7 分(非常滿意)的計分方式記分。

(四)購後行為意圖

本研究購後行為意圖，參考自 Lee (2007)，並考慮購茶特性編制而成，共計 5 題問項，採用 Likert 七等第量表來測量，以 1 分(非常不贊同)~7 分(非常贊同)的計分方式記分。

(五)購買特性

購買特性包含主要目的、資訊來源、購買等級、最佳比賽茶等問項。

(六)遊客基本資料

遊客基本資料包含性別、婚姻狀況、年齡、教育程度、職業、居住地以及薪資所得等問項。

二、正式問卷調查

利用鹿谷鄉農會冬季比賽茶展售期間進行調查，於 2007 年 12 月 28 日及 29 日，在比賽茶展售地進行實地問卷調查，調查當日自上午 9 點至下午 5 點，以便利抽樣方式，進行問卷調查，調查地點選擇在絕大多數購買者必經場地為問卷發放區域，共計動員 6 位調查員針對購買比賽茶的顧客，進行問卷調查。另一方面，由於部分購茶並未至比賽茶展示現場購買，而是直接向鹿谷鄉農會訂購，因此本研究亦利用鹿谷鄉農會比賽茶之顧客資料庫，對郵購比賽茶之購茶者，進行郵寄問卷調查。共發放 316 份問卷，廢卷 10 份，共得有效問卷 306 份。

三、資料分析

本研究問卷信度以Cronbach's α 係數評估，動機、涉入、滿意度、行為意圖等四個量表之信度，分別為0.866、0.939、0.927、0.926，皆達良好水準，顯示本研究的測量工具(問卷)具有高度的內部一致性。將資料以SPSS 12.0軟體進行統計分析及資料檢誤，確保原始資料之正確無誤後，利用敘述性統計分析，探討購茶者人口統計變數及購買特性分布情形。並使用LISREL 8.52 進行驗證性因素分析及結構方程式的實證分析，以最大概似估計法 (Maximum Likelihood Estimation, MLE)對本研究模式中各組變項間之因果關係進行估計。

結果與討論

一、購買者社經背景與旅遊特性

購買者人口統計變數內容包含性別、婚姻狀況、年齡、教育程度、職業、居住地及薪資所得等八項，詳如附表 1 所示。男性佔 79.0%，女性佔 21.0%；婚姻狀況以已婚者居多，佔 88.1%；年齡則以 41 歲~50 歲者居多，佔 30.9%；教育程度以大學居多，佔 43.0%；職業以自營商居多，佔 28.8%；居住地則以中彰投地區居多，佔 60.3%，顯示購買者多具有地緣關係，薪資所得則以 4 萬~6 萬元者居多，佔 27.0%。

本研究將購買者購買特性，包含主要目的、資訊來源、購買等級、最佳比賽茶等四項。詳如附表二

所示。主購茶主要目的以自己喝居多，佔 45.4%；資訊來源以早就知道居多，佔 46.8%，其次為親朋好友，佔 27.9%；購買等級以三梅居多，佔 30.7%，票選最佳比賽茶則以鹿谷鄉農會比賽茶最高，佔 75.3%，顯示購買者對鹿谷鄉農會比賽茶仍最為喜愛。

本研究之購買動機、品茶涉入、滿意度及購後行為意圖的各題項敘述性結果詳如附表三所示。購買動機的平均數介於 3.58 至 5.85 之間，其中以購買者對高品質的好茶感受度最高 (5.85)，次高的是有益健康 (5.84)，最低的是慕名而來，滿足好奇心 (3.58)。品茶涉入的平均數介於 3.84 至 5.76 之間，其中以購買者的減輕壓力，放鬆心情 (5.76) 最高，以當別人知道我會品茶時，我會引以為傲為最低 (3.84)。整體滿意度的平均數為 5.09，分項滿意度之的平均數為介於 4.61 至 5.14 之間，其中以購買者對與購買其他產品比較的滿意度最高 (5.14)，次高的是以花費的時間而言 (5.00)，以花費之金錢而言最低 (4.61)。購買者的購後行為意圖的平均數介於 5.65 至 5.92 之間，其中以重購意願最高 (5.92)，次高的是把鹿谷鄉農會比賽茶作為購買茶葉的第一選擇 (5.79)，最低的是向親朋好友推薦及向他人宣傳 (5.65)。

二、測量模式評估

可接受的測量模式必須能檢定出研究模式的收斂效度 (Convergent validity) 與區別效度 (Discriminant validity)，依 Bagozzi & Yi (1988) 提出的個別項目信度 (Individual item reliability)，估計參數的顯著水準，潛在變數組成信度 (Composite reliability)，潛在變數的平均變異抽取量 (Average variance extracted) 及標準化殘差 (Standardized residuals) 等五種指標來評估測量模式。其中，測量變數之因素負荷量，估計參數 (t 值)，平均變異抽取量及潛在變數的組成信度詳如表 1 所示。個別項目信度為評估測量變數對該潛在變數的因素負荷量，可接受之測量變項因素負荷量需達 0.71 以上，且 t 值需達顯著水準 (Bagozzi, Yi & Philips, 1991; Hairs, Anderson, Tatham & Black, 1998)。本研究之因素負荷量在 0.33 至 0.94 之間，部份測量變數之因素負荷量未達 0.7 以上，但估計參數 (t 值) 皆大於 3.29 達 0.001 之統計顯著水準。潛在變數的平均變異抽取量為評估各測量變數對該潛在變數的平均變異解釋力，其值越高則收斂效度與區別效度越高，可接受之平均變異抽取量須達 0.5 以上 (Fornell & Larcker, 1981)，本研究潛在變數的平均變異抽取量介於 0.35 至 0.78 間，除購買動機未達可接受水準，其他皆達可接受水準以上，且潛在變數的平均變異抽取量皆達可接受水準。平均變異抽取量的均方根，除了購茶動機未能大於購茶動機與品茶色涉入的相關外，其餘的平均變異抽取量的均方根均大於構面間的相關係數 (表 2)，因此，本研究的各個潛在變數具有足夠的區別效度 (Jöreskog & Sörbom, 1996)。潛在變數的組成信度代表該構念的內部一致性，可接受之潛在變數的組成信度須達 0.6 以上 (Fornell & Larcker, 1981)，本研究之潛在變數的組成信度介於 0.87 至 0.93，皆達可接受水準以上。

表一、因素負荷量、估計參數(t 值)、平均變異抽取量及組成信度

Table 1. The factor loading, average variance extracted and composite reliability of the measurement model

潛在變數 Latent variable	測量變數 Measurement variable	因素負荷量 Factor loading	T 值 T value	平均變異抽取量* Average variance extracted	組成信度* Composite reliability
購買動機				0.35	0.87
	滿足喝好茶生理需求	0.43	固定		
	有益健康	0.55	6.33		
	無法由市面上購得	0.41	5.32		
	高品質的好茶	0.45	5.68		
	豐富購買茶葉型態	0.59	6.52		
	慕名而來，滿足好奇心	0.33	4.61		
	饋贈親朋好友的禮品	0.34	4.67		
	滿足休閒活動的需求	0.63	6.69		
	享受購物的樂趣	0.61	6.58		
	獲得更多的茶葉訊息	0.73	7.07		
	促進人際關係	0.77	7.19		
	充實自我經驗與成長	0.79	7.26		
	肯定自我、自我價值	0.77	7.18		
品茶涉入				0.54	0.94
	減輕壓力，放鬆心情	0.61	固定		
	最滿意的休閒活動之一	0.69	11.27		
	最有樂趣休閒活動之一	0.70	10.18		
	喜歡與朋友討論飲茶	0.81	11.26		
	飲茶比其他休閒活動更具吸引力	0.81	11.29		
	飲茶時，我希望別人能視我為是會品茶的人	0.71	10.30		
	盡情表現品茶能力	0.72	10.40		
	告訴別人飲茶體驗與樂趣	0.81	11.26		
	展現真實自我，肯定自我	0.80	11.13		
	主動告訴別人自己會品茶，以滿足自己的優越感	0.64	9.44		
	當別人知道我會品茶時，我會引以為傲	0.63	9.37		
	生活與飲茶息息相關	0.77	10.88		
	很多愛好飲茶的朋友	0.73	10.42		
	生活中扮演重要角色	0.83	11.48		

滿意度			0.75	0.94
	預期情境	0.82	固定	
	花費的時間	0.85	17.74	
	花費的金錢	0.82	16.97	
	購買其他產品	0.89	19.25	
	整體滿意度	0.94	20.97	
購後行為			0.78	0.93
意圖	再度購買	0.90	固定	
	推薦親朋好友	0.91	23.27	
	向其他顧客傳達	0.89	17.70	
	作為第一選擇	0.85	20.21	

*: 平均變異抽取量= (標準化因素負荷量平方後的總和) / [(標準化因素負荷量平方後的總和) + 測量誤差的總和]

**：組成信度= (標準化因素負荷量的總和)² / [(標準化因素負荷量的總和)² + 測量誤差的總和]

*: Average variance extracted= $(\sum \lambda^2) / [\sum \lambda^2 + \sum (\theta)]$

**：Composite reliability= $(\sum \lambda)^2 / [(\sum \lambda)^2 + \sum (\theta)]$

表二、測量模式潛在變數的相關矩陣與平均變異抽取量的均方根*

Table 2. The comparison between the square root of average variance extracted of each construct and the square of the correlations between the construct and any other constructs

潛在變數 Latent variable	動機 Motivation	品茶涉入 Drink tea involvement	滿意度 Satisfaction	購後行為意圖 After-purchase behavioral intention
動 機	0.59			
品茶涉入	0.73	0.74		
滿意度	0.56	0.54	0.87	
購後行為意圖		0.52	0.74	0.88

*: 對角線的數字係代表該潛在變數的平均變異抽取量的均方根

*: Diagonal values indicate the square root of average variance extracted of each construct

三、整體模式之分析

本研究以 LISREL8.52 進行驗證性因素分析及實證研究，研究模式的配適度以卡方(χ^2) 檢定理論模式與取樣資料之配適度，具有統計基礎，並利用(卡方值/自由度)，配適度指標 (Goodness of Fit Index, GFI)，調整的配適度指標 (Adjusted Goodness of Fit Index, AGFI)，基準配適度指標(Normed Fit Index, NFI)，非基準配適度指標(Non-normed Fit Index, NNFI)，比較配適度指標 (Comparative-Fit Index, CFI)，

增量配適度指標 (Incremental Fit Index, IFI)，平方近似誤差均方根 (Root Mean Square Error of Approximation, RMSEA)，及標準殘差均方根 (Standardized Root Mean Square Residual, SRMR) 等十項指標進行整體模式配適度的評估 (Bagozzi & Yi, 1988; Jöreskog & Sörbom, 1996)。其中，除了卡方檢驗、卡方值/自由度、平方近似誤差均方根未達可接受水準外，適合度指標(GFI、AGFI、NFI、NNFI)，及替代性指標 (CFI、IFI、SRMR)等七項模式評鑑指標均達可接受水準(詳如表三)。顯示本研究的取樣資料與研究模式有良好的配適度，為一個可以接受的模式，研究模式可以適當的解釋與預測購買者參與鹿谷鄉農會比賽茶之購買動機、品茶涉入、滿意度及購後行為意圖等潛在變數之因果關係。

表三、遊客行為模式配適度

Table 3. Overall model fitness of the behavioral model

配適指標	整體模式 配適度	評估準則	符合評 鑑標準	參考文獻
Indices	Model fitness	Criteria	Accept	Reference
卡方考驗				
Chi-square	1975.43 ($p < 0.01$)	$P > 0.05$	否	Carmines & MacIver, 1981
Chi-square/df	3.39	< 5	是	Carmines & MacIver, 1981
適合度指標				
GFI	0.73	> 0.9	否	Hu & Bentler, 1999
AGFI	0.69	> 0.8	否	Hu & Bentler, 1999
NFI	0.95	> 0.9	是	Bentler & Bonnett, 1980
NNFI	0.96	> 0.9	是	Bentler & Bonnett, 1980
替代性指標				
CFI	0.96	> 0.9	是	Bentler, 1995
IFI	0.96	> 0.9	是	Bentler & Bonnett, 1980
RMSEA	0.09	< 0.08	否	Hu & Bentler, 1999
SRMR	0.098	< 0.08	否	Hu & Bentler, 1999

四、路徑模式之分析

以結構方程式來驗證構面之間的因果關係，以標準化係數估計各構面間的影響值。外衍變項 (自變項)對內衍變項 (依變項)的直接效果與間接效果，詳如表四及圖三所示。由研究模式的路徑分析係數顯示購買動機直接影響購買滿意度 ($\gamma_{11}=0.37, p < 0.001$)，間接影響購後行為意圖，間接效果為 0.24 ($p < 0.001$)，研究假設一經驗證成立。購買動機直接影響購後行為意圖的效應未達顯著水準 ($\gamma_{21}=0.02, p > 0.05$)，研究假設二經驗證不成立。品茶涉入直接影響滿意度 ($\gamma_{12}=0.27, p < 0.01$)，間接影響購後行為意圖，間接效果為 0.18 ($p < 0.01$)，研究假設三經驗證成立。品茶涉入直接影響購後行為意圖 ($\gamma_{22}=0.19, p < 0.01$)，研究假設四經驗證成立。滿意度直接影響購後行為意圖 ($\beta_{21}=0.65, p < 0.001$)，研究假設五經驗證成立。

表四、購茶行為模式路徑分析之各項效果

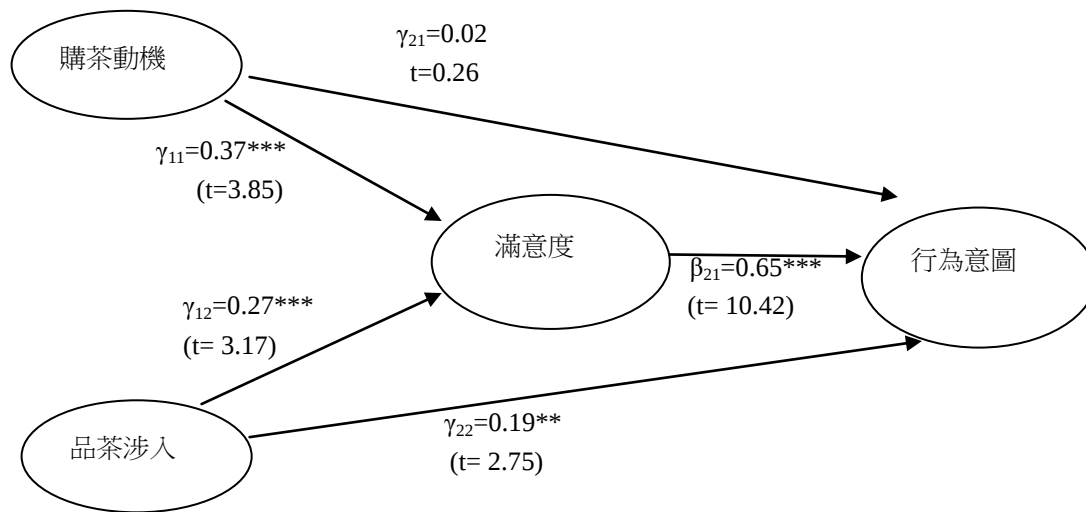
Table 4. The direct, indirect, and total effects of the path analysis

自變項		依變項			假設檢定
Independent variables		Dependent variables			Hypothesis testing
		滿意度 Satisfaction	購後行為意圖 After-purchase behavioral intention		
		標準化效果 Standardized solution	T 值 T value	標準化效果 Standardized solution	T 值 T value
外衍變項					
Exogenous variables					
購買動機					
直接效果	0.37	3.85***	0.02	0.27	部分成立#
間接效果	N. A.	N.A	0.24	3.66***	成立
整體效果	0.37	3.85***	0.26	2.48*	成立
品茶涉入					
直接效果	0.27	3.17**	0.19	2.75**	成立
間接效果	N. A.	N.A	0.18	3.09**	成立
整體效果	0.27	3.17**	0.37	4.15***	成立
內衍變項					
Endogenous variables					
滿意度					
直接效果			0.65	10.42***	成立
間接效果			N. A.	N.A	
整體效果			0.65	10.42***	成立

*: <0.05; **: <0.01; ***: p<0.001

#：購買動機直接影響滿意度經驗證成立；購買動機直接影響購後行為意圖經驗證不成立

#: Purchase motivation impact on the satisfaction significantly; Purchase motivation did not have the significant impact on the after-purchase behavioral intention



圖三、路徑圖

Fig. 3. Path diagram

為了進一步探討滿意度在本研究中是否具有顯著的中介效果，進行以下的分析。分析購茶動機是否顯著的直接影響購後行為意圖，及品茶涉入是否直接影響購後行為意圖。實證結果顯示，動機顯著的直接影響購後行為意圖 ($\beta=0.51, t= 6.06, p<0.001$)，品茶涉入顯著的直接影響購後行為意圖 ($\beta=0.53, t= 7.86, p<0.001$)。因此，而購買滿意度在本行為模式中並未具有顯著的中介效應。

結論與建議

一、結論

購買鹿谷鄉農會比賽茶之購買者以已婚的壯年居多，以大專以上教育程度者居多，多為中彰投的居住者，顯示購買者多具有地緣關係，主要動機為自己飲用。

本研究利用購買動機、品茶涉入、滿意度、及購後行為意圖所建構的行為模式，可有效的解釋購買鹿谷鄉農會比賽茶的行為與現象。購買者的購買動機直接影響滿意度，並間接影響購後行為意圖；品茶涉入直接影響滿意度，並間接影響購後行為意圖；滿意度直接影響購後行為意圖。

二、建議

(一) 對於比賽茶主辦單位－鹿谷鄉農會之建議

鹿谷鄉農會茶葉比賽可稱之為世界上最大的茶賽，對茶業的貢獻極大，如何達到永續經營的目的，以下是本研究的建議。

本研究於鹿谷鄉農會比賽茶展售冬茶活動期間所做之調查顯示，雖然多數購買之動機為自己飲用 (45.4%)，然而饋贈親友 (34.7%)、饋贈客戶 (13.8%)、饋贈長官 (4.8%)，合起來超過一半的比例，因此，品質及價格是購茶決策之重要考量因素，建議經營者 (鹿谷鄉農會) 建立客觀分級制度及品質管制，改善包裝不一、相同品級差異性大及做好農產品安全檢測等，以提高購茶者購買比賽茶之滿意度與忠誠度。

調查發現購買者多來自中彰投地區，經營者可透過之行程，或積極參與各種行銷宣傳活動，藉此吸引其他地區購買者，亦可透過鹿谷鄉農會相關網站、部落格、報章雜誌、電視媒體等增加比賽茶展售特色介紹與討論的機會，以擴大展售的宣傳範圍與能見度，並提高知名度。

購茶者的購茶動機顯著影響購茶的滿意度及購後行為意圖，建議經營者應設計具有延伸比賽茶之功能，結合地區資源，使休閒、觀光、餐飲、茶品融為一體，讓購茶者對鹿谷地區有多一份感動與品牌印象的建立，提高購茶動機，進一步提高購茶者之購後行為意圖，如再購意願、推薦親朋好友、正向口碑等購茶忠誠度，如此將可透過比賽茶的舉辦，對茶葉的經營管理與行銷將有莫大助益。

購茶者的品茶涉入顯著影響購茶的滿意度及購後行為意圖，因此，經營者可利用購茶者對品茶的涉入，提高購茶者的品茶吸引力，如提高比賽茶的休閒性；提高購茶者的品茶自我表現，如針對購茶者舉辦品茶比賽；提高購茶者的品茶中心性，如提供相關品茶知識，如發行比賽茶刊物，架設比賽茶部落格，聯絡購茶者之感情，促進購茶者品茶知識的交流。如此，將可藉由提高購茶者的品茶涉入，提高購茶者之購茶滿意度及購後行為意圖，除了可推展品茶文化以提高購茶者品茶涉入，更可提高購茶滿意度及對鹿谷鄉農會比賽茶的忠誠度。

(二)對未來研究者之建議

首先，本研究僅針對 2007 年度購買冬茶的購茶者進行研究，為橫斷面的研究。後續研究可以與鹿谷鄉農會合作，建立購茶客戶名冊，進行多年期研究，將可進一步建構完整的購茶行為模式。

其次，可以利用不同的購茶動機或品茶涉入為區隔變項，探討購茶者的市場區隔，探討不同市場區隔之購茶者之購茶行為及購茶決策，並進一步建立比賽茶的行銷策略。

另一方面，本研究僅針對購買比賽茶之購茶者建立購買行為模式，未來研究者可以此模式做為參考，以購買其他比賽茶葉的不同購茶者為對象，進行購茶行為模式之建構與驗證。

誌 謝

感謝鹿谷鄉農會總幹事林秀薇小姐惠予提供場地及協助郵寄問卷調查；鄒代萱、吳國清、黃建豐、許華芳、及林文俊等小姐(先生)協助現場問卷調查，使得本研究得以順利進行。感謝兩位匿名審稿委員提供寶貴意見，使得本論文得以改善，特此誌謝。

參考文獻

1. 吳忠宏、林士彥、王嘉麟.2006.森林遊樂區遊客環境屬性與忠誠度之研究.運動休閒管理學報 3(1): 42-56。
2. 林俊成、陳麗琴.2006.福山植物園生態旅遊服務品質研究. 台灣林業科學 21(4): 473-489。
3. 林若慧、陳澤義、劉瓊如.2003.海岸型風景區之旅遊意象對遊客行為意圖之影響－以遊客滿意度為中介變數. 戶外遊憩研究 16(2): 1-22。
4. 陳勁甫、林怡安.2003.博物館遊客滿意度與服務品質之研究：以國立自然科學博物館為例. 博物館學季刊 17(3): 113-131。
5. 陳勁甫、陳佩君、陳美惠、李佳玲.2006.參觀者對博物館服務品質、知覺價值、滿意度及行為意圖關係之研究--以國立自然科學博物館為例. 科技博物 10(2): 41-58。

6. 陳勁甫、閻淑慧.2006.鐵道藝術村遊客旅遊行為關係之研究.真理觀光學報 4: 31-56。
7. 黃俊英、賴文彬.1990.涉入的理論發展與實務應用.管理科學學報 7(1): 15-29。
8. 鄭天明、李宗鴻.2006.旗山老街遊客遊憩行為模式之研究.真理觀光學報 4: 79-98。
9. 羅凱安、蔡欣曄、張雅玲、張樑治.2006.墾丁國家森林遊樂區遊客遊憩需求與滿意度之研究.樹德科技大學學報 8: 271-28。
10. Akama, J. S. and D. M. Kieti. 2003. Measuring tourist satisfaction with Kenya's wildlife safari: a case study of Tsavo West National Park. *Tourism Management*. 24: 73-81.
11. Backman, S. J. and J. L. Crompton. 1991. The usefulness of selected variables for predicting activity loyalty. *Leisure Sciences*. 13: 205-220.
12. Bagozzi, R. P. and Y. Yi. 1988. On the evaluation of structure equations models. *Academic of Marketing Science*. 16(1): 76-94.
13. Bagozzi, R. P., Y. Yi, and L. W. Phillips. 1991. Assessing construct validity in organizational research. *Administrative Science Quarterly*. 36(3): 421-458.
14. Baker, D. A. and J. L. Crompton. 2000. Quality, satisfaction and behavioral intentions. *Annals of Tourism Research*. 27(3): 785-804.
15. Bennett, R., C. E. J. Härtel, and J. R. Mc-Kennedy. 2005. Experience as a moderator of involvement and satisfaction on brand loyalty in a business-to-business setting. *Industrial Marketing Management*. 34: 97-107.
16. Bentler, P. M. and D. G. Bonett. 1980. Significance tests and goodness of fit in the analysis of covariance structures. *Psychological Bulletin*. 88: 588-606.
17. Bentler, P. M. 1995. EQS structural equations program manual. Encino, CA: Multivariate Software.
18. Bigné, J. E., L. Andreu, and J. Gnoth. 2005. The theme park experience: an analysis of pleasure arousal and satisfaction. *Tourism Management*. 26: 833-844.
19. Bigné, J. E., M. I. Sánchez, and J. Sánchez. 2001. Tourism image, evaluation variables and after purchase behaviour: inter-relationship. *Tourism Management*. 22: 607-616.
20. Bowen, J. T. and S. L. Chen. 2001. The relationship between customer loyalty and customer satisfaction. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*. 13(5): 213-217.
21. Carmines, E. and J. McIver. 1981. Analyzing models with unobserved variables: analysis of covariance structures. In "Social measurement: current issues", eds. G. Bohmstedt & Borgatta. Beverly Hills, Calif: Sage.
22. Churchill, G. A. and C. Surprenant. 1982. An investigation into the determinants of customer satisfaction. *Journal of Marketing Research*. 19: 491-504.
23. Cole, S. T., J. L. Crompton, and V. L. Willson. 2002. An empirical investigation of the relationships between service quality, satisfaction and behavioral intentions among visitors to a wildlife refuge. *Journal of Leisure Research*. 34(1): 1-24.
24. Crompton, J. L. and S. L. MacKay. 1997. Motives of visitors attending festival events. *Annals of Tourism Research*. 24(2): 425-439.
25. Dann, G. M. 1981. Tourism motivations: an appraisal. *Annals of Tourism Research*. 8(2): 189-219.
26. Dimanche, F., M. E. Havitz, and D. R. Howard. 1991. Testing the involvement profile scale in the context of selected recreational and touristy activities. *Journal of Leisure Research*. 23(1): 51-66.

27. Duman, T. and A. S. Mattila. 2005. The role of affective factors on perceived cruise vacation value. *Tourism Management*. 26: 311-323.
28. Eagles, P. F. J. 1992. The travel motivations of Canadian ecotourists. *Journal of Travel Research*. 31(2): 3-7.
29. Fornell, C. and D. F. Larcker. 1981. Evaluating structural equation models with unobservable and measurement error. *Journal of Marketing Research*. 18: 39-50.
30. Fornell, C. 1992. A national customer satisfaction barometer: the Swedish experience. *Journal of Marketing Research*. 56: 6-21.
31. Gallarza, M. G., and I. G. Saura. 2006. Value dimensions, perceived value, satisfaction and loyalty: an investigation of university students' travel behavior. *Tourism Management*. 27: 437-452.
32. Hairs, Jr. F., R. E. Anderson, R. L. Tatham, and W. C. Black. 1998. *Multivariate data analysis* (5th ed.). New York: Macmillan.
33. Havitz, M. E. and F. Dimanche. 1990. Propositions for testing the involvement construct in recreational and tourism contexts. *Leisure Sciences*. 12(2): 179-195.
34. Hu, L. and P. M. Bentler. 1999. Cutoff criteria in fix indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling*. 6(1): 1-55.
35. Hwang, S. N., C. Lee, and H. J. Chen. 2005. The relationship among tourists' involvement, place attachment and interpretation satisfaction in Taiwan's national parks. *Tourism Management*. 26: 143-156.
36. Jöreskog, K. G. and D. Sörbom. 1996. *LISREL 8: User's reference guide*. Chicago: Scientific Software International.
37. Juergen, G. 1997. Tourism motivation and expectation formation. *Annals of Tourism Research*. 24(2): 283-304.
38. Kyle, G. T., J. Absher, and W. Hammitt. 2005. An examination of the motivation-enduring involvement relationship. In "Proceedings of the 2005 Northeastern Recreation Research Symposium", pp. 238-246. U.S. Dept. of Agriculture, Forest Service, Northeastern Research Station.
39. Kyle, G., A. Graefe, R. Manning, and J. Bacon. 2003. An examination of the relationship between leisure activity involvement and place attachment among hikers along the Appalachian trail. *Journal of Leisure Research*. 35(3): 249-273.
40. Kyle, G., A. Graefe, R. Manning, and J. Bacon. 2004. Predictors of Behavioral Loyalty among Hikers Along the Appalachian Trail. *Leisure Sciences*. 26(1): 99-118.
41. Laurent, G. and J. N. Kapferer. 1985. Measuring consumer involvement profiles. *Journal of Marketing Research*. 22: 41-53.
42. Lee, C. K. Y. S. Yoon, S. K. Lee. 2007. Investigating the relationships among perceived value, satisfaction, and recommendations: the case of the Korean DMZ. *Tourism Management*. 28: 204-214.
43. Lee, T. H. 2006. Assessing a river tracing behavioral model: a Taiwan example. *Anatolia*. 17(2): 322-328.
44. Lee, T. H. 2007. An ecotourism behavioral model of national forest recreation areas in Taiwan. *International Forestry Review*. 9(3): 771-785.
45. Lehto, X., J. T. O'leary, and A. M. Morrison. 2004. The effect of prior experience on vacation behavior. *Annals of Tourism Research*. 31(4): 801-818.

46. McIntosh, R. and W. S. Gupta. 1977. *Tourism: principles, practices, philosophies* (3rd ed). Ohio: Grid Inc.
47. Murphy, P., M. P. Pritchard, and B. Smith. 2000. The destination product and its impact on traveler perceptions. *Tourism Management*. 21: 43-52.
48. Oliver, R. L. 1981. Measurement and evaluation of satisfaction processes in retail settings. *Journal of Retailing*. 57(3): 25-48.
49. Russell-Bennett, R., J. R. McColl-Kennedy, and L.V. Coote. 2007. Involvement, satisfaction, and brand loyalty in a small business services setting. *Journal of Business Research*. 60: 1253-1260.
50. Severt, D., Y. Wang, P. J. Chen, and D. Breiter. 2007. Examining the motivation, perceived performance, and behavioral intentions of convention attendees: evidence from a regional conference. *Tourism Management*. 28: 399-408.
51. Swinyard, W. R. 1993. The effects of mood, involvement, and quality of store experience on shopping intentions. *Journal of Consumer Research*. 20: 271-280.
52. Wong, J. and R. Law. 2003. Difference in shopping satisfaction levels: A study of tourists in Hong Kong. *Tourism Management*. 24: 401-410.
53. Yoon, Y. and M. Uysal. 2005. An examination of effects of motivation and satisfaction on destination loyalty: a structural model. *Tourism Management*. 26: 45-56.
54. Yüksel, A. and F. Yüksel. 2007. Shopping risk perceptions: effects on tourists' emotions, satisfaction and expressed loyalty intentions. *Tourism Management*. 28: 703-713.
55. Zaichnowsky, J. L. 1985. Measuring the involvement construct. *Journal of Consumer Research*. 12: 341-352.
56. Zeithaml, V. A., L. L. Berry, and A. Parasuraman. 1996. The behavioral consequences of service quality. *Journal of Marketing*. 60: 31-46.

Purchase Behavioral Model of Tea Competitions

: Example of Tea Competitions of Lugu Farmers’ Association

Tsung-Hung Lee¹

Rue-Du Liu²

Summary

This study assessed the purchase behavioral model of using latent variables of purchase motivation, drink tea involvement, satisfaction, and after-purchase behavioral intention, purchase characteristics, and elemental data of customers that purchased the Tea Competitions of Lugu Farmers’ Association. The questionnaire survey was partly performed on 28, 29 December 2007 at exhibition of Tea Competitions and partly carried out by the mail survey. A total of 306 usable questionnaires were collected. Descriptive statistics of socio-demographic and purchase characteristics were analyzed using SPSS 12.0. The confirmatory factor analysis and structural equation model analysis were analyzed using LISREL 8.52 for windows. All parameters were estimated by maximum likelihood method. Mainly descriptive findings were as follows: 79.0% were male; 88.1% were married; 30.9% aged from 41 to 50 years old; 43.0% were college educated; 30.2% were storekeepers; 60.3% lived in Taichung or Changhua or Nantou; and 27.0% had monthly incomes of NT \$40,001 to 60,000. Empirical results indicated that purchase motivation significantly affected the satisfaction directly and affected the after-purchase behavior indirectly. Drink tea involvement significantly affected the satisfaction directly and affected the after-purchase behavior indirectly. Drink tea involvement significantly affected the after-purchase behavior directly. Satisfaction significantly affected the after-purchase behavior directly.

Key words: Tea Competitions, Purchase motivation, Involvement, Satisfaction, Structural equation model

-
1. Associate Professor, Graduate School of Leisure & Exercise, National Yunlin University of Science and Technology, Douliou, Yunlin, Taiwan, R.O.C.
 2. Master student, Graduate School of Leisure & Exercise, National Yunlin University of Science and Technology, Douliou, Yunlin, Taiwan, R.O.C.

附表一、購買者樣本結構

Appendix Table 1. Respondents' profile

項	目	樣本數	百分比	項	目	樣本數	百分比
性別	男	241	79	職業	服務業	33	11.3
	女	64	21		家庭主婦	17	5.8
婚姻	未婚	33	11.9		退休或待業	19	6.5
	已婚	224	88.1		學生	4	1.4
年齡	16~20 歲	1	0.3	居住地	大台北地區	39	12.9
	21~30 歲	19	6.3		桃、竹、苗	25	8.3
	31~40 歲	68	22.6		中、彰、投	182	60.3
	41~50 歲	93	30.9		雲、嘉、南	32	10.6
	51~60 歲	87	28.9		高、高、屏	21	7.0
	61 歲以上	33	11.0		宜、花、東	3	1.0
職業	軍公教	41	14.1		離島或其他	0	0
	上班族	52	17.9	月收入	2 萬元以下	18	6.2
	自營商	88	30.2		2~4 萬元	62	21.5
	專業人員	20	6.9		4~6 萬元	78	27.0
	農林漁牧	17	5.8		6~8 萬元	49	17.0
教育程度	國中(小)	36	12.4		8~10 萬元	50	17.3
	高中(職)	113	38.3		10 萬以上	32	11.1
	大學	125	43.0				
	研究所	17	5.8				

附表二、購買者特性

Appendix Table 2. Purchasers' characteristics

項	目	樣本數	百分比	項	目	樣本數	百分比
目的	自己喝	284	45.4	比賽茶 等級	特等	9	1.6
	饋贈親友	217	34.7		頭等	60	10.7
	饋贈客戶	86	13.8		貳等	94	16.7
	贈送長官	30	4.8		三等	96	17.1
	其他	8	1.3		三梅	173	30.7
					二梅	131	23.3
資訊	書報、雜誌	48	12.3	最佳 比賽茶	鹿谷鄉農會	287	75.3
	網際網路	22	5.6		鹿谷凍頂合作社	33	8.7
	親朋好友	109	27.9		名間鄉農會烏龍	6	1.6
	電視、廣播	29	7.4		坪林鄉農會	16	4.2
	早就知道	183	46.8		梅山鄉農會	12	3.1
					鹿野鄉農會	8	2.1
					北埔鄉農會	17	4.5
					東方美人茶比賽	2	0.5

附表三、測量變項的平均數(Mean)與標準差(SD)

Appendix Table 3. The mean and standard deviation of measurement variables

測量變項	Mean	SD	測量變項	Mean	SD
購買動機			品茶涉入		
滿足喝好茶生理需求	5.60	1.33	減輕壓力，放鬆心情	5.76	1.00
有益健康	5.84	1.25	最滿意的休閒活動之一	5.64	1.32
無法由市面上購得	5.38	1.26	最有樂趣的休閒活動之一	5.53	1.71
高品質的好茶	5.85	1.06	我喜歡與朋友討論飲茶	5.18	1.45
豐富購買茶葉型態	5.01	1.33	飲茶比其他休閒活動更具吸引力	4.92	1.32
慕名而來，滿足好奇心	3.58	1.61	飲茶時，我希望別人能視我為是會品茶的人	4.13	1.45
饋贈親朋好友的禮品	5.26	1.41	盡情表現自己的品茶能力	4.49	1.40
滿足休閒活動的需求	4.76	1.36	告訴別人飲茶體驗與樂趣	4.90	1.56
享受購物的樂趣	3.76	1.54	展現真實自我，肯定自我	4.60	1.38
獲得更多的茶葉訊息	4.70	1.70	告訴別人以滿足自己的優越感	3.85	1.52
促進人際關係	4.50	1.45	道我品茶時，我會引以為傲	3.84	1.53
充實自我經驗與成長	4.41	1.51	我的生活與飲茶息息相關	4.98	1.64
肯定自我、自我價值	4.31	1.75	我有很多愛好飲茶的朋友	5.30	1.43
滿意度			在生活中扮演重要的角色	5.23	1.54
與預期情境相比較	4.93	1.41	購後行為意圖		
花費的時間	5.00	1.38	再度購買的意願	5.92	1.23
花費之金錢	4.61	1.65	推薦親朋好友的意願	5.65	1.33
與購買其他產品比較	5.14	1.19	傳達正向口碑的意願	5.65	1.36
整體滿意度	5.09	1.39	作為購買茶葉的第一選擇	5.79	1.37

從心理學層面探討台灣兒童茶藝教學

賴正南¹

摘 要

兒童茶藝教學是整體茶藝教學的根基，也是奠定未來茶文化的基石。近年來，部份茶藝文化工作者與教育工作者合作，將茶藝引進中小學校園，為校園文化增添新鮮內容，也為茶藝文化的普及開拓一個新空間，只是目前全台灣尚未形成一股熱潮。本文從教學與學習觀點、兒童發展心理學、兒童茶藝教學及推廣實例等層面探討台灣兒童茶藝教學狀況，並提出下列建議：兒童茶藝不應只侷限於泡茶技藝的學習與展現，其內涵應加以擴展；茶藝老師需要知道兒童的背景知識是如何影響他們的理解；為了幫助學生在理解的基礎上學習而不是促使學生獲得彼此不相關聯的知識和技能，課程內容應依據「兒童心理年齡特徵」設計，或將教材融入在不同領域的教學之中；要使教學更為有效，「教育內容知識」是教師（包含茶藝老師）需要學習的主要部分。

關鍵字：兒童心理學、兒童茶藝、教學

壹、教學概述

作為教師而言，幾乎無時無刻不在做教學計畫，包括年度計畫、學期計畫、單元計畫、每周計畫、每日計畫及課時計畫等，而且這些不同內容的計畫必須協調一致並與整個教學的目標相一致，這就要求教師具有較高的教學設計水平。教學設計是一項複雜的技術，需要心理學、教育學及其他相關的學科知識作指導。只有掌握了這些基礎的理論與技術，才能更有效地組織教學（皮連生，2000）。

一、教學概念：

「教學」是通過資訊傳播促進學生達到預期的特定學習目標的活動。教學的目的在於使學生掌握原先不知道的知識，獲得原先不具備的技能，形成原先所沒有的態度，並進而在原有基礎上發展學生的智力。教學與教育的概念既有區別又有聯繫，「教育」一詞的含蓋面較廣，它代表了一切與人們學習有關的活動，既包括學校中系統的資訊傳遞活動，也包括家庭教育、個人自學等。但要使學生能儘快掌握知識和技能，就必須對學習活動進行精心地設計與安排，提供有利的學習條件。我們稱這種有組織、有計畫的教與學的活動為「教學」。

按照 Gagné 的觀點，教學是為學生的學習提供條件。而且他認為，學習的條件分為特殊的和一般的，教學目標決定學習的特殊條件。例如，如果教學目標是動作技能，學習的特殊條件便是示範、模仿和糾正。針對目標的測量和評鑑的目的為學生的學習提供迴饋資訊，是學習的特殊條件。而學習動機的激發與課堂管理這兩個外部條件並不針對具體目標，是學習的一般條件（皮連生，2003b）。

1.行政院農業委員會茶業改良場 技佐。台灣 桃園。

二、教學系統：

教學系統(Instructional System)是由一定數量相關聯的組成部分(如教師、學生、教學內容、教學媒體、教學方法、教學環境等)有機結合起來具有某種教學功能的綜合體。教學系統有不同的層次，一個學校的全部課程設置計畫、一門具體的課程、一個教學單元等，都可以看成不同層次的教學系統。

一個教學系統，至少要有“教”與“學”兩個要素，教與學兩個要素之間的聯繫與作用形成「教學活動」，這個系統的功能就是培養人才。教與學雖是教學系統兩個基本要素，但教與學分別又可作為兩個子系統，每個子系統又由不同要素所構成。“教”這一子系統包括教師、學科內容、媒體、方法等要素；而“學”這一子系統包括學習者、學習態度、學習行為及認知程度等要素。在“教”這一子系統中，其構成要素之間不同的聯繫方式，就形成不同的教學過程結構；不同的教學過程結構將具有不同的教學功能，產生不同的教學效果 (皮連生，2000)

三、教學設計：

「教學設計」是運用現代學習與教學心理學、傳播學、教學媒體論等相關的理論與技術，來分析教學中的問題和需要、設計解決方法、試行解決方法、評鑑試行結果，並在評鑑基礎上改進設計的一個系統過程。它既具有設計的一般性質，又必須遵循教學的基本規律。教學設計的重要內容之一，就是要根據教學目標即預期的效果，設計不同的教學過程結構，即設計教師、內容、媒體、方法等要素之間不同的聯繫方式，而達到最優化的效果。所謂「最優化」，就是從多種可能的方案中，選擇出最好的系統方案，使系統具有最優的整體功能 (皮連生，2000)。

四、有效教學：

鑒於教學的複雜性以及學生的個體差異，實施有效的教學必須因材施教。教師必須掌握多種觀點及策略，並在教學中靈活運用。這要求教師具備下列兩大要素：

1.專業知識及技能：

優秀教師應當熟練掌握本學科的專業知識，並具有紮實的教學技巧。他們應具有出色的教學策略，包括設定教學目標、進行教學規畫和課堂管理。他們懂得如何激發具有不同文化背景的學生之學習動力，懂得如何與他們溝通並使教學活動得以有效開展。他們還知道如何在課堂裡運用適當的技術手段。

2.責任心和動力：

成為一位優秀教師還需要責任心和動力，這包括正確的態度和對學生的關心。

此外，各類專業知識都不僅僅是一般的問題解決技能，還要求有組織有序的概念知識和探究過程。各種學科以不同的形式和方法組織起來，都有其各自的探究方法。《How People Learn: Brain, Mind, Experience and School》一書中提出以下關鍵性的結論：

1.有效教學的教師需要「教育內容知識」(pedagogical content knowledge)--即有關『如何教好』特定學科的知識，且與一般教學方法的知識有所區別。

2.專家型教師了解他們所教學科的結構，他們以這種結構作為認知路標來指導學生的作業，來評鑑學生的進步，在平等討論的課堂教學生活中向學生提問題。

簡言之，教師的學科知識和教育內容知識是相互作用的，學科知識結構本身並不能引導教師。強調教師的學科知識和教育內容知識相互作用的觀點和平常有關教師為了設計有效教學環境的一般錯誤概念有直接的衝突，這些錯誤概念是：「教學僅僅包含一些一般性方法，一個好教師能夠教好任何一門學科，學科知識本身就已足夠」(程可拉、孫亞玲、王旭卿譯，2002)。

貳、學習概述

一、學習的定義：

學習這個現象在人和動物中是普遍存在的。人的一生都在不斷進行學習，即所謂“活到老，學到老”。然而，對於什麼是學習，心理學家在給予它一個科學定義時，出現了許多爭論。最初，行為主義心理學家傾向於把學習定義為“由經驗引起個體的行為之相對持久變化”。從學習研究方便考慮，這一定義便於操作，但有明顯缺陷。因為學習引起的變化之本質不是行為，而是內在的心理，單純考慮外部行為變化，有時會對學習作出錯誤判斷。所以認知心理學家一般把學習定義為“由經驗引起的能力或行為傾向之相對持久變化”(皮連生，2003a)。

教育心理學者皮連生(2000, 2003a)將學習的定義總結為「個體在特定情境下由練習或經驗引起的能力或傾向的相對持久變化」。必須注意這個定義中的三個要點：(1)並非人們從事的任何活動都產生學習，只有那些對人的能力或行為傾向帶來變化的活動才是學習。(2)其變化是由後天經驗引起的。這一定義強調學習不同於發展。(3)其變化必須能“相對持久保持”。這一定義強調學習的變化區別於因適應、病癆或服藥引起的暫時性變化，這些變化一般是可逆的。

在向中小學教師講述心理學中的學習定義時，有些老師覺得“什麼是學習，我早就知道了，經你這一講，我反而糊塗了。”教師為什麼產生這種想法呢？其原因可能是：心理學中的許多概念都是人們在日常生活中所熟知的，但有關人的心理之日常概念與科學心理學概念不完全相同，教師應用這些日常概念並不妨礙他們交流。但是如果對心理現象作科學研究，僅知道有關心理現象的日常概念是遠遠不夠的。人們在學習物理學時必須消除自己有關物理現象的日常概念中的錯誤才能接受科學的物理概念。教師在學習心理學時，也必須這樣，用科學的心理學概念替代自己頭腦中不完全正確的日常心理概念。美國實用主義哲學家、教育家杜威根據其哲學觀，在其《我們怎樣思維》一書對學習的核心成分--反省思維和解決問題過程做了經典的概括(皮連生，2003a)：

現在，我們已經掌握資料用以分析反省思維的全部活動……每個思維的兩個極限，思維開始於困惑的、困難的或混亂的情境；思維的結尾是清晰的、一般的、確定的情境。第一種情境可稱為反省前(pre-reflective)的情境，它提出需要解決的問題，提出反省思維要回答的問題。後一種情境中，懷疑消除了，這是反省後(post-reflective)的情境，它的結果是控制直接經驗，獲得滿足和愉快。反省思維就是在兩種情境之中進行的。

思維處在兩種情境之間，有如下的幾種狀態，它們是：(1)暗示，在暗示中，心智尋找可能的解決辦法；(2)使感覺到的(直接經驗到的)疑難和困惑理智化，成為有待解決的難題和必須尋求答案的問題；(3)以一個接一個的暗示作為導向意見，或稱假設，在收集事實資料中開始並指導觀察及其他工作；(4)對一種概念或假設從理智上加以認真地推敲(推理是推論的一部分，而不是推論的全部)；(5)通過外顯的或想像的行動來檢驗假設。

此概念亦可加以綜合應用在目前在台灣逐漸風行的兒童茶藝教學上(如表一)：

表一、反省思維狀態及其在兒童茶藝教學之應用

Table 1. The states of reflective thinking and their application on the teaching and learning of tea art for children

反省思維狀態	兒童茶藝教學應用
1.暗示	老師針對茶藝相關技能或知識，利用各種方式作暗示或提示，讓兒童運用自己的心智去尋找可能的解決辦法。
2.使感覺到的(直接經驗到的) 疑難和困惑理智化	老師針對茶葉沖泡過程中發生的結果或現象，教導兒童實際去看、摸、聞、喝，或觀查記錄沖泡過程中各種現象及結果，再試著去找出疑難之處和尋求或歸納可能的答案。
3.以一個接一個的暗示作為導 向意見（或假設）	然後，老師在旁針對兒童提出的疑難，施予一個接一個的暗示，藉以讓兒童歸納整理可能的答案，並在他們收集事實資料中開始並指導觀察及其他工作。
4.對一種概念或假設從理智上 加以認真地推敲	藉由分組討論或網頁設計等方式，讓兒童們學習推敲各種可能的答案。
5.通過外顯的或想像的行動來 檢驗假設	老師讓兒童再實際重新演練一次，並協助他們檢驗疑難是否已解決。

(資料來源：作者整理)

在過去資訊不發達的時代，學校是學生唯一獲得資訊的管道，是唯一可以得到教育的地方。一般人也普遍認為學習等於學校，學校教育就是整個教育活動，學校之外的教育不受重視，也似乎未在個人的生涯發展上發揮多大的作用。一般人認為重要知識的獲得和能力的發展，只能在學校中習得。綜觀我們的中小學教育，不但未試圖培養學生學習的興趣，反而造成大家視學習為畏途，連教學過程中也不強調自動學習的能力養成。前教育部長吳京先生曾提及：「現在是資訊時代，大家所處的是『知識經濟』的環境，學校不再是學習新知唯一的場所。」(賴正南，2000)。Hirst & Peters (1991)認為「學習」一詞所指的即是要獲得成就所必備的某種意識或無意識的經驗形式。通常教育過程不但包括學習，而且也包含教學，不過，它並沒有邏輯關係。有許多不必經由教學即能發展的學習形式，且有教育意義的學習(educative learning)並不意謂必須要在教學的情境下才能構成。經驗告訴我們，如果教師能明確地營造學習情境，那麼學生就能迅速、可靠地學到大多數的事物(劉貴傑譯，1994)。

二、改變學習概念的五大主題：

在過去的 30 年中，有關學習的研究在五大領域中產生了新的學習概念。作為對人類學習新的類型之積累結果，有效學習的觀念發生了變化，教學的重心已從勤奮操練和練習轉向學生的理解和對知識的運用上(程可拉等譯，2002)。

- 1.記憶與知識的結構：記憶不再被看作是簡單的聯想，事實表明結構不僅包含知識，也涉及到意義。知道學習者是如何組織資訊結構，這特別有利於人們理解隱含於有效理解和思維的條理化之知識性質。
- 2.問題解決與推理的分析：當代最具影響的學習理論之一是對專家學習者的基本研究。學習理論現在能夠解釋學習者是如何獲得尋找問題空間的技能，以及在很多問題解決情境中他們又是如何使用這些一般策略。新手學習者學到的問題解決技能與熟練掌握特定專業領域專家的專業技能之間有明顯的區別。

- 3.早期基礎：運用創造性的評鑑方法研究嬰兒在控制情境中的反應揭示了早期學習的發展。對嬰兒和幼兒的科學研究顯示兒童的(先天)學習素質和後天出現的組織和協調資訊、做出推論、發現問題解決策略的能力之間的關係。因此，教育者們正在重新思考兒童入學時就具有的能力和技能對學校學習有利的影響。
- 4.元認知 (metacognition)過程與自我調節能力：個體能夠學會控制自己的行為，這些控制活動促使自我監控和對個體行為的總體控制。這些活動有一些策略：預測結果、事先計畫、分配個體的時間、向自己做解釋以便提高理解、記住並充分把握失敗的原因、促進背景知識。
- 5.文化體驗與社區(共同體)參與：參與社會實踐是學習的一種基本形式。學習包含了與已有資源、約束、限制、可能性等保持一致，這些都存在於共同體的實踐之中。學習得到社會標準的刺激，在其中尋求理解的價值。早期學習通過成人和兒童共同參與的活動得益於家庭環境和社會環境的支持，這些活動為嬰幼兒提供了文化標準和規範的解釋與結構，而這一過程早在兒童進入學校前就已發生。

三、專家行為表現 (expert performance)研究：

所謂「專家」就是指在特定領域中具有專業知識的人，他們能夠有效地思考該領域的問題。對專業知識的了解是十分重要的，它能夠使人們洞察思維和問題解決的本質。研究表明，專家與新手的差異不僅僅表現在一般能力(如記憶力或智力)上，也不是一般策略應用的差別。相反，專家獲得了寬廣的知識，這些知識會影響到他們所關注的事物，影響到他們在環境中如何組織、再現和理解資訊。反過來，又會影響到他們記憶、推理和解決問題的能力。

《How People Learn: Brain, Mind, Experience and School》一書中介紹一些重要科研成果，這些成果源自於對國際象棋、物理、數學、電子和歷史等領域已具備專業知識的專家們的研究中獲得的。對這些例証的討論並不是期望所有的學生將來都能成為這些或其他領域的專家，而是想通過對專業知識的研究，弄清成功的學習結果會是怎樣的。以下 6 項有關專家知識的重要原則及其對學與教的潛在意義，值得人們認真思考（程可拉等譯，2002）：

- 1.專家能識別新手注意不到的資訊特徵和有意義的資訊模式。
- 2.專家獲得大量的內容知識，這些知識的組織方式反映專家對學科的理解深度。
- 3.專家的知識不能簡化為一些孤立的事實或命題，而應反映應用的情境，也就是說，這些知識受一系列環境的制約。
- 4.專家能夠毫不費力地從自己的知識中靈活地提取重要內容。
- 5.儘管專家諳熟自己的學科，但這不能保證他們會教導他人。
- 6.專家應付新情景的方法靈活多樣。

四、專家與教學：

在某一特定領域具有專業知識的人不能保證他就能教別人學習。事實上，專業知識有時對教學是有害的，因為許多專家忘卻了學生學習的難易。對某一學科專業知識所需的內容知識，必須有別於有效教學所需的「教育內容知識」，後者包括學生在學習某些主題時所遇到的典型困難方面的資訊；學生要獲得理解就必須跨越傳統路徑；教師必須擁有一些能幫助學生克服困難的潛在策略，Shulman (1986, 1987)認為教育內容知識不等同於一個學科領域的內容知識加上普通的教學策略。相反，不同的學科，教學策略是不一樣的。專家型教師了解學生可能面對的困難類型，知道如何挖掘學生原有知識以便使新的資訊有意義，他們知道怎樣評價學生們的進步。要使教學更為有效，教育內容知識是教師需要學習的主要部

分 (引自程可拉等譯, 2002)。

五、適應性的專業知識：

對教育工作者來說，重要的問題是在幫助人們對新情境保持彈性和適應性方面，某些知識的組織方式是否比其他的更佳。例如有兩位教兒童茶藝新老師，他們具有相同的學科及教育訓練背景，開始開班講授兒童茶藝。在教學中，老師 A 用數週的時間逐句逐段講解講義，重點放在茶葉相關知識和如何沖泡上。他的教學模式是自己教育訓練學習的翻版，沒有自己知識的傳授，只不過是把課組合成適合 50 分鐘容量的模塊。老師 A 想像學生所做出的反應——作為一名喜歡喝茶並熱衷於茶藝相關知識或自己沖泡的學生，其實就是他自己的反應。結果，當學生反應不夠熱情或專精時，老師 A 便無法理解他的困惑：“到目前為止，我在教學上所遇到的最大問題是，無法了解這些小朋友的心理狀況”。老師 B 在開始教時，連茶葉相關知識和如何沖泡都沒有提及。為了讓學生掌握茶葉沖泡中所應注意的內容和衍生的問題，他讓學生設想自己的處境：“我要親自泡好一壺茶供親朋好友品茗”，然後，老師 B 讓學生設想一個如何準備茶葉及茶具類別、與沖泡過程該注意的情景。只有在他們冥想苦思這些問題並把它們記錄下來之後，老師 B 才開始向他們介紹上課內容。

一般對專家的看法是“無所不知者”，人們也從未對此提出疑慮和爭論，但研究發現以“優秀新手”的模式替代原有的“答案填寫專家”模式十分見效。優秀的新手精通許多領域並為自己的才技而自豪，但是他們意識到他們所了解的與所有的能知相比卻顯得微不足道。這一模式幫助人們不斷地去學習，即便他們在其領域中已當了 10 到 20 年的“專家”。「適應性專業知識」的概念 (Hatano & Inagaki, 1986) 為成功的學習提供一個重要的模式。適應性專家能夠彈性處理新情境並成為終身學習者，他們不但應用他們所學到的，他們還運用元認知不斷挑戰他們現有的專業知識水平，並且設法超越它。他們不只是力圖更有效果地做同一事情，他們希望把事情辦得更好。對學習理論的主要挑戰是要了解特定類型的學習經驗是如何發展成為適應性專業知識或“藝術大師”的。專業知識的另一個重要的特徵是，以相對“不費力”的方式提取相關知識的能力。這種順暢的提取並不意味著專家完成任務時所花的時間總比新手少，反而為了充分了解問題，他們常常多用時間。他們毫不費力地提取資訊的能力極其重要，因為順暢提取不需要意識的參與，否則能力受到限制 (Schneider & Shiffrin, 1997, 1985)。相反，費力地提取知識需要學習者的意識參與：精力耗在記憶上而非學習上。把教學重點侷限於準確性方面無助於培養學生的順暢性 (引自程可拉等譯, 2002)。

六、學習的轉移(transfer of learning)：

有效學習的另一個方面是其持久性——一種學習對其他類型的學習或行為是否具有長期的影響呢？我們可以從大量的學習轉移研究文獻中綜合出學習科學的一些新的觀點 (程可拉等譯, 2002)。關鍵性的結論如何應用在兒童茶藝教學，彙整如下：

1. 知識和技能必須拓展到最初學習時狹窄的情境以外：比如，在茶藝教室學會泡好一壺茶，爾後也要會轉移到在其他情境下或在任何場所時亦能泡好一壺茶。

2. 學習者最起碼要知道所學知識什麼時候能夠被運用——運用的條件是什麼：知識不能轉移，在很大程度上是因為學習者缺乏這類有條件的知識。例如茶葉沖泡水溫和時間之間的關係，又應如何拿捏？

3. 學習必須有概括化的原理作指南，以擴大知識運用範圍：靠死記硬背得來的知識很少能被轉移，學習者只有在知道並理解知識背後隱含的原理時轉移才能發生，因為原理能夠用來解決新情景中的問題。例如如何解釋沖泡水溫和茶葉類別之間的關係、綠茶為何不需要日光萎凋、為何每種茶類製造時都需要「殺菁」(紅茶例外) 等。

4.如果學習者具備概念性知識，他們獨立學習就容易：對兒童概念形成和概念發展的研究顯示學習者在問題的心理表徵方面所起的作用(包括一個問題與另一個問題異同程度)、對一個問題總體結構的組成部分之間整體與部分關係的理解等。例如如何從茶外觀、湯色或葉底色澤來判定茶葉的發酵程度與焙火程度。

5.當學習者意識到他們自己是學習者和思考者時，他們的學習最成功：當一個學習者意識到自己是學習者、意識到評鑑策略的作用，這便能使他的學習始終指向學習任務或有助於學習者不斷詢問自己是否理解。學習者能夠成為獨立的善於保持學習的學習者--本質上來說，這就是人是怎樣成為終身學習者的。例如學完兒童茶藝後，可鼓勵有興趣者繼續參加各類茶會活動、茶學研討會、技術講習訓練會（如茶葉產製技術、茶葉品質鑑定等）。

七、兒童學習(Children's learning)：

雖然有眾多的各個年齡層次的學習者，但兒童在很多方面仍區別於成人學習者。對幼兒的研究為我們打開了瞭解學習發展的一扇窗戶，這些研究還顯示學習隨著時間的推移所呈現的動態圖景。最新的對嬰兒認知和幼兒怎樣建立早期學習素質傾向的理解也提出一些讓幼兒順利過渡到正規學習情境的途徑。關鍵性發現彙整如下（程可拉等譯，2002）：

1.人具有學習特定領域(知識)的先天素質，幼兒主動地探究他們的世界：在特殊領域，比如生物學和物理學的因果關係、數、語言等，嬰兒和幼兒具有極強的好學易學的先天素質。這些對學習的影響有利於早期學習或使之成為可能，也為低齡學校教育鋪平道路。

2.兒童缺乏知識和經驗，但並不缺乏推理能力：雖然幼兒經驗不足，他們卻毫不費力地用他們所具有的知識進行推理。

3.早慧的知識可以啟動學習過程：但由於有限的經驗和邏輯思維系統的不完善，兒童的知識包含錯誤概念，錯誤資訊能夠妨礙學校學習，教師需要知道兒童的背景知識是如何影響他們的理解的。教師知道這一點會幫助教師預見兒童的疑惑並辨別兒童為什麼在掌握新觀點時會有困難。

4.學習策略很重要：事實上，兒童能夠通過純粹的意願和努力學會任何東西，但當兒童被要求學習他並不具優勢的領域時則需具備有目的學習策略。

5.兒童需要理解學習的含義、作為學習者他們本人的身份、怎樣作計畫、進行監控和復習，需要反思他們自己和別人的學習，學會自己決定是否理解。這些元認知技能為學習提供策略性的能力。

6.兒童既是問題解決者，又是問題製造者：他們試圖解決出現的問題，他們尋求新的挑戰，在遇到失敗時他們提煉並改進自己的問題解決策略，而在成功的基礎上建立新的策略。他們之所以能堅持下來，是因為憑藉自己的力量所獲得的成功和理解在激勵著他們。

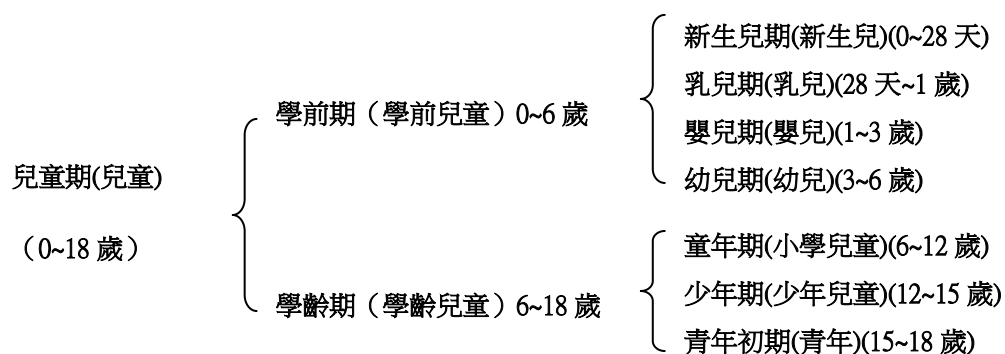
7.成人幫助兒童在新的情境與熟悉的情景之間建立聯繫：兒童的好奇心和堅持性得到成人的支持和幫助，他們指導兒童注意力、組織兒童經驗、支持兒童學習努力以及控制兒童所學資訊複雜程度和難度。

所以，兒童顯示出的能力是在他們與環境的經驗中和照顧他們的成人接觸中形成的。發展的過程包含了兒童早期能力和環境支持之間的相互作用--加強了相應的能力，削弱了與兒童所處的群體較少相關的一些早期能力。兒童的學習受到來自生物的和生態的兩方面的促進和調節，學習引起發展。

參、兒童發展心理學

一、兒童與兒童期：

「兒童發展心理學」是研究兒童心理發生、發展特點和規律的科學。何謂「兒童」？在生活中每個人的見解是不同的，通常我們會認定那些在外形體格上與成年人有很大差別，在心理行為上表現出簡單幼稚的人是兒童。對兒童的年齡界定也頗有分歧，事實上，兒童的科學概念和生活概念是不相同的，發展心理學上的兒童有其特定的含義，張莉(2006)認為是指「0~18 歲發展中的人，即新生兒到青年初期的人類個體」。兒童的年齡界定不是以人的外表作為依據，而是以個體的成熟作為依據的。一般來說，人類個體要到 18 歲時在生理和心理上才基本成熟。從生理發育上看，個體到 18 歲時，其一生中發育最晚的生殖系統的器官及其功能都已基本成熟；從心理發展的各個方面看，無論是認知能力還是個性發展，到 18 歲時都已趨於基本定型。這種界定是就一般而言的，不包括種族差異、地域差異和個體差異。0~18 歲的人即兒童，個體發展中的這一時期也被稱為「兒童期」。由於兒童期是人的一生中生理心理發展最為迅速的時期，是個體從生物人發展成社會人中最為重要的時期，因而為了更詳盡和準確地把握兒童的發展特點，在兒童發展心理學中將兒童期還劃分成了不同的「年齡分期」，並對每一年齡分期中的兒童定義了相應的稱謂，如圖一所示：



圖一、兒童年齡分期 (張莉, 2006)

Fig. 1. Children's age periods

二、兒童發展心理學及其研究內容：

張莉(2006)認為兒童發展心理學是屬於「發展心理學」的分支學科，兒童發展心理學只是個體發展心理學的一部分，但它卻是核心的部分。因為這一時期是人的一生中生理、心理發展速度最快，對人一生影響最大，可塑性也最強的時期。兒童發展心理學即是要研究兒童的每一個心理現象如感覺、知覺、記憶、想像、思維、情緒、意志、注意、個性、社會性等由量變到質變的發展過程，研究在這種發展過程中那一段年齡是處於量變時期，那一年齡是正在發生質變，這種心理現象具有什麼樣的發展變化規律。所以，兒童發展心理學要研究某種心理現象與時間(年齡)的變化關係，尤其是那些變化的重要時間點，即由量變到質變過程中的質變時間點。

兒童心理發展的過程與其他事物的發展過程一樣，也是一個逐漸發展的過程。在這個過程中，兒童心理不斷地實現著由量變到質變的轉化。在兒童心理的量變和質變發展過程中，每一質變前後的心理是有其本質不同的，因其本質的不同，兒童心理發展的過程便分出了不同的階段。所以，是兒童心理發展

的矛盾運動過程中的質變決定了兒童心理發展的階段性。這些階段必然是與兒童中年齡相聯繫的，於是兒童心理發展的階段被稱為「年齡階段」，在每個年齡階段中所表現出來的一般的、本質的、典型的特徵，即是「兒童心理年齡特徵」。

兒童發展心理學不僅要研究究竟有那些因素在兒童心理發展上發生作用，而且要研究每一種因素發生作用的方式，其作用的各種結果；不僅要研究它們對心理發展的整體作用，而且要研究它們對某一具體心理過程的作用；不僅要研究它們所起的特殊作用，而且要研究它們在心理實際中與其他因素交互發生的作用等。

三、兒童發展心理學重要理論派別--「認知發展論」：

這一理論的代表人是瑞士心理學家皮亞杰 (Jean Piaget)，他是當代著名的兒童發展心理學專家。Piaget 在兒童心理研究上，應用了將觀察、實驗、自由談話和兒童敘述結合在一起的對兒童進行整體觀察的臨床法。在這一綜合性的研究方法中，引進了數理邏輯作為工具，著重對兒童知識形成的心理結構和認知發展進行了分析和研究。認為兒童心理發展可以歸結為兩個方面：一方面是已有的心理結構，即「認知結構」；另一方面是心理發展過程中新結構的形成和建立。正是這種新認知結構的不斷形成和建立才推動了兒童心理的發展，並且這個發展過程是有階段性的，可以劃分為四個連貫階段。Piaget 認為，每個階段均和年齡相關，還包括獨特的思維方式。各階段正是由不同的思維方式進行劃分，並且一個階段比另一個更高級。根據 Piaget 的理論，了解更多資訊不會使兒童的思維更高級，進步是質的差別（張莉，2006；Santrock, 2006）：

1. 感知運動階段 (sensorimotor stage, 0~2 歲)：這是智慧萌芽的階段。這時的兒童開始逐漸區分自己和物體，逐步了解動作和效果間的關係，逐漸形成客體永久性認知。因此，這一階段兒童的感覺和知覺發展最為迅速，成為兒童認識世界的重要手段。

2. 前運作階段 (preoperational stage, 2~7 歲)：這是兒童信號性功能發展的階段。信號性功能最早表現為延遲模仿、象徵性遊戲、初期繪畫、心理表象與記憶等五個方面的發展。兒童在這一階段，雖然言語能力的發展擴展了兒童的智慧，但發展最好的還是「表象能力」。兒童出現了用一事物代替另一事物，或用幾個事物說明一個事物的表象思維，兒童常把事物擬人化。這種表象能力的發展還表現在兒童的象徵性遊戲發展到了較高的水平。

3. 具體運作階段 (concrete operational stage, 7~11 歲)：「運作」是指內化的可逆動作。動作的內化是指在頭腦中進行思維時，操作不失去原有的特徵，例如最初用手指動作幫助計算內化為在大腦中用直觀形象進行口算(或稱心算)。而可逆性是指既有逆向性又有互反性，即兒童能理解“向東走五步，向西走五步”是逆向的；兒童還可以理解若 $A > B$ ，則有 $B < A$ 這種互反性。這一階段兒童心理發展的重要標誌就是兒童已具有可逆性和守恒性。

4. 形式運作階段 (formal operational stage, 11~15 歲)：這一階段兒童的思維超出了事物的具體內容或感知的事實，使形式從內容中分離出來，朝著非直接感知或未來事物的方向發展。兒童具有創見和新見解，在心理上組成了運作系統。

四、Piaget 之認知過程：

Piaget 在解釋兒童心理發展過程時提出了四個全新的概念：圖式 (scheme)、同化 (assimilation)、順應 (accommodation)、平衡 (equilibrium)。「圖式」是指動作的結構，人有遺傳性的圖式和後天獲得的圖式。「同化」是指當個體在認識事物時，把客體 (object) 納入已有的圖式之中以引起圖式量改變的過程，Piaget 稱之為“刺激輸入的過濾或改變”。「順應」是指個體在認識事物時，原有的圖式不能接納客

體，必須通過圖式質的改變，即調整原來圖式或重新創立新圖式才能完成的認識過程，Piaget 稱之為“內部圖式的改變以適應現實”。「平衡」是指同化和順應兩種機能的平衡（如表二）。

兒童在認識客觀事物時，總是先用已有的舊圖式去同化客體，如能獲得好效果，在認識上便達到一種平衡。如舊圖式不能同化客體，兒童便只能調整自己的原有圖式或創立新圖式再去同化客體，直到成功為止。一旦成功，兒童在認識上又達到一種平衡。所以，Piaget 認為兒童的認知過程正是他們不斷的同化和順應客體，最終達到平衡的過程。由不平衡發展到平衡，再由舊的平衡發展到新的平衡，由此兒童的心理不斷地完善和發展起來。

表二、Piaget 之認知過程

Table 2. Piaget's cognitive process

認知過程	說明
1.圖式	圖式存在於頭腦中組織並理解資訊的概念或構架
2.同化	兒童將新知識和已有知識體系結合的心理過程
3.順應	兒童調整自己以適應新資訊的心理過程
4.平衡	當兒童試圖了解世界，體驗認知上的衝突或失衡時，就會發生這種轉換。最終，兒童解決衝突並達成思維的平衡。

（來源：Santrock, 2006）

在此基礎上，Piaget 在反對行為主義者把心理發展看成是簡單的刺激與反應之間的關係的同時，提出了心理活動的新的刺激與反應的關係式，並進一步發展為一定的刺激 (S) 被兒童同化 (A) 於原有圖式 (T) 中，然後對刺激 (S) 做出某種反應 (R)，亦即 $S-(AT)-R$ 。兒童心理的發展正是兒童認知結構不斷發展和複雜化的過程。

在影響兒童心理發展的因素上，Piaget 認為有四個基本因素：成熟、練習和經驗、社會經驗、具有自我調節作用的平衡過程。成熟是指機體的成長，特別是神經系統和內分泌系統的成熟。練習是個體對客體施加動作過程中的練習，而經驗則是在練習過程中所獲取的那部分經驗，稱之為物理經驗，它對兒童心理發展的影響很有價值，Piaget 所說的“知識來源於動作，非來源於物體”指的就是這種經驗的作用。社會經驗是指社會環境中人與人之間相互作用和社會文化的傳遞。平衡過程是對成熟、練習和經驗、社會經驗三個因素的調節，具有定向性的作用 (Santrock, 2006)。

五、Piaget 學說在兒童教育之應用：

- 1.採取建構主義方法：根據建構主義理論，Piaget 強調兒童主動找尋答案時，學習效果最佳。反對把兒童當成被動的接受者來對待的教學方法。Piaget 觀點在教育中的應用是指，學生通過發現現象，對其進行反思和就這些發現展開討論，而非盲目模倣教師或機械地完成任務，才能達到最理想的學習效果。
- 2.促使學生學習，而不是指導學生學習：優秀教師會設計一些情景，讓學生從“做”中學，這些情景促使學生思考和發現。教師通過傾聽、觀察，提問，以幫助他們加深理解。提出相關問題，激發學生思考，並要求學生說明自己的答案。
- 3.回答時應考慮到兒童的知識及思維水平：學生們帶著求知的渴望來到課堂，他們對物理世界和自然界有許多想法，他們有空間、時間、數量和因果的概念，這些想法不同於成人的想法。教師需要詮釋學生的話語，並且在回答時，不能使用過於超出學生理解水平的說話方式。
- 4.採用進行式評鑑學生的進步：標準化測驗無法考察個性化建構的意義。數學和語言檔案(包括已經完成

和正在開展的任務)、學生討論思考策略的個別會議,以及學生對自己推理的書面及口頭說明,均可用於評鑑學生的進步。

- 5.促進學生的智力健康:對 Piaget 而言,兒童的學習應當順其自然。在兒童的發展過程中,他們不應在身心成熟之前,過早受到驅使和逼迫,學習過多的東西。這種方法過於注重加快智力的發展,涉及被動學習,不會產生滿意的效果。
- 6.將課堂變成探索和發現之地 (Santrock, 2006)。

六、Piaget 理論 & Vygotsky 理論比較:

雖然 Piaget 強調兒童活動的重要性,強調教育要促進兒童發展階段間的過渡,強調兒童發展中兒童自己的主動積極建構,這種主動積極的建構過程也需教師在教材內容和教學方法方面給予幫助。但是, Piaget 理論對兒童生活的社會環境重視仍然不夠,對社會文化、教育在兒童心理發展中的作用認識嚴重不足。另一著名俄國心理學者 Vygotsky (1896~1934)也同樣認為--兒童能夠主動地建構知識,但他的主張與 Piaget 仍有所差異,二位的理論比較如表三:

表三、Piaget's 理論 & Vygotsky's 理論比較

Table 3. Comparison of Piaget's theory with Vygotsky's theory

主 題	Piaget	Vygotsky
社會文化環境	不太注重	極力強調
建構主義	認知建構主義者(註 1)	社會建構主義者
階段	非常重視階段(感知運動、前運作、具體運作、形式運作)	未提出普遍的發展階段
關鍵過程	圖式、同化、順應、運作、守恒、分類、假設演繹推理	最近發展區(ZPD)(註 2)、語言、對話、文化工具
語言的作用	最小;主要由認知引導語言	重要作用;語言在塑造思維的過程中發揮巨大影響
對教育的觀點	教育只是提煉兒童已經萌芽的認知能力	教育起著核心作用,幫助兒童掌握文化工具
教學中的應用	也將教師視為推動者和領導者,而非指揮者;支持兒童探索自身世界並發現知識	教師是推動者和領導者,不是指揮者;為學生創造眾多機會,讓他們向教師和能力更強的同伴學習

(來源: Santrock, 2006)

【註 1: 建構主義 constructivism】(余勝泉、吳娟, 2005)

「建構主義」認為,學習不是知識由教師向學生的傳遞,而是學生建構自己的知識的過程。學習者不是被動的資訊吸收者,相反,他要主動地建構資訊的意義,這種建構不可能由其他人代替。建構主義充分強調了學習的主動性,強調了學習者以原有知識經驗為基礎所進行的意義建構,學習的實質是學習者通過新、舊知識經驗之間之雙向的相互作用來形成、充實或改造自己的經驗體系的過程,這種觀點與以往的學習理論有所不同。

一方面知識和意義不是簡單地由外部資訊決定的,學習者對當前資訊的理解需要以原有的知識經驗為基礎,超越外部資訊本身,每個學習者都在以自己原有的經驗系統為基礎對新的資訊進行編碼,建構

自己的理解。另一方面，對原有知識經驗的運用又不只是簡單地提取和套用，個體同時需要依據新知識對原有知識作出相應的調整和改變，原有經驗會由於新經驗的進入而產生重組或改變。學習過程並不簡單是資訊的輸入、存儲和提取，不是資訊量的積累，而是新舊經驗之間的雙向相互作用過程。因此，建構主義又與認知主義的資訊加工論有所不同，「意義」是學習者通過新舊知識經驗間反復的、雙向的相互作用過程而建構成的。

【註 2：最近發展區 (ZPD)】(Santrock, 2006；張莉，2006)

「最近發展區」(zone of proximal development, ZPD)一詞是指由於難度過大，兒童無法獨立掌握，但可以在他人指導和幫助下學習完成的任務範圍。因而，ZPD 的下限是兒童獨立解決問題的水平，上限是兒童在能力較強的指導者輔助下可以接受額外任務的水平。Vygotsky 強調 ZPD 的概念，突出了他關於社會影響，尤其是教育對於兒童認知發展重要性的觀點。

教學應當指向最近發展區的上限，兒童只需通過與指導者的密切合作便能夠實現目標。有了充分、持續的指導和鍛鍊，學生能夠組織並掌握完成目標技能所需的動作序列。隨著指導的繼續，重點逐漸由教師向學生轉移。教師的講解、提示和演示逐步減少，直至該學生能夠獨自展示該技能。一旦實現目標，就能成為發展新的最近發展區的基礎。



肆、兒童茶藝教學

現代的兒童常被評論為高 IQ 低 EQ，以致於孩子們常犯的四個壞習慣有：不負責任，自己的事無法負責，推卸責任；不愛惜物品，浪費金錢與物品；不尊重別人、自我為中心；不能自我控制。而兒童茶藝教學正可以在這方面扮演教化的功能。因為在兒童茶藝教學的領域裡，除了有各類茶的認識和如何泡好一壺茶的技巧外，也包括花道、茶道禮儀、詩詞賞析、家庭人倫關係、人與人的人際關係。透過這些教學內容，不但可以讓兒童學會自我約束的自制力外，更可讓孩子學到感恩惜福柔軟的心。使兒童在體會藝術美學的過程中，陶冶性情、善解人意、彬彬有禮。但在升學主義的壓力下，由於時間的壓縮，使父母常選擇補習而被迫放棄小朋友學習茶藝的機會。所幸，一些有遠見的學校，已經藉由不同的教學方式，逐漸將它納入正規的教育體系，使兒童有機會接近茶道這悠久、充滿內涵的生活藝術 (廖純瑜，2006)。

「學茶的孩子，不會學壞」透過兒童茶文化教學活動，可使教育富有更多深層的意義存在！譬如：教導兒童拿茶具，泡茶時要有敬謹之心，可以練兒童專心、耐力與秩序之美；奉茶時要講究倫常禮節，可以教導兒童，重視生活倫理教育；而教孩子認識茶樹與茶葉製作，結合鄉土文化教學(台灣從頭到尾，從東至西部均有地方特色茶的生產)；這些會使孩子對土地、環保更有感情，更加珍惜地球的資源... (廖純瑜，2004)。在學習過程中，兒童們通過泡茶敬茶，學習禮貌，學習尊敬他人，通過友誼茶會(無我茶會)培養互相關心、團結友愛的高尚品德。同時通過學習，養成了從小飲茶的良好習慣，在學習茶葉知識中，開闊視野及增長知識。“兒童茶藝”培養了學生的創造力，展開了學生的個性特長，同時也是對學生進行愛國主義教育和德育教育的一個重要內容。因此說兒童學茶藝活動的開展具有強大的生命力，它將不斷引起茶業界、教育界及其他各界人士的重視，不斷的發展與光大 (佚名，2007a，2007b)。

台灣自 1989 年起，由於「休閒農業」的政策實施以及 2001 年起實施週休二日的制度，各茶區鄉公所、農會紛紛推出兼具休閒、教育及文化的茶鄉民俗文化與茶業產業文化係列活動，內容主要有茶藝示範、茶葉多元化產品品嚐、茶鄉采風文化巡禮、製茶體驗、茶葉知性之旅、觀光茶園及示範茶園觀摩、茶區健行、茶園戶外水土保持教室教學等，這些都是屬於“茶藝文化”的內容（賴正南，1998）。茶藝是一門具有深厚文化底蘊的綜合性行為藝術，涵蓋德育、智育、美育、勞動技能等內容，它的豐富內涵和深刻意義將伴隨學生的成長，成為他們終身享有的精神財富。因此，將茶藝文化融入中小學教育必定會有利於提高中小學生的文化素質和道德修養。其具體表現內容如下（錢遠坤、劉湘松，2002；高峻，2002）：

- 一、茶藝與德育結合，可以培養學生團體主義、愛國主義精神，尊敬師長，團結的品德，養成文明禮貌的習慣。
- 二、茶藝與課堂教學結合可以開闊視野，使學生學到與茶有關的自然科學和社會科學知識，並且引起探索未知世界的興趣。
- 三、茶藝是基於日常生活技巧的藝術創造，又是一種行為藝術，美的創造和體驗貫穿於這一活動的全過程。同時，它又與歌舞、音樂、詩歌、繪畫、書法相結合，使學生得到全面的藝術訓練。
- 四、茶藝是一種趣味性的勞動(interesting form of labor)，是培養學生勞動觀念、訓練勞動技能的手段。茶藝活動將使人的心靈淨化和藝術化，它的豐富內涵和深刻意義將伴隨學生的成長，成為他們終身享有的精神財富。

談起兒童茶藝教學，其教學的態度與方法，其實與成人教學是有很大的區別。而且兒童茶藝教學必需能達到真、善、美、愛真諦之教育功能，及從團體中學會正確的人際關係與人生觀（廖純瑜，2007）。而兒童茶藝教學可依不同年齡與心智發展進而因材施教。一般而言，又分小幼班、成長班、青少年班等三種不同階段（表四）（廖純瑜，2004）：

表四、根據兒童發展心理學採用之兒童茶藝教學法

Table 4. The adoption of teaching and learning of tea art for children on the basis of children development psychology

兒童年齡分期	心理發展特點	兒童茶藝教學應用要點
小幼班(4-8 歲)	主動感與罪惡感；對社會化的行為發展，具有主動模仿內化的作用；手眼肌肉能力發展尚未協調好。	* 替兒童準備較小且便於抓握的茶壺 * 用溫水泡綠茶。 * 泡茶的方法也要跟著依情況修正
成長班(8-12 歲)	勤勉與自卑；具有強烈旺盛的求知慾與對周圍的探索和學習；富有高度的競爭力。	* 加強泡茶技巧的訓練，組織分組活動競賽。 * 增強茶道禮儀、茶學知識的深度與廣度。
青少年班(13-15 歲)	處於狂風暴雨不安定的時期；認同同伴與同學的程度，強勝於父母、師長；賣弄耍酷、耍帥，尤以對前衛、科技方面的技巧與知識。	* 加強茶葉化學、茶文化方面的專業知識。 * 利用計算機網際網路教學。利用統整教學的方式，讓他們懂得利用主題式收集資料，製作成網頁、動畫、3D 立體。

(來源：整理自廖純瑜，2004)

台灣兒童茶藝教學發展概況，可概分為下列四期：

(1)啟蒙期：台灣兒童茶藝教學起源很早，約莫於二十年前，就有茶道老師一面教學生，一面帶著自己孩子，並順便教其泡茶。這種教學方式，屬於比較非正式的兒童茶藝教學。但是它的貢獻與影響力卻是無遠弗屆的，亦為台灣茶藝帶來兒童教學的萌芽。

(2)青澀期：十幾年前，無我茶會發源於台灣，掀起一股「無我茶會熱」，在茶會中往往是母親來學茶，回家後就順便教會自己的小孩，並一起參加無我茶會。這時期的茶藝教學，常常是只限於無我茶會，簡便茶具的泡法。在教學方面，無所謂屬於兒童茶藝教學專用的教材與方法。

(3)成熟期：無我茶會歷經多年無數次的舉辦後，「親子無我茶會」經常是較吸引有孩子的父母參加。這種全家總動員的活動，不僅可以促進親子感情的交流，並且在無形中使得兒童茶藝教學，如風起雲湧般的盛行起來。經歷多年努力與經驗推廣的兒童茶藝，小朋友泡起茶來，自然而然個個有模有樣，在茶具搭配方面，也比較講究、精美。

(4)全盛期：目前台灣兒童茶藝教學的走向，已經進入全盛期，百花齊放百家爭鳴多元化的階段（廖純瑜，2004）。

伍、兒童茶藝推廣實例

一、插角國小中年級「小茶人系列課程」教案設計：

「小茶人系列課程」屬於台北縣三峽鎮插角國小校本課程內，彈性課程「親親芳草」的其中一個中年級項目。此教案分兩階段、八個主題：

第壹階：三年級親親芳草--小茶人系列課程

1.茶園踏查；2.凋、酵、菁、捻、乾—談製茶；3.是茶、試茶、識茶；4.小小成果展（自製小小茶博士結業證書）。

第貳階：四年級親親芳草--小茶人系列課程

1.參訪茶藝教室（台北縣三峽鎮大成國小）；2.我會泡茶；3.鑑定杯--泡茶法；4.小小茶會。

每個主題再分(一)主題緣由、(二)領域及議題能力指標（包括自然與生活科技、藝術與人文、語文領域）、(三)教學目標、(四)教學活動內容重點、(五)教學資源、(六)評量方式，皆有明確之說明，以契合教學之實際需求。第壹階小茶人與第貳階小茶人課程之推動方式，除必要之茶道學習內容外，強調與學校本位課程的結合，配合學校主題規劃學習活動，發展相關課程及教材，以達生活化、促進地方文化了解的雙重目的。此教案設計目的是希望能跳脫以往呆板的吸收學問方式，轉以活潑生動的活動來引起學生的興趣、激發學習動機，祈使學生的態度從「要我學」轉變成「我要學」。從親近茶樹、茶葉、茶園、茶人、茶教室等茶資源開始，教導學生茶藝術與茶文化，不但使學生無形中掌握做人處事的規律，同時也培養其他能力的發展，如：觀察、傾聽、聯想、想像、合作、體驗、發現、探索、判斷、適應等能力，讓茶道教育成為一種啟發教學，而不是為人詬病的吃吃喝喝而已（陳文英、陳欣怡、蕭惠文，2006）。

二、台北縣三峽鎮大成國小--綠色精靈點茶有禮：

位居台北縣三峽鎮成福茶區內的大成國小，由於社區是處在到處是茶菁、茶農的環境中，連校長、老師都受到綠色精靈的感染，該校有專屬的茶藝教室，老師們更精心編撰了「茶鄉、茶香與茶藝教學」、「大成話 Tea」等多本鄉土教材，每個年級還編列不同的茶單元，包括：看誰厲害、動手製茶、茶藝禮

儀等。其課程主要任務是體驗茶鄉、省思茶鄉、實踐茶鄉，也成為地方佳話，個個俏佳人、小士紳更是傳播茶文化的小天使。雖處山區中的迷你小學，從 1990 年在何培才校長發起下，成立茶藝社，未被缺乏經費及師資等打倒，反而在社區人士與家長熱心贊助下，愈做愈具規模，一步步邁向茶的通識教育，讓小朋友從小就心中有茶，而不是在可樂等垃圾飲料中成長（曾至賢，2006）。

三、兒童茶藝教學的發展與推廣：

兒童茶藝正如音樂、美術一樣，是屬於全人教育的一環，它對兒童未來人格與品德的發展，有著深層潛移默化的功能。在兒童學習茶藝的過成中，不但可以享受如何泡好一壺好茶的樂趣，更可以藉著奉茶的禮儀，主客的互動，學習到與週遭人，如何應對進退的社教功能；並可經由泡茶的敬謹之心，訓練出兒童的專注度、耐心與毅力，這正是茶藝教學對兒童的影響力。兒童茶藝教學比起成人茶藝教學，需要更高超的技巧，才能勝任愉快。它要以活潑、生動、多元化且富創造力的教法，才能吸引兒童的喜愛進而喚起其高度的參與感。尤以在現行的教育體系下，兒童茶藝的推廣，可以有更多的空間，更有彈性、廣泛地與學校藝術人文、鄉土教學、自然與生活科技等課程結合，使它在不知不覺中，便納入正規的教育體制內，逐漸深植兒童的心靈，讓兒童自然而然的，由生活之中，享受品茗的樂趣與習慣，進而耳濡目染地喜愛上茶文化。

2006 年利用問卷調查及電話訪問法，收集及整理台灣兒童茶藝教學的推廣概況，依教學時間型態不同分為 3 大類：

- A.活動性兒童茶藝教學：世界奉茶日活動、重要表演活動、舉辦研討會、兒童茶藝比賽、兒童茶藝營、國際兒童茶文化交流
- B.長期常態性教學：國小茶藝社、兒童茶藝中心、國小茶藝課程、茶道教室
- C.短期開課：由各地茶道教室推動（廖純瑜，2004，2006）。

四、休閒茶業與校外教學的結合：

休閒農園的自然與人文資源（包含生產資源、生態資源、生活資源）與國民小學九年一貫課程--校外教學的結合，近年來已儼然成為趨勢。而透過這樣的連結，教師不但可充分運用休閒農園的三生資源，作為其教學的寶庫；學生也可在快樂的環境中學習並感受從做中學的體驗，或從互動中讓小朋友培養欣賞能力，建立正確休閒習慣和價值觀養成；休閒農園同時可從中獲得經營的契機，三者同時達到三贏的局面。已於 2006 年初經台北市政府建設局審查通過，並由行政院農業委員會正式發給休閒農場許可登記證，成為台北市第二家經政府單位許可經營的休閒農場--杏花林休閒農場（文山區老泉街）為例，目前農場內主要作物以茶樹、杏花、櫻花與柚子為主，農場內原生林相豐富，生態景觀多樣。農場主要針對九年一貫教育--國民小學的戶外教學、幼稚園、安親班、一般家庭及小團體為客群，提供生態、人文解說；另外，場區內亦可進行品茗、生態解讀及各種茶葉產品手工製作活動教學課程。園主長久以來，一直以生態共榮的方式管理農場，並堅持以木柵傳統的茶葉製造技術製茶。該園並計畫與四健會合作，帶領四健會小朋友到此建教合作。

此外，位於台北縣新店市的「文山農場」業已被台北縣市國中小學列為最優良的校外教學場地，因為該場為台北地區唯一以「茶」為主題且完全採用有機栽培方式經營的休閒農場。台灣茶藝聞名全球，但是年輕一輩在西方文化的影響下，逐漸遺忘了如何品嚐香中帶甘的好茶，農場為秉持推廣台灣茶藝的精神，特別推出國中小學校外教學方案，以採茶、製茶、泡茶為主，搭配生態導覽解說及各式的 DIY 教學活動，寓教於樂，真正讓學校達到教學的目的，並可讓小朋友深刻體會「始知壺中茶，片片皆辛苦」（徐喜美，2006；北縣農訊，2006）。

五、桃園縣蘆竹鄉頂社國小--花香、茶香、好家鄉教案：

財團法人桃園縣蘆竹鄉社教文教基金會結合該鄉頂社國小共同編印一本圖文並茂的鄉土教材--『家鄉人文全都錄：桃園縣蘆竹鄉頂社國小鄉土教學手冊』，該冊「花香、茶香、好家鄉教案」即是透過簡報、影片、實地參訪方式，以達成下列目標：了解採茶的過程及正確的採茶方式；認識茶葉的外觀(葉片形狀、顏色、氣味)；認識茶葉經揉捻後的汁液顏色、味道；認識製茶過程、製茶器具；了解家鄉茶葉產品得獎；感受農民工作的辛勞等(財團法人桃園縣蘆竹鄉社教文教基金會，2005)。

六、『快樂農園：台北市休閒農園之校外教學手冊』--「戀戀茶鄉」：

台北市政府建設局 2004 年輔導台北市農會委託中華民國休閒協會編撰一套配合國民小學統整課程並結合農園自然、人文資源的教學方案--『快樂農園：台北市休閒農園之校外教學手冊』。以該冊第 17 教案--「戀戀茶鄉」為例：從「茶園綠肥--魯冰花」電影欣賞，了解 1960-1970 年代茶農之生活背景，以 6W 的思考模式，激發學童主動探索和研究的的精神，引導孩子以休閒茶園為中心，能運用資訊與語言，蒐集當地宗教、歷史沿革、生活形態及特殊文物相關資料，並進行調查描述討論分析，培養學童獨立思考與解決問題的能力(林聖忠，2004；高炯琪，2004)。

七、南投縣竹山鎮延平、竹山、秀林、前山、雲林、桶頭等國小--茶藝小天使比賽：

南投縣竹山鎮茶園面積達 2,000 多公頃，年總產值約 3 億元，農會總幹事陳伯三認為茶葉已是竹山農村最重要的經濟作物，更需要配合作茶業推廣及茶藝文化傳承，近年來利用農會四健會經費，先後在延平、竹山、秀林、前山、雲林、桶頭等國小，聘請茶藝老師進入學校教學，未來還計畫普及各校，並進一步舉辦茶藝認證評選。2004 年首次舉辦「茶藝小天使比賽」，希望結合茶藝教學，讓小小泡茶師有機會一展技藝。有些學校除了鼓勵學童為家長及客人泡茶，也安排學童為賓客秀茶藝，已成為學校特色(陳紹聖，2007)。

八、南投縣鹿谷鄉兒童茶藝研習營暨兒童茶藝比賽：

鹿谷農會為發揚茶葉產業文化，多年來持續在鄉內各小學，開辦四健兒童茶藝作業組，使鹿谷茶鄉文化能深層紮根，永續保有茶鄉特色，為提升學童茶藝素養及生活品質，由農會舉辦暑期「兒童茶藝研習營」，期能達到茶藝生活化，生活藝術化的文化境界。總幹事林秀薇指出，茶葉不僅是生活必須品，也是重要的文化傳承，鄉內學童大多是茶農子弟，期勉藉由競賽讓小朋友能體驗茶藝之美，也落實鹿谷茶文化往下紮根(陳良安，2007)。

九、兒童茶藝泡茶修身養性：

泡茶可以培養小孩的耐性及禮儀，部分愛好茶道的學者專家近年也積極向下紮根，將茶文化傳播到中、小學生的世界。台北故事館在 2005 年母親節前夕舉辦了「兒童茶藝--母親節感恩茶會」，由小朋友泡茶給母親喝，媽媽們的表情都顯得十分溫馨與高興。負責指導小朋友泡茶的老師陳美蘭認為：小孩子學習能力很強，對茶文化吸收很快速，兒童茶藝上應有很大發展潛力，現代人道德水準迅速向下沉淪，透過兒童茶藝，可以讓孩子達到身心靈的釋放跟平衡，抑制道德下滑速度。

作家林清玄看了小朋友以一絲不苟的態度走完程序後表示：「很有趣！鼓勵每一位小朋友都應該來學茶。」文化大學明史專家吳智和教授表示：「學茶的小朋友不會變壞！」茶業改良場文山分場蔡右任分場長表示：「從小透過茶修身養性，接觸中國傳統茶文化，個個氣定神閒！」(白宜芳，2005)。

十、我家小孩變聰明 夏令營父母有同感：

「我家小孩變乖巧懂事、有禮貌，也變更加聰明了。」這是參加台中惠中寺「生命教育」兒童夏令營小朋友父母的心聲。61 位小朋友從《論語》、《詩經》等經典故事中，學習古人的智慧，也從禪坐中安住浮動的心。兒童學習營課程中有兒童圍棋、花與茶的對話、經典故事等。在花與茶的對話中，學習泡茶可以養成靜心、專注、廣結善緣、把握當下及優美氣質與謙恭禮儀。活動最後一天，小朋友的父母受邀一同參加「感恩茶會」，由小朋友書寫感恩卡片並當場朗誦獻給父母，並由小朋友沏茶，向父母奉茶；主辦單位同時贈送小朋友每人一套茶具，讓小朋友在父親節可以展現茶藝，盡一份孝心（江峰平，2006）。

十一、親善小菩薩行茶禮 架式十足：

嘉義南華學館近 30 位才藝班「親善小菩薩」，2007 年 4 月 21 日在佛光山後山花藝區百花園舉行「同敬茶會」，藉由孩童天真、專注的神情與動作，讓茶與大自然相結合，展現另類茶禪文化。親善小菩薩在佛光山碩大的後山百花園草坪裡，為世界禪茶文化交流大會表演同敬茶會。他們專注地拿起身旁的器具，從摺茶巾開始，然後溫壺、備茶、溫盅、翻杯、沖茶、溫杯、茶湯入盅、去杯中水、注茶入杯、分茶、蓋杯、放入杯托、奉茶到收杯，看似繁複的手續，小朋友雖稚嫩，但個個架式十足，做起來一點也不含糊。帶領親善小菩薩到佛光山的中華東方茶文化藝術學會理事長王淑娟表示：「學泡茶可培養耐心、專心、定心，學習禮儀互動，提升生活藝術氣息、建立愛物惜物的好習慣。」中華茶藝講究敬、靜、淨，行茶禮儀與佛門儀規一樣，對小朋友助益頗大（陳怡儒，2007）。

十二、嘉義縣隙頂國民小學「創 e 隙頂---小小茶博士」計畫：

該校願景「創新、e 化、健康、卓越」，以創新學校經營來推動 ICT（資通）教育，發展「創新 ICT」。該校動力「創 e 校園、卓越隙頂」，以創意的思維，建構 e 化新校園，經由資訊融入教學，提昇學生帶著走的能力，培育卓越的隙頂學子。以「創 e 隙頂---小小茶博士」融入學校本位課程，以茶藝課程來推動鄉土教學，結合社區資源、產業文化與學校特色，經由「小小茶博士」創 e 行銷學校特色與產業文化---「台灣阿里山茶之道」。此外，該校以「創 e 隙頂---小小茶博士」獲選為「全國 ICT 資訊融入教學典範團隊」，並於 2007 年 1 月 28 日代表國家到新加坡與馬來西亞交流訪問。

以「在地全球化」推展小小茶博士，結合當地的產業文化---「茶」特色，融入本位課程，以創意 ICT 與國外交流，成為偏遠山區資訊融入教學的典範團隊。該校以創新學校經營來推動創新 ICT，所以「小小茶博士」茶藝教學已納入學校總體課程計畫，以學校本位課程結合地方特色，融入鄉土教學來呈現，利用每週三上午第四節彈性課程時間來推動，並結合資訊課程，以實踐「創 e 隙頂---小小茶博士」。課程架構分為 4 項教學計畫：小小泡茶師、小小茶學士、小小茶碩士、小小茶博士，每項教學計畫再分為學習目標、教學方案、評量方式與對應能力指標等；以資訊交流平台分享研究報告成果，最後到達「小小茶博士」境界，設計個人網頁，以網路交流並分享研究心得，以資訊多媒體行銷台灣茶道文化，讓全世界都知道「嘉義出好茶，世界第一等」（隙頂小學，2007；台灣新生報，2007）。

十三、推展地方產業特色「茶藝文化」--南投縣弓鞋國民小學：

為傳承地方文化，配合地方產業發展，增進學童對茶藝的認知與技能，進而發揚茶藝之美，弓鞋國小於 1999 年 9 月在前校長吳明雄任內成立茶藝社，推廣茶藝文化，茶藝社分初級班、進階班，依其程度施予不同的茶藝專業技能。由於全校小朋友絕大多數是茶農子弟，耳濡目染下，泡茶很容易就上手。2001 年 9 月成立茶藝教室，2002 年 12 月舉辦首屆「弓鞋茶藝獎泡茶比賽---茶逸飄香」。由家長會聘請輔導會長陳錦昌先生擔任茶藝指導講師召集人，由召集人負責協請學有專精之學區或社會人士擔任茶藝

指導講師。並配合畢業典禮活動舉辦「謝師茶會」及「茶藝傳承儀式」，以勵後進學習並傳襲該校優良之傳統地方文化。曾派員參加台灣茶協會於 2005 年 6 月 12 日在台北市舉辦之「第一屆小小泡茶師選拔」，全國共錄取小小優秀泡茶師 6 人，弓鞋國小就佔了 2 位（弓鞋小學，2007）。

十四、台灣小小優秀泡茶師選拔：

政府選定台灣茶為四大外銷旗艦農產品，以及台灣茶協會舉辦「世界健康日、全民喝茶日」系列活動，均希望加強宣傳介紹台灣茶以及宣導喝茶從小開始，喝茶健康、健康幼童身心，特舉辦台灣小小優秀泡茶師選拔活動。期盼藉泡茶喝茶教育幼童禮貌、禮儀，宣導優良傳統文化以及藉台灣小小優秀泡茶師的選拔，尋找適合兒童泡茶茶具，品茶風格與兒童喜好的飲茶方式。

由國內茶相關團體推薦，有來自台北縣市四位、桃園一位、台中二位、南投六位、花蓮一位以及高雄五位共十九位小朋友參加。94 年 6 月 12 日在台北市舉辦，經過六個小時由何健生、呂禮臻、涂國瑞、李曙韻、林秀慧五位評審委員辛苦的評審，分別就禮儀風範、泡茶理念、泡茶技巧、整體創意、茶具搭配、茶侶加以評分。最後選出王識銘(高雄東光國小)、林奕均(南投鹿谷國小)、林境(台北景新國中)、陳份(南投弓鞋國小)、陳佳妤(南投弓鞋國小)、張容恩(南投鹿谷國小)六位台灣小小優秀泡茶師（台灣茶協會，2005）。

十五、桃園縣青少年泡茶技術茶藝競賽活動：

桃園縣茶藝研究學會為了讓泡茶傳統技藝往下紮根及建立桃園茶業文化特色，近年來積極推動青少年族群泡茶，藉以陶冶青少年的氣質，變化生活態度，使穩定典雅自在而擁有優良人際關係。

繼 2004 年辦理第一屆青少年泡茶技術茶藝競賽活動，該學會 2005 年特向桃園縣政府爭取補助經費，並於 11 月 26 日持續在桃園縣龍潭鄉凌雲國中擴大辦理「桃園縣青少年泡茶技術茶藝競賽活動」。此次比賽參加組別計有國中組 4 組、高中組 4 組、親子 5 組、邀請組 9 組（此組僅供觀摩，不列名次），比賽在充滿傳統鄉土文化氣息的會場及優雅樂音中展開。評分方式計有：

- 1.茶藝即席問答：10%
- 2.泡茶禮儀（服裝 5%、儀態 10%、上下臺動作 5%）：20%
- 3.茶湯滋味（湯色滋味）：20%
- 4.動作順暢度（茶具操作）：20%
- 5.茶具組的搭配（實用及美學）：10%
- 6.泡茶環境佈置（茶桌面佈置）：10%
- 7.茶侶表現：10% (賴正南，2005)。

茲將上述近年來兒童茶藝推廣實例整理如下表，以供比較及學習參考之用：

表五、台灣兒童茶藝教學推廣實例

Table 5. Extension examples of the teaching and learning of tea art for Taiwan children

研究者 (教學者)	主 題	主要內容及特色	應用實例
1.陳紹聖 (2007)	茶藝小天使比賽	南投縣竹山鎮農會利用農會四健會經費，聘請茶藝老師至學校教學。未來還計畫普及各校，並進一步舉辦茶藝認證評選。2004 年首次舉辦「茶藝小天使比賽」，希望結合	南投縣竹山鎮延平、竹山、秀林、前山、雲林、桶頭等國小

		茶藝教學，讓小小泡茶師有機會一展技藝。	
2.陳良安 (2007)	南投縣鹿谷鄉兒童茶藝研習營暨兒童茶藝比賽	鹿谷農會為發揚茶業產業文化，多年來持續在鄉內各小學，開辦四健兒童茶藝作業組，使鹿谷茶鄉文化能深層紮根，永續保有茶鄉特色。為提升學童茶藝素養及生活品質，由農會舉辦暑期兒童茶藝研習營。並藉由競賽讓小朋友能體驗茶藝之美，也落實鹿谷茶文化往下紮根。	南投縣鹿谷鄉各國小
3.陳怡儒 (2007)	親善小菩薩行茶禮 架式十足	學泡茶可培養耐心、專心、定心，學習禮儀互動，提升生活藝術氣息、建立愛物惜物的好習慣。	佛光山
4.隙頂小學 (2007)、 台灣新生報 (2007)	「創 e 隙頂---小小茶博士」計畫	1.以「在地全球化」推展小小茶博士，結合當地的產業文化--「茶」特色，融入本位課程，以創意 ICT 與國外交流，利用資訊多媒體行銷台灣茶道文化。 2.「小小茶博士」茶藝教學已納入學校總體課程計畫，以學校本位課程結合地方特色，融入鄉土教學來呈現，利用每週三上午第四節彈性課程時間來推動，並結合資訊課程。課程架構分為 4 項教學計畫：小小泡茶師、小小茶學士、小小茶碩士、小小茶博士。 3.獲選為「全國 ICT 資訊融入教學典範團隊」，並於 2007 年 1 月 28 日代表國家到新加坡與馬來西亞交流訪問。	嘉義縣隙頂國小
5.弓鞋國小 (2007)	推展地方產業特色「茶藝文化」--南投縣弓鞋國小	1.為傳承地方文化，配合地方產業發展，增進學童對茶藝的認知與技能，進而發揚茶藝之美，於 1999 年 9 月成立茶藝社。 2.成果評鑑方式：茶藝獎泡茶比賽、配合畢業生畢業典禮活動舉辦「謝師茶會」及「茶藝傳承儀式」。	南投縣弓鞋國小
6.陳文英等 (2006)	「小茶人系列課程」教案設計	1.教案分兩階段、八個主題，每個主題再分 6 項，以契合教學之實際需求。 2.希望能跳脫以往呆板的吸收學問方式，轉以活潑生動的活動來引起學生的興趣、激發學習動機，及培養其他能力的發展。	台北縣三峽鎮插角國小
7.曾至賢 (2006)、 廖純瑜 (2006)	綠色精靈點茶有禮--大成國小茶文化小天使	該校 1990 年成立茶藝社，有專屬的茶藝教室，並精心編撰多本鄉土教材，讓小朋友從小就心中有茶，而不是在可樂等垃圾飲料中成長。	台北縣三峽鎮大成國小
8.廖純瑜 (2004， 2006)	兒童茶藝教學推廣	1.兒童茶藝是屬於全人教育的一環。 2.兒童茶藝教學須要有更高超的技巧。它要以活潑、生動、多元化且富創造力的教法，才能吸引兒童的喜愛進而喚起其高度的參與感。 3.依兒童生長發育各階段特徵，設計不同策略的教學方針。 4.兒童茶藝教學應以兒童本位出發，以兒童為中心去教導，而不是只有把兒童複製成小大人模樣。 5.認為兒童茶藝在茶文化的發展中，漸漸會被重視，甚至有	各國小

		可能成為文化產業的主流。	
		6.利用問卷調查及電話訪問法,收集及整理台灣兒童茶藝教學的推廣概況。	
		7.將台灣兒童茶藝教學發展分為 4 期:啟蒙期、青澀期、成熟期、全盛期。	
9.徐喜美 (2006)	休閒茶業與校外 教學的結合	休閒農場針對九年一貫教育--國民小學的戶外教學,提供生態、人文解說、茶相關活動教學課程。	杏花林休閒 農場(台北市)
10.北縣農訊 (2006)	休閒茶業與校外 教學的結合	休閒農場推出國中小學校外教學方案,以採茶、製茶、泡茶為主,搭配生態導覽解說及各式的 D1Y 教學活動,寓教於樂。	文山農場 (台北縣新店)
11.江峰平 (2006)	我家小孩變聰明 夏令營父母有同感	學習泡茶可以養成靜心、專注、廣結善緣、把握當下及優美氣質與謙恭禮儀。	台中惠中寺「生命教育」兒童夏令營
12.台灣茶協 會(2005)	第一屆台灣小小 優秀泡茶師選拔	1.加強宣傳介紹台灣茶以及宣導喝茶從小開始,喝茶健康、健康幼童身心。 2.期盼藉泡茶喝茶教育幼童禮貌、禮儀,宣導優良傳統文化,及藉此活動尋找適合兒童泡茶茶具,品茶風格與兒童喜好的飲茶方式	共 19 位小朋友參加, 最後選出 6 位
13.白宜芳 (2005)	兒童茶藝泡茶修 身養性	小孩子學習能力很強,對茶文化吸收很快速,兒童茶藝上應有很大發展潛力,現代人道德水準迅速向下沉淪,透過兒童茶藝,可以讓孩子達到身心靈的釋放跟平衡,抑制道德下滑速度。	「兒童茶藝——母親節感恩茶會」(台北故事館)
14.賴正南 (2005)	桃園縣 2005 年 青少年泡茶技術茶 藝競賽活動	藉由本項活動,讓桃園縣茶藝研究學會會員及茶藝愛好者了解茶葉沖泡的過程及評比要領,藉以提昇泡茶的技術、增進茶藝精神、陶冶文化變化氣質,體驗競賽過程的精進態度,並推廣茶藝知識文化及增廣桃園縣飲茶風氣,增進人際關係促進家庭和諧、親子溝通,建立和諧社會。	桃園縣茶藝研究學會 會員及茶藝愛好者
15.財團法人 桃園縣蘆竹 鄉社教文教 基金會(2005)	花香、茶香、好 家鄉教案	透過簡報、影片、實地參訪方式,以達成下列目標:了解採茶的過程及正確的採茶方式;認識茶葉的外觀(葉片形狀、顏色、氣味);認識茶葉經揉捻後的汁液顏色、味道;認識製茶過程、製茶器具;了解家鄉茶葉產品得獎;感受農民工作的辛勞。	桃園縣蘆竹鄉頂社國小
16.高炯琪 (2004)	『快樂農園:台 北市休閒農園之校 外教學手冊』--「戀 戀茶鄉」	從「茶園綠肥--魯冰花」電影欣賞,了解 1960-1970 年代茶農之生活背景,以 6W 的思考模式,激發學童主動探索和研究的的精神,引導孩子以休閒茶園為中心,能運用資訊與語言,蒐集當地宗教、歷史沿革、生活形態及特殊文物相關資料,並進行調查描述討論分析,培養學童獨立思考與解決問題的能力。	台北市各國小
17.錢遠坤、劉 湘松 (2002)	校園茶藝大有可 為	校園茶藝延伸到家庭,將會產生連鎖效應,從而改善國民素質,淨化社會風氣。	學校校園

陸、結語

兒童茶藝教學是整體茶藝教學的根基，也是奠定未來茶文化的基石（廖純瑜，2004）。茶器具專家林榮國(2007)認為藉由兒童茶藝教學，可教育小朋友養成愛物惜物、珍惜各項資源的觀念。錢遠坤等(2002)認為校園茶藝活動不需要太大的經濟投入，也不需要苛刻的環境條件，具有簡便易行、大眾參與的特點，適合於不同年級的學生和城鄉各類學校，它與日常生活緊密相連，也易於從學校延伸到家庭。學習茶藝技能的學生也將成為父母高雅文化的啟蒙老師。這一現象無異於在千千萬萬社會細胞中植入了新的基因，激活這些細胞產生良性變異，從而改善國民素質，形成文明健康的時代風氣。

雖然近年來，部份茶藝文化工作者與教育工作者合作，將茶藝引進中小學校園，為校園文化增添新鮮內容，也為茶藝文化的普及開拓一個新空間。只是目前全台灣尚未形成一股熱潮，可能原因有：經費不足、師資不足、資源及設備不足、欠缺相關教材、時間不足、增加學生負擔等，當前解決之道可從相關教材編製及師資改善著手，這方面可由茶業改良場、茶藝文化工作者及教育工作者共同合作編製合適教材及訓練教育人員，之後再配合政府教育部門補助部份經費供辦理茶藝文化鄉土教學或戶外參觀教學等(賴正南，2003)。資深茶人黃正敏（2006）亦曾提出一些相關的質疑：「對中小學，甚至幼稚園有無去用心(傳授)過茶知、茶生活化嗎?把茶交給家庭、交給父母以身作則，以喝茶施教會太狹小、微弱嗎?茶既是國飲、既是文化遺產，在中小學課程內當教材，由老師而學生，有何不可?個人認為“藥無貴賤，對症則良；茶無高低，應性則宜”，茶的教育、飲茶的普及、家庭、學校、公司開會、進而茶禮、茶藝，由下紮根，垂直向上生輝，不是我輩茶人應所思考嗎?」。資深茶人及環保工作者沈甫翰（2007）深切認為可利用兒童茶藝為切入點，帶領小朋友從日常生活中的小地方做起，努力做好環境保護、善待大地，以建立簡樸、優質的社會。

綜合以上從心理學層面談兒童茶藝教學及推廣現況，本文最後在此提出一些看法與建議：

1.為創造青少年學習茶藝知識有利的條件，促進兒童茶藝活動的興起與推廣，「兒童茶藝」不應只侷限於泡茶技藝的學習與展現，其內涵應加以擴展，例如：學習兒童茶藝心得徵文或演講比賽、兒童茶藝攝影比賽、茶藝小天使比賽、兒童茶藝辯論比賽、製茶體驗（包含茶葉多元化產品製作與茶葉保健介紹）、製壺體驗、茶藝夏令營活動、茶藝表演和交流（國內外）、有關茶主題的網頁設計、校外教學等。

2.由於兒童的經驗有限，其邏輯思維系統尚未完善，且他們的知識亦有可能包含錯誤概念，因此茶藝老師需要知道兒童的背景知識是如何影響他們的理解，才有助於預見兒童的疑惑並辨別兒童為什麼在掌握新觀點時會有困難。

3.針對具有茶專業知識者或滿腔熱血者，不能保證他們就能教兒童學習茶藝相關知識與技能。因為他們無法像專家型教師一樣了解學生可能面對的困難類型、知道如何挖掘學生原有知識以便使新的資訊有意義、知道怎樣評鑑學生們的進步情況。

4.靠死記硬背得來的知識很少能被轉移，因此茶藝老師必需持續提醒學習者，只有當他們徹底瞭解並理解知識背後隱含的原理時，才有可能發生學習轉移及擴大知識運用範圍。

5.要如何教？教什麼？一系列的操作規程、動作，應從經驗性、正確性、實用性或藝術性掌握？這些均是兒童茶藝學習的關鍵。同時為了幫助學生在理解的基礎上學習而不是促使學生獲得彼此不相關聯的知識和技能，課程內容應依據「兒童心理年齡特徵」設計，或將教材融入在不同領域的教學之中。

6.平常有關教師為了設計有效教學環境常存在一些錯誤概念：「教學僅僅包含一些一般性方法，一個好教師能夠教好任何一門學科，學科知識本身就已足夠。」，要使教學更為有效，「教育內容知識」是教師（包含茶藝老師）需要學習的主要部分。

參考文獻

1. 佚名.2007a.少兒茶藝的興起與發展. <http://www.t0001.com/info/htmls/200701191002578.htm>。
2. 佚名.2007b.少兒茶藝的興起與發展. <http://www.t0001.com/info/htmls/200701091105282.htm>。
3. 皮連生.2000.教學設計--心理學的理論與技術.北京市：高等教育出版社。
4. 皮連生.2003a.學與教的心理學.上海市：華東師範大學出版社。
5. 皮連生.2003b.「序」，學與教的心理學.上海市：華東師範大學出版社。
6. 白宜芳.2005.兒童茶藝泡茶修身養性.大紀元時報(5月11日)。
7. 台灣茶協會.2005.台灣小小優秀泡茶師選拔.茶情雙月刊 20: 4。
8. 台灣新生報.2007.陳頂國小茶博士 星馬交流.1月11日.7版。
9. 北縣農訊.2006.令人驚豔的文山農場係列報導(三)校外教學的好去處. 95: 2。
10. 江峰平.2006.我家小孩變聰明 夏令營父母有同感.人間福報(8月10日)。
11. 余勝泉、吳娟.2005.資訊技術與課程整合.上海市：上海教育出版社。
12. 沈甫翰.2007.兒童茶藝的回顧與展望.兒童茶藝教學研習(8月26日).台北市：(第20屆)泡茶師聯會。
13. 南投縣弓鞋國民小學.2007. <http://www.khps.ntct.edu.tw/>。
14. 林聖忠.2004.「第17教案--戀戀茶鄉」，快樂農園：台北市休閒農園之校外教學手冊。台北市農會。
15. 林榮國.2007.兒童茶藝教學相關陶瓷與茶器具之認識.兒童茶藝教學研習(8月26日).台北市：(第20屆)泡茶師聯會。
16. 高峻.2002.開展中小學茶文化教育爭議.茶葉機械雜誌 4: 37。
16. 高炯琪.2004.「第17教案--戀戀茶鄉」，快樂農園：台北市休閒農園之校外教學手冊.台北市農會。
17. 徐喜美.2006.好棒營地.北縣農訊 98: 4。
18. 財團法人桃園縣蘆竹鄉社教文教基金會.2005.「花香、茶香、好家鄉教案」，家鄉人文全都錄：桃園縣蘆竹鄉頂社國小鄉土教學手冊.財團法人桃園縣蘆竹鄉社教文教基金會。
19. 陳文英、陳欣怡、蕭惠文.2006.『插角國小中年級「小茶人系列課程」教案設計』，第三屆陸羽茶學研討會.台北市：陸羽茶藝中心. pp. 109-138。
20. 陳良安.2007.鹿谷兒童茶藝研習營 秀功夫成績揭曉. http://www.5ch.com.tw/news/news_detail.asp?bclass=0002&num=0020489。
21. 陳紹聖.2007.學童茶藝賽 校長帶隊拚名次.聯合報(6月29日).C2版。
22. 陳怡儒.2007.親善小菩薩行茶禮 架式十足.人間福報(4月24日)。
23. 曾至賢.2006.大成國小綠色精靈點茶有禮.台灣茶饌. 6: 104-105。
24. 黃正敏.2006.感恩與建言.中華茶人 31: 1。
25. 張莉.2006.兒童發展心理學.武漢市：華中師範大學出版社。
26. 程可拉、孫亞玲、王旭卿譯.2002.人是如何學習的(J. D. Bransford et al. 著).上海市：華東師範大學出版社。
27. 廖純瑜.2004.「從兒童茶藝教學看台灣兒童茶藝之發展」，2003天福茶博物院年鑑.福建：天福茶博物院. pp. 97-99。
28. 廖純瑜.2006.「淺談兒童茶藝教學的概念與推廣」，第三屆陸羽茶學研討會.台北市：陸羽茶藝中心. pp. 139-163。
29. 廖純瑜.2007.兒童茶藝教學經驗分享.兒童茶藝教學研習(8月26日).台北市：(第20屆)泡茶師聯會。

30. 隙頂小學.2007.「創 e 隙頂---小小茶博士」計畫. <http://www.sdps.cyc.edu.tw/uploads/siding/ict/1.htm>。
31. 劉貴傑譯.1994.教育的邏輯 (P. H. Hirst & R. S. Peters 著).台北市：五南圖書出版公司。
32. 賴正南.1998.生活化的台灣茶業.鄉間小路 24(12): 22-23。
33. 賴正南.2000.茶業推廣與說服傳播 (下).茶訊 767: 3-6。
34. 賴正南.2003.茶藝文化發展對社會及茶產業之影響,「休閒、文化與綠色資源」--理論、政策與實務論壇論文/論壇集.台灣大學農業推廣學系。
35. 賴正南.2005.桃園縣 94 年度青少年泡茶技術茶藝競賽活動.茶情雙月刊 21: 2-3。
36. 錢遠坤、劉湘松.2002.校園茶藝大有可為.第七屆國際茶文化研討會論文集 (馬來西亞) 第七屆國際茶文化研討會組織委員會。
37. Santrock, J. 2006. Educational psychology (2nd ed). New York: McGraw-Hill.

Inquiry on the Teaching and Learning of Tea Art for Taiwan Children from Psychological Level

Cheng-Nan Lai¹

Summary

The teaching and learning of tea art for children is the basis of overall teaching and learning of tea art, it is also the foundation of future tea culture. Some workers of tea culture and education have cooperated and introduced the tea art to the campuses of Elementary School and Junior High School recently. Therefore, the tea art has added some fresh contents for the campus culture; it also has developed a new space for the popularization of tea art culture. But it still does not form an upsurge in Taiwan. This paper inquiry the conditions of teaching and learning of tea art for Taiwan children from the levels of standpoints of teaching and learning, psychology of children development, teaching and learning of tea art for children, and extension examples. Then it will put foreword the following suggestions:

1. The tea art for children should not only limit in the learning and demonstration of the tea-brewing skills. Its connotation should be extended.

2. The teachers of tea art need to know how the children's background knowledge affect their understanding.

3. In order to help students to learn in understanding basis, and don't urge them to obtain no related knowledge and skills. The contents of curricula should be designed according the characteristics of child's psychological age. Or let the teaching materials fuse into teaching and learning of different areas.

4. In order to let teaching and learning be more effective, the pedagogical content knowledge are the major learning parts for teachers (including teachers of tea art).

Key words: Child psychology, Tea art for children, Teaching and learning

1. Junior Specialist, Tea Research and Extension Station, Taiwan, R.O.C.