

不同品種、花期與製程對茶樹花化學成分及礦物元素含量之影響

鄭混元^{1,*} 范宏杰¹

摘 要

本試驗主要目的在於了解茶樹花 (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) 化學成分及礦物元素含量，以做為日後開發茶樹花新產品之參考依據。由試驗結果顯示不同品種茶樹花重量、化學成分及礦物元素含量呈顯著差異，盛開期之茶樹花鮮重與乾重、鮮/乾比值及含水量高於花苞期，化學成分之可溶分、多元酚、兒茶素及可溶糖含量有相同的結果，咖啡因含量則呈現相反的趨勢，胺基酸含量沒有明顯的差異。無發酵直接烘乾之茶樹花多元酚及兒茶素含量，高於經發酵製程處理，而且有顯著差異；其他化學成分差異並不顯著，亦無一致性的變化。

關鍵字：茶樹花、化學成分、礦物元素

前 言

茶樹花 (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) 是茶樹的生殖器官，屬完全花，兩性，蟲媒花，主要依靠昆蟲傳播花粉。茶樹花由花托、花冠、雄蕊群和雌蕊組成，不同品種的花器形態有差異，花托圓平，花萼顏色綠色或綠褐色，通常 5 片，花冠白色，少數粉紅色，一般由 5 枚花瓣組成。花冠大小依品種而異 (白等, 2010)。品種內表現穩定，品種間變化幅度較大，多樣性豐富 (陳等, 2008；葉等, 2005)。茶樹開花經歷始花期、盛花期、終花期三個階段 (王等, 2009)，小花蕾發生後，到 7 月間生長頗為迅速，7 至 8 月間的生長速度就變得很緩慢，9 月開始生長的速度加快，從 9 月下旬

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

* 通訊作者。

起即陸續開花，11 月至次年 2 月是開花時期，開花時整個花朵的重量則可增加到 0.75 公克左右 (陳，2002)。開花期因種植地區、茶樹品種、年份不同而有差異，氣候生長環境及栽培管理措施亦影響茶樹的開花與結果 (白等，2010)。茶樹花產量構成因素，可歸納為多、重、快及長四個方面，多即在樹冠面上可採花朵數量多，重即花朵單重大，快即以花苗露白到開放生長速度快，長即花期採收時間長，尤其盛花期長 (江及湯，2009)。

茶樹花含有與茶葉類似的主要化學成分，其多元酚、兒茶素及咖啡因含量遠低於茶葉，氨基酸含量與茶葉相當，可溶糖含量較一般茶葉高，可溶分含量也略高於茶葉 (王等，2009；楊等，2009；Lin et al., 2003)。其抗氧化能力很強，與迷迭香不相上下，是提取天然抗氧化劑的最佳原料，具有明顯的抗氧化活性 (劉等，2006)。以自然曬乾或蔭乾製成的茶花化學成分較佳，其游離胺基酸高達 2.7% (周等，2008)。茶樹花初加工方式亦影響感官品評，熱力殺菁加紫微光複合乾燥和微波殺菁加遠紅外複合乾燥，是茶花加工較適合的工藝流程 (江及趙，2008)。張及張 (2011) 利用不同殺菁和乾燥加工方式，由感官品評結果顯示以蒸氣殺菁及遠紅外線乾燥適宜茶樹花加工。楊等 (2011) 指出較佳的乾燥溫度為 60-70 °C，風速 2.5 m/s，乾燥至乾基含水量小於 1.15 kg · kg⁻¹ 後，風速調至 0.8 m/s，時間 70 min，乾花含水率小於 12%，為茶樹花乾燥製作技術提供了科學依據。

採收茶花有三方面的作用，一、把初開花朵分批採下來，及時曬乾，增加茶園產出。二、採製茶花乾，開發出茶花新產品。三、採去茶花，不讓茶樹開花結果，節省茶樹養分長時間被消耗。茶樹花產品開發，可直接製茶，製成紅碎茶，或與茶鮮葉紅碎茶拚配，窰製紅茶 (王，2002；王等，2004；白等，2010)。伍等 (1996) 以紅碎茶與加了適量的茶樹花加工的紅碎茶作比較，結果顯示後者的滋味、香氣、湯色、葉底都比前者好，且胺基酸和主要礦物質含量也得到相同的結果。其他如酒類產品的開發，茶樹花飲料的開發，茶樹花冰茶的研製，茶樹花含多元酚及多糖，可開發利用作為保健產品 (伍等，1996；陳等，2007；黃等，2007；梁等，2002；董等，2007)。另外茶樹花粉是一種良好的監測材料，可應用於環境污染物的監測，敏感度高，效果佳，也可用來鑑定有機肥的腐熟程度 (王等，2009)。

茶樹是以採摘芽葉來製作茶葉為主的作物，當茶樹開花數量過多時，生殖生長非常旺盛，反而會同時競爭營養生長所需的養分，不但影響茶樹生長勢，同時對枝條生長及茶芽生育產生不利的影響，以致影響茶葉產量及品質。一般藉由人工修剪或疏花來抑制生殖生長，培養樹勢促進營養生長。經摘除或未摘除的花朵，通常沒有善加利用，非常可惜，若能加以研發新產品，即可達到茶樹多樣化利用之目的。因此本試驗目的在於了解茶樹花化學成分及礦物元素含量，以做為日後開發茶樹花新產品之參考

依據。

材料與方法

一、試驗材料

本試驗於 2009 至 2010 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茶園進行。

二、試驗方法

（一）試驗品種

台茶八號、台茶十二號、台茶十三號、台茶十五號、台茶十七號、青心烏龍、大葉烏龍、變種烏龍、青心大冇、白毛猴、大吉嶺、武夷、德化社山茶、永康山茶，總計 14 個品種。

（二）試驗內容

- 1、不同品種茶樹花鮮重與乾重差異比較：於冬季茶樹開花期間採摘含苞及盛開花朵，分別測量鮮重與乾重及含水量，並計算鮮/乾重比值。
- 2、不同品種茶樹花化學成分含量差異比較：於冬季茶樹開花期間採摘盛開花朵，進行化學成分分析。
- 3、不同品種茶樹花礦物元素含量差異比較：於冬季茶樹開花期間採摘盛開花朵，進行礦物元素含量分析。
- 4、不同花期茶樹花化學成分含量差異比較：於冬季茶樹開花期間分別採摘台茶十二號、大葉烏龍及永康山茶之含苞及盛開花朵，進行化學成分分析。
- 5、不同製程茶樹花化學成分含量差異比較：於冬季茶樹開花期間採摘台茶十二號、青心烏龍、台茶八號盛開花朵，製作不同發酵程度之茶類，進行化學成分分析。

（三）分析項目

1、化學成分分析

將經 70℃ 烘乾 48 小時後之花苞及花朵，及不同製程之成品磨粉，分別測定可溶分、多元酚、兒茶素、咖啡因、可溶糖及胺基酸含量。

（1）可溶分 (Soluble solids)：

秤取經過 70℃ 烘乾 48 小時後磨粉之鮮花、茶乾樣品 1 g，置於 100 ml 之定量瓶中，加入煮沸之蒸餾水 80 ml，再放入 100℃ 之水浴鍋加熱 1 小時，取出茶湯以濾紙過濾後定量至 100 ml。再量取 50 ml 於蒸發皿，置於烘箱乾燥至恆重，秤重並換算為乾物重百分比 (AOAC, 1983)。

（2）多元酚 (Polyphenol)：

由上述之濾液經稀釋後取 1 ml，加 1 ml 酒石酸鐵溶液 (Fe-tartrate) 及 3 ml 磷酸鉀鈉緩衝液，呈色後以分光光度計 (ANTHELIE) 測其在波長 540 nm 之吸光度，另以 Ethyl gallate 製備標準曲線，換算多元酚類為乾物重百分比 (Iwasa, 1975)。

(3) 兒茶素類 (Catechins)：

取經過稀釋後之澄清濾液 1 ml 於包有鋁箔紙之試管中，置於冰浴中，加入 6 ml Vanillin 試劑 (4% w/v，溶於甲醇)，再加 3 ml 鹽酸 (HCL) 充分振盪混合，靜置 15 分鐘。以分光光度計 (ANTHELIE) 測其波長 500 nm 之吸光度，另以 (+) catechin 製備標準曲線，換算兒茶素類含量為乾物重百分比 (Sakar and Howarth, 1976)。

(4) 咖啡因 (Caffeine)：

取濾液稀釋至適當濃度置於三角瓶中，加入 0.8 g 之 PVPP 去除茶湯之多元酚類，經振盪後靜置 30 分鐘過濾，以分光光度計 (ANTHELIE) 測波長 276 nm 之吸光度，另以 caffeine 製備標準曲線，換算咖啡因含量為乾物重百分比 (蔡及阮，1987)。

(5) 總游離胺基酸 (Total free amino acid)：

稀釋液加 PVPP 充分混合，靜置 30 分鐘過濾，取澄清液 1 ml 於試管中，加入 1 ml ninhydrin 試劑，蓋緊試管，置於 100 °C 水浴中加熱 20 分鐘，冷卻後加入 5 ml 50% 2-propanol 混合液，均勻後以分光光度計 (ANTHELIE) 測其波長 570 nm 之吸光度，另以 theanine 製備標準曲線，換算總游離胺基酸含量為乾物重百分比 (Moore and Stein, 1948)。

(6) 可溶糖 (Soluble sugar)：

秤取 0.1 g 樣品置於 10 ml 試管中，加入 10 ml 80% 乙醇溶液，經 80 °C 水浴鍋加熱 20 分鐘萃取過濾，重複萃取三次。萃取液置於燒杯，放入 100 °C 水浴鍋中去除乙醇，剩約 5 ml 萃取液，再加蒸餾水定量至 50 ml，取 0.2 ml 加 1.8 ml 蒸餾水，放在冰浴中加 4 ml Anthrone 溶液 (0.2% ，0.2 g Anthrone 加濃硫酸至 100 ml)，振盪後於 100 °C 水浴中加熱 7.5 分鐘，取出置於冰浴中冷卻。以分光光度計 (ANTHELIE) 測波長 630 nm 之吸光度，另以 glucose 製備標準曲線，換算可溶糖含量為乾物重百分比 (Somogyi, 1945)。

2、礦物元素分析

將茶樹鮮花經 70°C 烘乾 48 小時後磨粉，分析氮 (N)、磷 (P)、鉀 (K)、鈣 (Ca)、鎂 (Mg)、鐵 (Fe)、錳 (Mn)、銅 (Cu)、鋅 (Zn) 含量 (Chapman and Prayy, 1961；張，2000)。

(1) 氮含量測定：

秤取烘乾樣品 0.2 g 置入 50 ml 分解瓶中，加入等量催化劑 ($K_2SO_4:CuSO_4 \cdot 5H_2O:Se = 50:10:1$)，及 4ml 濃硫酸，加熱分解至澄清，冷卻後加水稀釋，置於 Kjeldahl

蒸餾瓶中蒸餾，以 4% 硼酸吸收蒸餾液，再以 0.01N 的 HCL 滴定，由滴定量換算全氮含量。

(2) 磷含量測定：

秤取烘乾樣品 0.2 g 置入 50 ml 分解瓶中，加三酸混合液 (HNO_3 : HClO_4 : H_2SO_4 = 4 : 1 : 1, V/V) 3ml，放置一夜後分解之，冷卻後加蒸餾水定量至 50 ml 以供磷、鉀、鈣、鎂之測定。磷以鉬黃法測定，取分解液及標準液各 4 ml 於試管中，加入 1 ml 的 HNO_3 -Vanadate-Molybdate 試劑，混合均勻後放置 20 分鐘，在 420 nm 以光電比色計測 OD 值，並換算為磷含量。

(3) 鉀含量測定：

自上述三酸分解液中取出 2ml 稀釋至適當濃度，再使用火焰光度計 (Corning Model 400) 測其透光度，換算鉀含量。

(4) 鈣含量測定：

自上述分解液及鈣標準液中各取出 5 ml，分別加入一滴 10% lanthanum acetate，攪拌後使用原子吸光儀 (IL157Model) 測定，換算鈣含量。

(5) 鎂含量測定：

分解液稀釋後，利用原子吸光儀測定，並由標準曲線換算鎂含量。

(6) 鐵 (Fe)、錳 (Mn)、銅 (Cu)、鋅 (Zn) 含量測定：

分解液稀釋後，利用原子吸光儀測定，並由標準曲線換算鐵、錳、銅、鋅含量。

(四) 資料分析

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

結果與討論

一、不同品種茶樹花鮮重與乾重差異比較

十三個品種茶樹花鮮重、乾重、含水量及其比值調查結果顯示，不論花苞期或盛開期，品種間皆達顯著的差異。不同品種在花苞期每朵花鮮重介於 0.27~0.56 g 之間，平均 0.43 g，其中台茶八號、大葉烏龍、變種烏龍及武夷在 0.5 g 以上，永康山茶最低為 0.27 g，其他品種則介於 0.3~0.4 g 之間。乾重介於 0.06~0.116 g 之間，平均 0.092 g，台茶八號、大葉烏龍、變種烏龍、武夷及德化社山茶在 0.1 g 以上，永康山茶最低為 0.06 g，其他品種則介於 0.7~0.8 g 之間。含水量在 75.5~82.3% 之間，平均 78.4%。鮮/乾比值在 4.1~5.7 之間，平均 4.7，變種烏龍、大吉嶺其比值在 5 以上，其他品種在 4~5 之間。不同品種在盛開期每朵花鮮重介於 0.38~1.03 g 之間，平均 0.65 g，其中台

茶十七號達 1.03 g，永康山茶最低 0.38 g，青心烏龍、大吉嶺及德化社山茶分別為 0.45、0.57 及 0.53 g，其他品種介於 0.6~0.7 g 之間。乾重介於 0.067~0.146 g 之間，平均 0.112 g，青心烏龍、大吉嶺及永康山茶在 0.1 g 以下，其他品種在 0.1 g 以上。含水量在 79~86.3 %之間，平均 82.6%。鮮/乾比值在 4.8~7.3 之間，平均 5.8，台茶十三號、台茶十五號、台茶十七號及大吉嶺其比值在 6 以上，德化社山茶最低 4.77，其他品種在 5~6 之間（表一）。花苞期茶樹花鮮重、乾重、鮮/乾比值及含水量低於盛開期，其變異係數亦呈現相同的結果。品種間以鮮重變異最大，依序為乾重及鮮/乾比值，含水量最小，不同花期有同樣的結果（表二）。

二、不同品種茶樹花化學成分含量差異比較

十四個品種茶樹花化學成分含量分析結果顯示，品種間可溶分含量介於 34~45% 之間，平均含量 40.05%，以變種烏龍含量最高，為 44.22%，最低為永康山茶之 34.16%。多元酚含量介於 3.75~6.40% 之間，平均含量 5%，以台茶八號含量最高，為 6.4%，其次台茶十三號、台茶十五號、青心烏龍及大葉烏龍同為 5.6%，最低為白毛猴之 3.75%。兒茶素含量介於 2.11~5.48% 之間，平均含量 4.09%，其中台茶十三號、青心烏龍及大葉烏龍含量高達 5% 以上，永康山茶最低為 2.11%。咖啡因含量介於 1.81~2.13% 之間，平均含量 1.97%。可溶糖含量介於 18.44~26.88% 之間，平均含量 23.10%，以台茶十二號及大吉嶺含量最高，同為 26%，最低為永康山茶之 18.44%。胺基酸含量介於 1.39~4.33% 之間，平均含量 1.97%，以大葉烏龍含量最高，為 4.33%，台茶八號含量最低為 1.39%（表三）。品種間化學成分以兒茶素含量變異最大達 24.46%，其次為多元酚含量 15.08%，可溶糖及可溶分含量分別為 10.24% 及 6.50%，咖啡因及胺基酸變異係數同為 4.78%（表四）。葉等（2005）亦指出與鮮葉比較，茶樹花的可溶分和含水率較高，可溶糖含量略高於鮮葉，游離胺基酸含量與鮮葉相當，咖啡因含量低於鮮葉，多元酚含量明顯低於鮮葉。茶樹花中可溶糖和可溶性蛋白質含量豐富，可溶性糖含量達 16.4-25.1%，是茶葉中含量的 4-6 倍，可溶性蛋白質為 0.96-0.98 mg/gFW，是茶葉中的 3 倍多（袁及孫，2010）。茶樹花中的可溶糖主要為果糖、葡萄糖及蔗糖，其含量達 216.85 mg/g（徐等，2012）。徐等（2012）檢測出茶樹花含有二種甲基化兒茶素 EGCG3''Me 及 ECG3'Me，其含量達 1.86 mg/g，兒茶素含量為 37.03 mg/g。Lin *et al.* (2003) 分析茶樹花兒茶素及咖啡因含量亦低於茶葉。故整體而言，茶樹花可溶分含量與茶葉差異不大，多元酚及兒茶素含量明顯低於茶葉，咖啡因含量亦低於茶葉，唯差異並不明顯，可溶糖含量明顯高於茶葉，胺基酸含量則差異不明顯，本研究結果與上述學者相似。

三、不同品種茶樹花礦物元素含量差異比較

十二個品種茶樹花礦物元素含量分析結果顯示，品種間氮含量介於 1.56~2.48% 之間，平均含量 2.07%，台茶十三號、青心烏龍、大葉烏龍、變種烏龍、青心大有、白毛猴及武夷之氮含量在 2% 以上，其他品種介於 1.5~2% 之間。磷含量介於 0.11~0.20% 之間，平均含量 0.14%，台茶八號含量最高為 0.2%，台茶十五號、台茶十七號、武夷及大吉嶺含量最低同為 0.11%。鉀含量介於 1.14~1.80% 之間，平均含量 1.44%。鈣含量介於 0.36~0.81% 之間，平均含量 0.5%。鎂含量介於 0.09~0.167% 之間，平均含量 0.127%。鐵含量介於 16.5~33.8 ppm 之間，平均含量 24.17 ppm。錳含量介於 134.5~862.0 ppm 之間，平均含量 424.96 ppm。銅含量介於 5.75~8.50 ppm 之間，平均含量 7.17 ppm。鋅含量介於 5.88~9.63 ppm 之間，平均含量 7.61 ppm (表五)。品種間礦物元素以錳含量變異最大達 49.47%，其次為鈣含量之 25.94%，其他礦物元素依序分別為磷、鐵、鎂、氮、鉀、銅含量 (表四)。伍等 (1996) 指出茶樹花中所含的鉀、鈣、鎂、磷、錳、鐵含量低於紅茶；而鈉、鋅、銅高於紅茶。李 (2006) 指出茶樹花粉中含有大量人體必須的微量元素，其中錳含量 90 mg/100g，是普通花粉的 20-30 倍，鋅含量 5.97 mg/100g，是普通花粉的 10 倍。茶樹葉片主要元素含量適宜範圍，氮含量 4~6%、磷含量 0.25~0.40%、鉀含量 1.50~2.10%、鈣含量 0.25~0.55%、鎂含量 0.15~0.30%，微量元素含量適宜範圍，鐵含量 90~150 ppm、錳含量 300~800 ppm、銅含量 8~15 ppm、鋅含量 20~40 ppm (張，1998)。整體而言，本研究結果茶樹花磷、鐵及鋅含量低於茶葉，其他礦物元素含量差異並不明顯。

四、不同花期茶樹花化學成分含量差異比較

三個品種茶樹花可溶分含量介於 35~50% 之間，盛開期平均含量為 44.5%，高於花苞期之 37.86%，其中以台茶十二號及永康山茶在不同花期達到顯著的差異，其盛開期含量分別為 44.85 及 52.41%，高於花苞期之 37.7 及 40.49%。多元酚含量介於 3~5.5% 之間，盛開期平均含量為 4.45%，高於花苞期之 4.20%，其中以台茶十二號及大葉烏龍在不同花期達到顯著的差異，其盛開期含量分別為 4.39 及 3.76%，高於花苞期之 4.10 及 3.09%。兒茶素含量在 0.78~2.00% 之間，盛開期平均含量為 1.70%，高於花苞期之 1.39%，其中以大葉烏龍在不同花期達到顯著的差異，其盛開期含量為 1.56%，高於花苞期之 0.78%。咖啡因含量介於 1.78~2.05% 之間，盛開期平均含量為 1.89%，低於花苞期之 2.00%，其中以台茶十二號及永康山茶在不同花期達到顯著的差異，其盛開期含量分別為 1.89 及 1.78%，低於花苞期之 2.05 及 1.98%。可溶糖含量介於 16~34% 之間，盛開期平均含量為 25.93%，高於花苞期之 19.71%，三個品種在不同花期達到顯著的差異，其盛開期含量分別為 25.67、18.21 及 33.91%，高於花苞期之 19.11、

16.05 及 23.98%。胺基酸含量介於 1.02~3.33%之間，盛開期平均含量為 2.02%，高於花苞期之 1.93%，三個品種在不同花期未達到顯著的差異 (表六)。由上述結果顯示，不同花期之可溶分、多元酚、兒茶素及可溶糖含量變化有相同的趨勢，以盛開期高於花苞期，而咖啡因含量則呈現相反之趨勢，胺基酸含量沒有明顯的差異。饒等 (2008) 以肉桂、毛蟹、黃旦三個茶樹品種，測定幼蕾期、露白期到開放期的主要化學成分含量，茶樹花的多元酚、咖啡因含量隨花期呈現下降趨勢，而可溶分和可溶糖含量呈上升趨勢，其含水率逐漸上升，但不同花期茶樹花的胺基酸、兒茶素含量未達顯著的差異。本試驗不同花期之可溶分、胺基酸及可溶糖含量有相同的變化趨勢。露白期的花尚未成熟，各生化成分含量相對較低，完全開放期茶樹花的各生化成分含量相對較高，因此開發茶樹花資源時，最好選擇完全開放的花朵 (王等，2009；楊等，2009)。

五、不同製程茶樹花化學成分含量差異比較

由不同製程茶樹花化學成分含量分析結果顯示，台茶十二號製程間可溶分含量以無發酵直接烘乾之 37.69%高於其他處理，而且達到顯著的差異，青心烏龍可溶分含量沒有顯著的差異，台茶八號鮮花經完全發酵之可溶分含量，與採芽葉製作之紅茶未達到顯著的差異。台茶十二號製程間多元酚含量以無發酵直接烘乾及部分發酵之 4.29 及 4.46%，明顯高於完全發酵及無氧發酵之 3.39 及 3.38%，青心烏龍多元酚含量在製程間則無顯著的差異，其含量為 3.38~3.99%，台茶八號鮮花經完全發酵之多元酚含量 5.47%，遠低於紅茶之 12.4%，而且達到顯著的差異。台茶十二號製程間兒茶素含量以無發酵直接烘乾及部分發酵之 3.09 及 3.19%，明顯高於完全發酵及無氧發酵之 1.81 及 1.93%，青心烏龍以無發酵直接烘乾最高，部分發酵次之，無氧發酵最低，台茶八號鮮花經完全發酵之兒茶素含量為 2%，遠低於紅茶之 6.16%，兩處理呈現顯著的差異。台茶十二號製程間可溶糖含量以無發酵直接烘乾高於無氧發酵，但處理間並未隨著發酵時間而有一致性的變化，青心烏龍處理間沒有顯著的差異，台茶八號鮮花經完全發酵之可溶糖含量高達 20.17%，明顯高於紅茶之 3.61%，兩處理間呈現顯著的差異。台茶十二號製程間胺基酸含量以無氧發酵之 3.21%高於其他處理，其次為部分發酵處理，青心烏龍以部分發酵高於無發酵直接烘乾及無氧發酵，台茶八號鮮花經完全發酵之胺基酸含量 1.26%，低於紅茶之 2.80%，兩處理間呈現顯著的差異 (表七)。整體而言，茶樹花無發酵直接烘乾之多元酚及兒茶素含量，高於經發酵製程處理，而且呈現比較顯著差異；其他化學成分則差異不顯著，亦無一致性的變化。青心烏龍製程間化學成分含量的變化均未呈現出明顯的差異。茶樹花經完全發酵製作茶花茶，與採芽葉製作紅茶之各種化學成分都呈現顯著差異。王等 (2005) 指出微波殺菁處理能較好地保留茶樹花的可溶分、多元酚和游離胺基酸的含量，其可溶分、多元酚含量顯著

高於熱力殺菁處理；而熱力殺菁的可溶糖含量顯著高於微波殺菁，但品種間存在差異。聶等 (2009) 採用萎凋 22 小時，蒸氣殺菁，微波初乾，低溫乾燥，高溫提香加工的茶樹花感官品質最優。張及張 (2012) 採用不同殺菁和乾燥方式加工的成茶，進行感官品評，以蒸氣殺菁和遠紅外線乾燥適宜茶樹花的加工，而且有較高的可溶糖含量。由上述結果及前人研究顯示，不同製程確實會影響茶樹花化學成分含量及品質，在加工製程中化學成分的變化，以及如何提高茶樹花的品質還有待繼續探討，期能建立茶樹花的產製模式，而能進一步利用來開發新產品。

結 論

每年冬季茶樹花朵盛開，這些花朵一般不會加以利用，非常可惜。若開花數量大，勢必造成茶芽生育受影響，進而影響茶葉產量與品質。採摘茶樹花有利於營養生長，及次季茶的生產管理。茶樹花含有豐富的化學成分及礦物元素含量，經由前人研究茶葉化學成分與礦物元素含量與本研究茶樹花之結果得知其成分與茶葉相同，可溶分含量與茶葉差異不大，多元酚及兒茶素含量明顯低於茶葉，咖啡因含量亦低於茶葉，唯差異並不明顯，可溶糖含量明顯高於茶葉，胺基酸含量則差異不明顯，茶樹花磷、鐵及鋅含量低於茶葉，其他礦物元素含量差異不明顯。因此可利用這些茶樹花的特性，開發新產品，或與茶葉調配，研製多元化特色產品。

誌 謝

本研究承蒙茶業改良場台東分場陳秀慧小姐協助試驗調查及分析工作，特此誌謝。

參考文獻

1. 王郁風. 2002. 開發茶樹花資源 增加茶農收入. 茶葉機械雜誌 3: 3-4。
2. 王曉婧、翁蔚、楊子銀、屠幼英. 2004. 茶花研究利用現狀及展望. 中國茶葉 26(4): 8-10。
3. 王振康、葉乃興、鄔齡盛、楊江帆. 2005. 微波殺青對茶樹花主要生化成分的影響. 茶葉科學技術 4: 10-11。
4. 王秋霜、趙超藝、凌彩金、柯樂芹、楊冬梅、卓敏. 2009. 國內外茶樹花研究進展概述. 廣東農業科學 7: 35-38。

5. 白婷婷、孫威江、黃夥水. 2010. 茶樹花的特性與利用研究進展. 福建茶葉 1: 7-11。
6. 伍錫嶽、熊寶珍、何睦禮、苗愛清、李勤、龐式、吳秋典、文克生. 1996. 茶樹花果利用研究總結報告. 廣東茶業 3: 11-23。
7. 江平、趙國利. 2008. 茶樹花初加工技術研究. 茶業通報 30(4): 191-192。
8. 江平、湯盛傑. 2009. 茶樹花優質高產配套技術的研究. 安徽農學通報 15(1): 121-122。
9. 李永菊. 2006. 淺談茶樹之花. 茶業通報 28(4): 172-173。
10. 周國蘭、喻雲春、胡華健、何蓮. 2008. 茶花與茶葉常規生化成分分析研究. 茶業 35(2): 85~86。
11. 袁祖麗、孫曉楠. 2010. 茶樹花主要生化成分及香氣成分分析. 第六屆海峽兩岸茶業學術研討會論文集. pp. 638-646。
12. 徐人傑、王琳、汪名春、葉紅、屠幼英、曾曉雄. 2012. HPLC 法測定茶樹花中可溶性糖、茶葉兒茶素和游離氨基酸的含量. 食品科學 33(10): 1-9。
13. 陳右人. 2002. 茶樹生長與發育. 茶業技術推廣手冊-茶作栽培技術. 行政院農業委員會茶業改良場編印. pp. 39-44。
14. 梁名志、浦紹柳、孫榮琴. 2002. 茶花綜合利用初探. 中國茶葉 24(5): 16-17。
15. 陳小萍、張衛明、史勁松、顧龔平. 2007. 茶樹花利用價值和產品的綜合開發. 現代農業科技 3: 97-98。
16. 陳常頌、游小妹、王秀萍、陶湘輝、陳榮冰. 2008. 烏龍茶品種 (系) 花器主要形態性狀分析. 中國茶葉 30(11): 28-30。
17. 張鳳屏. 1998. 茶樹營養與施肥. 茶業技術推廣手冊-茶作栽培技術. 行政院農業委員會茶業改良場編印. pp. 125-140。
18. 張淑賢. 2000. 本省現行植物分析法. 作物需肥診斷技術. 行政院農業試驗所編印. pp. 53-59。
19. 張婉婷、張靈枝. 2011. 不同加工工藝對茶樹花品質的影響研究. 福建茶葉 33(4): 13-14。
20. 黃阿根、董瑞建、韋紅. 2007. 茶樹花活性成分的分析與鑒定. 食品科學 28(77): 400-403。
21. 葉乃興、楊江帆、鄔齡盛、王振康. 2005. 茶樹花主要形態性狀和生化成分的多樣性分析. 亞熱帶農業研究 1(4): 30-33。
22. 楊普香、劉曉仙. 2007. 不同發育程度茶樹鮮花功能成分含量初探. 廣東茶業 5: 18-19。
23. 楊普香、劉小仙、李文金. 2009. 茶樹花主要生化成分分析. 中國茶葉 31(7): 24-25。

24. 楊玉明、王敏紅、黃阿根. 2011. 茶樹花熱風乾燥工藝研究. 楊州大學學報 32(2): 81-85。
25. 董瑞建、黃阿根、梁文娟. 2007. 茶樹花多酚提取工藝的研究. 食品與機械 23(1): 83-86。
26. 劉祖生、陳曉敏、楊子銀、徐懿、屠幼英. 2006. 茶樹花抗氧化活性研究. 第四屆海峽兩岸茶業學術研討會論文集. pp. 268-274。
27. 蔡右任、阮逸明. 1987. 茶葉中咖啡因快速簡便測定法之研究. 台灣茶業研究彙報 6: 1-7。
28. 聶樟清、楊普香、劉小仙. 2009. 加工工藝對茶樹花品質的影響. 蠶桑茶葉通訊 1: 35-37。
29. 饒耿慧、葉乃興、段慧、魏日鳳、鄒長如. 2008. 茶樹花不同花期主要生化成分的變化. 福建茶葉 1: 21-23。
30. Association of Official Agricultural Chemists. 1983. Official methods of analysis. Ed. by Horwitz, W., Washington D. C., USA.
31. Chapman, H. D. and Pray, P. F. 1961. Methods of analysis for soils, plants and waters. p.170. Univ. Calif., USA.
32. Iwasa, K. 1975. Methods of chemical analysis of green tea. JARQ. 9: 161-164.
33. Lin, Y. S., Wu, S. S. and Lin, J. K. 2003. Determination of Tea Polyphenols and Caffeine in Tea Flowers (*Camellia sinensis*) and Their Hydroxyl Radical Scavenging and Nitric Oxide Suppressing Effects. J. Agric. Food Chem. 51(4): 975-80.
34. Moore, S. and Stein, W. H. 1948. Photometric ninhydrin method for use the chromatograph of amino acid. J. Biol. Chem. 176: 376-388.
35. Sakar, S. K. and Howarth, R. E. 1976. Specificity of the vanillin in test for flavanols. J. Agric. Food. Chem. 24: 317-320.
36. Somogyi, M. 1945. A new reagent for the determination of sugars. J. Biol. Chem. 160: 61-68.

Effects of Different Cultivar, Flowering Date and Manufacture Process on the Chemical Composition and Mineral Element Content of Tea Flowers

Hun-Yuan Cheng^{1*} Horng-Jey Fan¹

Summary

The study was conducted to understand the chemical composition and mineral element content in flowers of tea cultivated cultivars. The experimental results showed that the fresh weight, dry weight, chemical composition and mineral element content had significant difference among cultivars. The fresh weight, dry weight, fresh/dry weight ratio and water content of full blooming were higher than that before blooming. The soluble solid, polyphenols, catechins and soluble sugar content had the same result, however, caffeine content had contrary trend, and amino acid content had no significant difference. The polyphenols and catechins content of non-fermented and directly dried flowers were higher than that of the fermented manufacturing process, but also showing more significant difference. There are no significant difference and consistent change among other chemical compositions.

Key words: Flower of tea cultivated cultivar, Chemical composition, Mineral element

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

* Corresponding author.

表一、不同品種茶樹花鮮重、乾重、含水量及鮮乾比值

Table 1. Comparison of fresh weight, dry weight, water content and fresh/dry weight ratio among flowers of tea cultivated cultivars

品種 Cultivar	花苞期 Before blooming				盛開期 Full blooming			
	鮮重 Fresh weight	乾重 Dry weight	鮮/乾 F/D Ratio	含水量 Water content	鮮重 Fresh weight	乾重 Dry weight	鮮/乾 F/D Ratio	含水量 Water content
	(g/flower)			(%)	(g/flower)			(%)
台茶八號 TTES No.8	0.54ab	0.114a	4.72cd	78.8cd	0.65de	0.121bc	5.35de	81.3f
台茶十二號 TTES No.12	0.46cd	0.101bc	4.59cde	78.2cde	0.72bc	0.121bc	5.92c	83.1cd
台茶十三號 TTES No.13	0.39fg	0.082ef	4.73cd	78.9cd	0.71bcd	0.113bc	6.33b	84.1bc
台茶十五號 TTES No.15	0.30hi	0.072f	4.19fg	76.1fg	0.77b	0.120bc	6.39b	84.3b
台茶十七號 TTES No.17	0.35gh	0.079ef	4.39ef	77.2ef	1.03a	0.146a	7.09a	85.9a
青心烏龍 Chin-Hsin Oolong	0.38fg	0.082de	4.58de	78.1cde	0.45gh	0.090d	5.03ef	80.1g
大葉烏龍 Dah-Yeh Oolong	0.51bc	0.106ab	4.78bcd	79.0bcd	0.73bc	0.128b	5.73cd	82.6de
變種烏龍	0.51bc	0.101bc	5.06b	80.3b	0.65cde	0.120bc	5.42de	81.5ef
Bian Joong Oolong								
青心大有	0.42ef	0.092cd	4.51de	77.8de	0.62def	0.114bc	5.41de	81.5ef
Chin-Hsin Dan Pan								
大吉嶺 Darjeeling	0.47cd	0.083de	5.65a	82.3a	0.57ef	0.077de	7.31a	86.3a
武夷 Wu-Yi	0.56a	0.116a	4.88bc	79.5bc	0.68bcd	0.126bc	5.34de	81.3f
德化社山茶	0.44de	0.108ab	4.08g	75.5g	0.53fg	0.111c	4.77f	79.0g
De Hua She wild tea								
永康山茶	0.27i	0.060g	4.56g	78.1de	0.38b	0.067e	5.60cd	82.1def
Yung-Kang wild tea								

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

表二、茶樹花品種間鮮重、乾重、含水量及鮮乾比值之統計值

Table 2. The statistic variation of fresh weight, dry weight, water content and fresh/dry weight ratio in flowers of tea cultivated cultivars

花期 Flowering date	花重 Flowering weight	平均值 Mean	最大值 Maximum	最小值 Minimum	標準差 SD	變異係數 CV
----- (g/flower) -----						(%)
花苞期 Before blooming	鮮重 Fresh weight	0.43	0.56	0.27	0.091	21.12
	乾重 Dry weight	0.092	0.116	0.060	0.017	18.79
	鮮乾比值 F/D Ratio	4.7	5.7	4.1	0.398	8.53
	含水量 Water content	78.4	82.3	75.5	0.017	2.23
	盛開期 Full blooming	0.65	1.03	0.38	0.161	24.83
	乾重 Dry weight	0.112	0.146	0.067	0.022	19.33
盛開期 Full blooming	鮮乾比值 F/D Ratio	5.8	7.3	4.8	0.764	13.11
	含水量 Water content	82.6	86.3	79.0	0.021	2.60
	乾重 Dry weight	0.112	0.146	0.067	0.022	19.33

樣本數 (N) =13 , SD: Standard deviation; CV: Coefficient of variation

表三、不同品種茶樹花化學成分含量比較

Table 3. Comparison of chemical composition among flowers of tea cultivated cultivars

品種 Cultivar	可溶分 Soluble solid	多元酚 Polyphenol	兒茶素 Catechin	咖啡因 Caffeine	可溶糖 Soluble sugar	胺基酸 Amino acid
單位 unit			----- (%) -----			
台茶八號 TTES No.8	37.66h	6.40a	3.88ef	1.84fg	23.50bc	1.39i
台茶十二號 TTES No.12	41.26cd	5.15c	4.57cd	1.94de	26.88a	2.18g
台茶十三號 TTES No.13	37.86gh	5.66b	5.25b	2.04abcd	20.85de	3.03e
台茶十五號 TTES No.15	40.24de	5.64b	4.74c	2.02cd	23.40bc	2.17g
台茶十七號 TTES No.17	38.90fg	4.69de	4.02e	1.99cde	22.90bcd	2.24g
青心烏龍 Chin-Hsin Oolong	41.49c	5.66b	5.48a	2.03abcd	21.41cde	2.63f
大葉烏龍 Dah-Yeh Oolong	42.14bc	5.64b	5.45a	1.83fg	23.46bc	4.33a
變種烏龍 Bian Joong Oolong	44.22a	5.30c	4.45d	1.92ef	25.30ab	3.41cd
青心大冇 Chin-Hsin Dan Pan	41.45cd	4.65e	4.07e	1.97cde	23.56bc	3.29cde
白毛猴 Bair Mau Hour	39.21ef	3.75h	2.60i	2.13b	20.83de	3.48cd
大吉嶺 Darjeeling	41.34cd	4.17g	3.81f	1.81g	26.26a	1.69h
武夷 Wuu-Yi	42.82b	4.34f	3.34h	1.92ef	25.35ab	3.55e
德化社山茶 De Hua She wild tea	38.00fgh	4.84d	3.55g	2.06abc	21.32cde	3.21de
永康山茶 Yung-Kang wild tea	34.16i	4.16g	2.11j	2.03bcde	18.44e	3.98b

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

表四、茶樹花品種間化學成分及礦物元素含量之統計值

Table 4. The statistic variation of chemical composition and mineral element content in flowers of tea cultivated cultivars

成分 Composition	平均值 Mean	最大值 Maximum	最小值 Minimum	標準差 SD	變異係數 CV
可溶分 Soluble solid (%)	40.05	44.22	34.16	2.60	6.50
多元酚 Polyphenol (%)	5.00	6.40	3.75	0.75	15.08
兒茶素 Catechin (%)	4.09	5.48	2.11	1.00	24.46
咖啡因 Caffeine (%)	1.97	2.13	1.81	0.09	4.78
可溶糖 Soluble sugar (%)	23.10	26.88	18.44	2.37	10.24
胺基酸 Amino acid (%)	2.90	4.33	1.39	0.87	4.78
氮 N (%)	2.07	2.48	1.56	0.27	13.11
磷 P (%)	0.14	0.20	0.11	0.03	22.63
鉀 K (%)	1.44	1.80	1.14	0.17	11.94
鈣 Ca (%)	0.50	0.81	0.36	0.13	25.94
鎂 Mg (%)	0.127	0.167	0.090	0.02	17.47
鐵 Fe (ppm)	24.17	33.38	16.5	4.81	19.9
錳 Mn (ppm)	424.96	862.0	134.5	210.2	49.47
銅 Cu (ppm)	7.17	8.50	5.75	0.77	10.71
鋅 Zn (ppm)	7.61	9.63	5.88	1.05	13.85

化學成分樣本數 (N)=14，礦物元素樣本數 (N)=12

SD: Standard deviation; CV: Coefficient of variance

表五、不同品種茶樹花礦物元素含量比較

Table 5. Comparison of mineral element content among flowers of tea cultivated cultivars

品種 Cultivar	氮 N	磷 P	鉀 K	鈣 Ca	鎂 Mg	鐵 Fe	錳 Mn	銅 Cu	鋅 Zn
單位 unit	----- (%) -----				----- (ppm) -----				
台茶八號 TTES No.8	1.56g	0.20a	1.39bc	0.81a	0.113def	29.13b	339.5gh	8.50a	9.63a
台茶十二號 TTES No.12	1.99de	0.15bc	1.56ab	0.49bcd	0.124cde	24.25c	134.5i	7.75b	9.38a
台茶十三號 TTES No.13	2.38a	0.17ab	1.80a	0.40d	0.112def	24.25c	862.0a	7.38c	7.25bc
台茶十五號 TTES No.15	1.88ef	0.11c	1.49b	0.43d	0.115cdef	16.50f	354.5fg	6.88de	5.88d
台茶十七號 TTES No.17	1.90ef	0.11c	1.20c	0.45cd	0.105ef	19.50e	377.5ef	7.75b	7.13bc
青心烏龍 Chin-Hsin Oolong	2.23b	0.18ab	1.53ab	0.61b	0.167a	33.38a	380.5ef	7.63bc	7.25bc
大葉烏龍 Dah-Yeh Oolong	2.48a	0.14bc	1.35bc	0.58bc	0.151ab	28.62b	695.0b	7.75b	7.50bc
變種烏龍 Bian Joong Oolong	2.08cd	0.13c	1.44bc	0.45cd	0.137bc	22.00d	315.0h	6.63e	8.00b
青心大冇 Chin-Hsin Dan Pan	2.08cd	0.12c	1.39bc	0.43d	0.125cde	24.88c	466.0d	6.25f	7.00bcd
白毛猴 Bair Mau Hour	2.38a	0.14bc	1.53ab	0.59b	0.153ab	24.13c	388.5e	7.00d	8.13b
武夷 Wu-Yi	2.13bc	0.11c	1.42bc	0.36d	0.134bcd	25.38c	621.5c	5.75g	6.75cd
大吉嶺 Darjeeling	1.77f	0.11c	1.14c	0.39d	0.090f	18.00ef	165.0i	6.75de	7.50bc

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

表六、不同花期茶樹花化學成分含量比較

Table 6. Comparison of different flowering date on the chemical composition in flowers of tea cultivated cultivars

品種 Cultivar	花期 Flowering date	可溶分 Soluble solid	多元酚 Poly- phenol	兒茶素 Catechin	咖啡因 Caffeine	可溶糖 Soluble sugar	胺基酸 Amino acid
單位 unit		----- (%) -----					
台茶十二號 TTES No.12	花苞期	37.70b	4.10b	1.71a	2.05a	19.11b	1.79a
	Before blooming						
	盛開期	44.85a	4.39a	1.94a	1.89b	25.67a	1.63a
	Full blooming						
大葉烏龍 Dah-Yeh Oolong	花苞期	35.38a	3.09b	0.78b	1.97a	16.05b	2.98a
	Before blooming						
	盛開期	36.24a	3.76a	1.56a	1.99a	18.21a	3.33a
	Full blooming						
永康山茶 Yung-Kang Wild tea	花苞期	40.49b	5.42a	1.68a	1.98a	23.98b	1.02a
	Before blooming						
	盛開期	52.41a	5.20a	1.59a	1.78b	33.91a	1.10a
	Full blooming						
Mean	花苞期	37.86	4.20	1.39	2.00	19.71	1.93
	Before blooming						
	盛開期	44.50	4.45	1.70	1.89	25.93	2.02
	Full blooming						

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

表七、不同製程茶樹花化學成分含量比較

Table 7. Comparison of different manufacturing process on the chemical composition in flowers of tea cultivated cultivars

品種 Cultivar	製程 Manufacturing process	可溶分 Soluble solid	多元酚 Polyphenol	兒茶素 Catechin	咖啡因 Caffeine	可溶糖 Soluble sugar	胺基酸 Amino acid
單位 unit		----- (%) -----					
台茶十二號 TTES No.12	無發酵 Non-fermented	37.69a	4.29ab	3.09a	1.77ab	24.91a	1.76b
	部分發酵 Partially fermented	33.64b	4.46a	3.19a	1.87a	21.08ab	2.22b
	完全發酵 Fully fermented	30.73b	3.39bc	1.81b	1.48b	22.38ab	1.72b
	無氧發酵 Anaerobic fermented	30.72b	3.38c	1.93b	2.04a	19.05b	3.21a
	無發酵 Non-fermented	33.64a	3.99a	2.72a	1.65a	19.36a	2.66b
	部分發酵 Partially fermented	35.25a	3.78a	2.54ab	1.56a	20.27a	4.69a
青心烏龍 Chin-Hsin Oolong	無氧發酵 Anaerobic fermented	31.59a	3.38a	2.41b	1.53a	21.33a	2.34b
	完全發酵 Fully fermented	30.23a	5.47b	2.00b	1.68b	20.17a	1.26b
台茶八號 TTES No.8	紅茶 (芽葉) Black tea (tea shoot)	33.63a	12.40a	6.16a	4.36a	3.61b	2.80a

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

茶園覆蓋作物蒐集、篩選與生長之研究

鄭混元^{1*} 陳信言¹ 范宏杰¹ 謝清祥²

摘 要

本試驗目的在於蒐集不同種類覆蓋作物，進行篩選評估適合茶園種植且能大量省工繁殖之覆蓋作物，藉以減少茶園草類管理成本。試驗處理包括 (A) 多年生花生 Golden Glory、(B) 多年生花生 Amarillo、(C) 大葉爬地藍、(D) 雷公根、(CK) 對照區 (無覆蓋區)。由試驗結果顯示種植於茶園之覆蓋作物成活率，以多年生花生 Golden Glory 最高，雷公根成活率最低，多年生花生 Amarillo 及大葉爬地藍則介於兩者之間。多年生花生 Golden Glory 植株耐割刈且生長快速，短期內即能恢復覆蓋地表，且能有效防止雜草滋生。其根系可密集定植於土壤，形成周年性的良好覆蓋，經割刈後之殘體兼具綠肥功用。多年生花生 Golden Glory 值得更進一步探討其長期間作於茶園之耕作管理模式，以做為日後推廣應用之參考。

關鍵字：茶園、覆蓋作物、蒐集、篩選、生長

前 言

茶園除草一般使用除草劑或人工割草等方式，一年四季須經常清除茶園雜草，以致茶園缺少地被而呈現裸露，容易導致土壤沖蝕流失，茶園土壤逐漸貧瘠。因此亟須尋找適合在茶園生長之覆蓋作物。蔡 (1993) 指出地被植物是一群可以將地表覆住使泥土不致裸露的植物，一般指株高 60 公分以下之植物，生長低矮，莖葉密

-
1. 行政院農業委員會茶業改良場台東分場 副研究員兼茶作股長、前副研究員兼製茶課長、副研究員兼製茶股長。台灣 台東縣。
 2. 國立屏東科技大學農園生產系教授。台灣 屏東縣。

* 通訊作者。

佈生長且有蔓性之特性，很容易將地表遮蓋與覆蓋。利用適當的草種，被覆於果園土壤表面，因草類的葉，可以避免表土受雨滴的直接打擊作用而分散，匍匐蔓延的莖緊貼地表，使逕流由莖上流動，而根緊固土壤，增加土壤抗蝕能力 (張，1996)。茶園適生草類選留與利用為本土性自生草種的覆蓋方式 (張等，2000)。陳 (2001) 曾對台東縱谷地區進行地被植物調查、蒐集及種類篩選，經選取之地被植物都有不錯的成活率。多年生花生是一高品質的熱帶多年生豆科牧草，適於溫暖潮濕氣候及排水良好土壤，可兼為覆蓋、綠肥、水土保持及綠化美化之用途 (黃，2003；蔡，2000)。黃等 (1996) 引進落花生野生種源評估指出二倍體野生種對銹病具有抗性。近來果園覆蓋用地被植物的栽培，包括原生禾草類的選留及多年生豆科引進試種，都有良好的覆蓋效果 (連等，2000)。

茶園雜草管理除以機械中耕除草外，可採用選擇性除草、覆蓋、敷蓋、草生栽培、間種綠肥作物等方法，來控制管理雜草。茶園採行草生栽培必需運用系統科學的方法，首先針對茶區草相做有系統的觀察調查，不難發現茶園優勢草相會隨著季節而有不同的變化，冬春草相多為闊葉草類，而夏秋草相多為禾本科狹葉草類，只要將牛筋草、野牽牛、雞屎藤、火炭母草、波緣竹仔菜、扛板歸等生長勢強的惡性草相清除即可，選留株型低矮草相，將可讓茶園雜草管理更容易 (施，1998；范等，2003；蔡，2004)。曹及許 (2001) 在茶園地面敷蓋黑色遮光網對抑制雜草效益之研究結果顯示，黑色遮光網對雜草抑制效益，遮蔭度 75% 以上即有良好結果，除草時間可較對照組節省一半以上，若要有效抑制雜草生長，建議要以 85% 以上之遮蔭度較具經濟效果。林及巫 (1993) 綠肥篩選試驗顯示黑麥草及苕子為適合北部茶園種植之冬季休閒綠肥作物，而蘇丹草、賽芻豆、單葉豆、田菁、青皮豆為適合中南部茶園之夏季綠肥作物。冬季綠肥作物適合種植魯冰花 (蔡，1998)。

賴等 (2000) 探討有機米栽培田之雜草防除應用以放植滿江紅與水稻間作共生，滿江紅生殖生長迅速重疊覆蓋稻田水面，對稻田之雜草有 86.2~95.9% 抑制雜草萌生之效果。果園草生栽培需考量是否省工、成活率、覆蓋速度及厚度、株型高低、節部生根與否、有無攀緣性、病蟲害、覆蓋期長短、掩埋問題、大量採種或繁殖的可行性、不妨礙果樹生長及園區管理作業等 (吳及連，2005；Blum et al., 1997)。一般果樹下的栽培不像田間生長環境那麼單純，須面對雜草競爭、缺水乾旱、陽光不足及有田間操作的問題，因此覆蓋作物須具有耐旱、耐蔭、耐踐踏特性，才能在這種生存條件下與雜草競爭。覆蓋作物植株以匍匐型較直立形易於適應，匍匐型植株屬於蔓生，分枝多，再生力強，覆蓋率不受缺株的影響。覆蓋作物對養分及水分之競爭性較作物弱，根分泌物無毒害現象，非主作物之傳播媒介，易繁殖及剷除 (吳及連，2005；Merwin et al., 1995)。

茶園覆蓋作物蒐集、篩選與生長之研究

除了現代消費趨勢朝向有機無農藥外，台灣在加入 WTO 後，為與外來茶葉有所區隔與競爭，有機茶之發展，亦為一可行方向，惟台灣地處亞熱帶，雜草生長快速，有機茶園在栽培管理上，雜草管理最為困難。另外，由於茶園除草劑使用頻繁，往往造成土壤品質變劣，茶樹的生育也受影響。因此亟需尋找良好的覆蓋作物，以朝向低污染、省時、省工的茶園雜草管理模式，希望能有效降低茶園雜草管理成本，減少除草劑使用，並兼顧茶園景觀綠美化及生態環境的永續利用。因此本試驗目的在探討適合茶園之覆蓋作物，瞭解其適應性及進行篩選試驗，期找出能形成良好覆蓋、耐熱、耐旱、耐蔭、可多年自行繁衍、不攀爬茶樹、不與茶樹養分競爭，甚至可提高土壤肥力之覆蓋作物，以減少茶園草類管理成本，提高台灣茶產業之競爭力。

材料與方法

本試驗自 2003 年 1 月開始進行覆蓋作物蒐集、繁殖，並作定植茶園前的評估篩選後，2003 年 10 月進行田間生長觀察試驗。

一、覆蓋作物蒐集

蒐集各種台灣現有多年生花生 *Perennial peanut (Arachis spp.)* 品種及鍊莢豆 *Alyce clover (Alysicarpus vaginalis (L.) DC.)*、雷公根 *Asiatic Pennywort (Centella asiatica (L.) Urban.)*、蠅翼草 *Creeping tick-trifol (Desmodium triflorum (L.) DC.)*、大葉爬地藍 *Trailing Indigo (Indigofera spicata Forsk.)* 等覆蓋作物，繁殖種原作觀察比較。

二、覆蓋作物篩選

(一) 扦插成活率調查：以 104 格穴盤，每穴扦插 1 枝條，每枝條約 10cm (2 節間) 長度，介質為荷蘭 BVB (Bas Van Buuren) 公司介質，pH 5~6.5，salt content 1.5g/l，C 34%，N 0.2%，organic matter 60%。4 重複。

(二) 覆蓋作物生長調查：種植所蒐集之多年生花生編號 1 至 5 號，定植後 2 個月、3.5 個月、4.5 個月分別調查其蔓長、節數、莖徑、覆蓋率、濃綠值；覆蓋厚度則於定植後 3.5 個月、4.5 個月及 8.5 個月調查，8.5 個月並調查鮮重。蔓長係測量莖蔓基部至頂端之長度。節數為測量莖蔓基部至頂端之節間數目。莖徑以厚度計測量節間直徑。覆蓋率調查以 30 cm×30 cm 密度框量測其覆蓋百分率。濃綠值以 Minolta 公司 SPAD-502 型葉綠素計測量葉片中間主脈兩旁葉身之讀值。覆蓋厚度為地表至覆蓋作物冠面高度。鮮重以 30cm×30cm 密度框範圍，由地上部 5cm 處全數割取秤重。

(三) 建立種原圃，大量繁殖覆蓋作物，以備進行田間試驗。

三、茶園覆蓋作物生長

(一) 試驗地點

試驗地點為茶業改良場台東分場，位於台東縣鹿野鄉龍田村，地理位置為東經 121 度 7 分 25 秒，北緯 22 度 54 分 37 秒，海拔高度 175 公尺。

(二) 試區茶園概況

試區茶園為 2001 年 1 月新植茶園，開闢茶園前該處為荒地雜木林。試區分為二區均為二年生幼木茶園，分別種植台茶 12 號及青心烏龍品種。茶樹行株距均為 165 cm×45 cm。其中台茶 12 號茶園採有機栽培管理；青心烏龍則為一般栽培管理茶園。

(三) 試驗處理

1、試驗材料：

(1) 田間種植前，將蒐集之覆蓋作物進行扦插成活率及生長比較試驗，篩選評估適合茶園種植之覆蓋作物為植生材料。

(2) 多年生花生 Golden Glory、Amarillo 及大葉爬地藍以 104 格穴盤扦插育苗，每穴扦插 3 苗，每苗長度約 10cm (至少 2 個節間)，以提高育苗及定植成活率。育苗期為 40 天。

(3) 多年生花生 Golden Glory、Amarillo 及大葉爬地藍定植茶樹行間，其行株距為 20 cm×20 cm。雷公根則於茶園周邊掘取裸根苗，每 3 株一穴定植於茶樹行間，行株距為 20 cm×20 cm。每一處理小區計定植 480 穴。

2、試驗設計：田間試驗處理包括經篩選之覆蓋作物及無覆蓋對照區。試驗規劃二試區均採逢機完全區集設計 (RCBD)，4 重複，試驗處理包括 (A) 多年生花生 Golden Glory、(B) 多年生花生 Amarillo、(C) 大葉爬地藍、(D) 雷公根、(CK) 對照區 (無覆蓋區)，共 5 處理。每一小區茶樹 10 株。茶園管理模式採茶業改良場編訂茶作栽培技術手冊推薦方法管理。

3、調查項目及方法

(1) 植株生長調查：

茶園覆蓋作物生長期間分別調查成活率、覆蓋率、覆蓋厚度、覆蓋速率、割刈生物量及再生量。成活率調查每小區種植 480 穴之成活穴數。覆蓋率調查以 30 cm×30 cm 密度框量測其覆蓋百分率。覆蓋厚度為地表至覆蓋作物冠面高度。割刈鮮重以 30 cm×30 cm 密度框範圍，由地上部 5 cm 處全數割取。上述調查 4 重複，每一重複隨機量取 1 處。

(2) 根系生長調查：

茶園覆蓋作物蒐集、篩選與生長之研究

不定根數量調查以 30 cm×30 cm 密度框量測，以目視調查地面密度框內不定根數量，4 重複，每一重複隨機量取 1 處。

4、統計分析

各項試驗分析之數據，採逢機完全區集設計 (RCBD)，4 重複，用 SAS (statistical analysis system) 電腦程式統計分析，先經變方分析確認處理間達 5%顯著差異時，再以最小顯著性差異測驗法 (LSD) 比較各處理間之差異。

結果與討論

一、覆蓋作物蒐集

2003 年 1 月開始依試驗目的「能形成良好覆蓋、耐熱、耐旱、耐蔭、可多年自行繁衍、不攀爬茶樹、不與茶樹養分競爭、可提高土壤肥力」之目標，進行覆蓋作物採集。蒐集具覆蓋效果之多年生花生 5 種、鍊莢豆、蠅翼草、雷公根、大葉爬地藍，不同覆蓋作物採集地點列於表一。多年生花生 1 至 5 分別採自台東種畜繁殖場、台南區農業改良場、台東、屏東種苗業者及日月潭氣象站 (南投縣魚池鄉)。多年生花生 1 及 2 由佛羅里達洲及澳洲引進 (葉及鄭，1991；黃，1995)，多年生花生 3 及 4 由種苗業者分別自夏威夷及哥斯大黎加引入，多年生花生 5 其原產地不詳。由植株外觀形態來看，多年生花生 3、4、5 較相似。其他覆蓋作物則自台東縣各地蒐集。

多年生花生 1 至 5 經栽培後鑑定編號 1 為 *Arachis glabrata* Benth.、編號 2 為 *Arachis pintoi* Krap. & Greg. (Amarillo)、編號 3、4、5 為 *Arachis pintoi* Krap. & Greg. (Golden Glory) (Hensley et al., 1997)。

多年生花生 Amarillo 及 Golden Glory，植株型態相似，仔細分辨兩者有所不同，Amarillo 植株生長勢較弱，葉片顏色偏黃綠，花色偏淡黃；Golden Glory 植株生長勢較強，葉片顏色濃綠，花色深黃。Amarillo 花梗較 Golden Glory 花梗長。外觀最易區別點為 Amarillo 葉背佈滿細毛，而 Golden Glory 葉背光滑 (Hensley et al., 1997)。

二、覆蓋作物篩選

茶園覆蓋作物之初步評估篩選，係依據其扦插成活率、生長勢等表現，從中篩選出較適合之覆蓋作物供定植茶園。2003 年 2 月初步評估篩選生長較佳及繁殖省工之覆蓋作物，包括多年生花生編號 1 至 5、大葉爬地藍及雷公根，開始繁殖種原並設置種原圃，供日後大量穴盤扦插繁殖。

比較不同覆蓋作物扦插操作之難易及扦插成活率，結果採集自魚池及台東之多年生花生、雷公根、大葉爬地藍，扦插成活率均高達 90%以上；多年生花生 *A. glabrata*

及蠅翼草成活率較低，為 38% 及 30.8%。多年生花生 *A. glabrata* 莖較細且節間較長，比較不適合利用扦插來繁殖，由觀察得知其具有緊密且粗之地下莖，如直接挖取地下莖種植，會有良好的成活率。鍊莢豆、蠅翼草雖有種子，但因成熟度不一，不容易收集繁殖；另以扦插方式繁殖，因植株細軟操作上較不容易，蠅翼草也不易成活，且其生長需光性強，茶行遮蔭度高，不適其生長。而多年生花生 *Amarillo* 成活率也不高為 46.5%，可能是扦插時期氣溫較低及母本園之植株生長勢較弱以致影響成活率（表一）。

由種原圃中，不同採集地之多年生花生植株生長比較，多年生花生 *A. glabrata* 植株高度較高、不易繁殖、初期覆蓋率低，定植於茶園生長初期可能會增加除草次數，造成管理成本的增加，且成株地下莖數量多且太過緊密，因此不適合利用於當茶園覆蓋作物。從台東及魚池採集之多年生花生 *Golden Glory* 具優勢覆蓋效果且生長迅速，鮮重高達 4093-4907g/m²。台南採集之多年生花生 *Amarillo* 生長較慢，鮮重為 1056 g/m²，屏東採集之多年生花生則介於兩者之間。多年生花生編號 3、4、5 具相似性，因此從中選一種作為茶園覆蓋作物參試，其中多年生花生 4 扦插成活率較低，而多年生花生 5 具優勢覆蓋效果且生長強勢，其地上部生物量為最高，推測定植於茶園會有良好覆蓋效果，但其生長強勢亦可能會競爭太多的養分及水分，對茶樹可能會產生不利的影響（表二、三）。

所以選定生長勢中等及易繁殖之編號 3 多年生花生 *Golden Glory*，進一步評估其在茶園之適合性。多年生花生 *Amarillo* 植株性狀及適應性與其他採集地之多年生花生差異較大，依其生長勢可能較不會與茶樹競爭養分，也獲選取再行比較評估。其他覆蓋植物之雷公根及大葉爬地藍，因其成活率高也入選，進一步定植茶園作比較試驗。

三、茶園覆蓋作物生長

茶園覆蓋作物生長調查項目有覆蓋作物成活率、覆蓋率、覆蓋厚度、刈割生物量、再生量及覆蓋作物固定根數調查。

（一）成活率

2003 年 10 月 8 日茶園行間種植參試覆蓋作物多年生花生 *Golden Glory*、*Amarillo*、大葉爬地藍及雷公根，移植後一個月調查，參試覆蓋作物成活率均達 80% 以上，以多年生花生 *Golden Glory* 呈現較高之趨勢，雷公根成活率最低。探討成活率高低應與有無事先育苗有關，因多年生花生 *Golden Glory*、*Amarillo*、大葉爬地藍係經事先穴盤育苗，雷公根則為當日掘取之裸根苗，如雷公根亦採用事先育苗方式，應可大幅提高成活率（表四）。

（二）覆蓋率

茶園覆蓋作物蒐集、篩選與生長之研究

種植後一個月茶樹行間覆蓋率，以多年生花生 Golden Glory 為最高，達 9.5-15.6%，雷公根只有 2.8-3.9%，大葉爬地藍與多年生花生 Amarillo 則介於兩者之間 (表五)。種植於茶園之覆蓋作物經 6 至 8 個月，以多年生花生 Golden Glory 覆蓋面最早形成且效果最佳，多年生花生 Amarillo 則呈現遲緩之趨勢 (表六、圖一)。大葉爬地藍及雷公根也有良好的覆蓋效果。但大葉爬地藍覆蓋面形成後，其枝條會攀爬於茶樹冠面，不利於茶園管理。雷公根由於係移植裸根苗，種植初期生長緩慢覆蓋率低，造成雜草管理上的困擾。

(三) 覆蓋厚度

夏季覆蓋作物之厚度以大葉爬地藍最厚，台茶 12 號及青心烏龍試區分別為 16.3 及 22.5 cm，呈現顯著的差異，但其覆蓋面不平坦、不密實且呈現鬆散狀，容易滋生雜草。多年生花生 Golden Glory、Amarillo 及雷公根之覆蓋厚度較低，三者間沒有顯著的差異。其中以多年生花生 Golden Glory 覆蓋面最平坦密實、厚度均一，不易滋生雜草，覆蓋厚度分別為 7.4 及 12.0 公分。冬季覆蓋作物之厚度與夏季有相同之現象 (表七)。多年生花生 Amarillo 不但生長緩慢而且葉片出現黃化現象，多年生花生 Golden Glory 在冬季尚顯得相當茂盛。雷公根則是走莖平鋪地面，僅呈現出葉柄厚度，單層稀疏的覆蓋於地面。

(四) 覆蓋速率

參試覆蓋作物每個月之覆蓋率數據以直線迴歸計算，各參試作物覆蓋率均呈直線顯著趨勢 (表八)。其中多年生花生 Golden Glory、大葉爬地藍及雷公根呈快速生長。

(五) 刈割生物量及再生量比較

參試覆蓋作物在茶園種植經過九個月後，由地上部 5 cm 處刈割，其生物量有顯著差異，以多年生花生 Golden Glory 及大葉爬地藍覆蓋區之生物量最高，台茶 12 號試區分別為 1,439 g/m² 及 1,597 g/m²；青心烏龍試區則為 2,072 g/m² 及 2,097 g/m² (表九)。青心烏龍試區覆蓋作物刈割生物量之所以較台茶 12 號試區為高，應與兩試區茶樹樹高及冠面寬幅有關。台茶 12 號試區之樹高及冠面均大於青心烏龍試區，因樹高及冠面大，日照量相對減少，可能對多年生花生及大葉爬地藍生長產生影響。雷公根於日照量少的台茶 12 號試區行間，生物量則較青心烏龍試區為高 (表九)。可能由於台茶 12 號茶樹冠面大，行間遮蔭度較高且較潮溼環境而適合雷公根生長。多年生花生 Amarillo 在台茶 12 號及青心烏龍試區生物量僅 575~1,306 g/m²，可能是栽培於茶園中受到茶樹遮蔭的影響，其生物量較蔡 (2000) 調查結果 1,343.3 ~ 1,810.0 g/m² 為低。

青心烏龍試區未覆蓋區之生物量高於台茶 12 號，可能在於青心烏龍試區為一般栽培管理茶園，茶園有施用化學肥料，養分供應充足，以及茶樹冠面小，行間遮蔭度低日照強，雜草生長迅速茂盛。

經刈割後多年生花生 Golden Glory 生長恢復迅速，其刈割後覆蓋率高於其他處理區，台茶 12 號及青心烏龍試區經 30 天及 20 天覆蓋率已恢復達 100%。再生量亦以多年生花生 Golden Glory 及大葉爬地藍高於其他處理區。大葉爬地藍在冬季割刈後，生長較為緩慢，其覆蓋厚度較為降低，多年生花生 Amarillo 及雷公根生長也有同樣生長較為緩慢的趨勢 (表十、十一)。

(六) 固定根數

茶園不同覆蓋作物固定於土壤之根數調查結果顯示，多年生花生 Golden Glory 及雷公根之根數最多，大葉爬地藍之根數最少 (表十二)。大葉爬地藍，僅有原種植之植株基部有根，莖部並不會長出不定根，覆蓋於地表之枝葉呈現較為鬆散之現象。多年生花生 Golden Glory 之枝蔓覆蓋於土壤呈現互相交錯、層次重疊之結構，走莖不定根數量多。雷公根之生長係由基部長出 2~3 條走莖，再由走莖末端形成另一植株，因此固定於土壤之根數呈現較多之現象。但因植株生長厚度不足，僅為單層結構之葉片覆蓋於地表，不易形成良好覆蓋。多年生花生 Amarillo 生長不佳，其枝蔓較短，不定根數因而減少，覆蓋於土壤稍呈裸露之現象。植物根系具有穩定土壤、防止沖刷及涵養水分等效果，除了不定根數量的多寡會影響茶園的水土保持效用外，根的粗細、根系的分佈也都有關。據現場挖掘觀察，二種多年生花生不定根皆可形成主根及多分枝側根，主根根徑約 5 mm，深度可達地下 30 cm。雷公根不定根數量雖多，但根為單一細小軸根，根徑 1~2 mm，分佈於淺層表土 10 cm 內。

結 論

種植於茶園之覆蓋作物成活率，以多年生花生 Golden Glory 最高，雷公根成活率最低，多年生花生 Amarillo 及大葉爬地藍則介於兩者之間。多年生花生 Golden Glory 植株耐割刈且生長快速，在短期內即能恢復覆蓋地表，二年生幼木期茶樹冠面還在形成中，行間空間大，能有效防止雜草滋生。其根系可密集定植於土壤，形成周年性的良好覆蓋，經割刈後之殘體兼具綠肥功用。多年生花生 Golden Glory 值得更進一步探討其長期間作於成木茶園之耕作管理模式，以做為日後推廣應用之參考。

國內目前尚無多年生花生 Golden Glory 種子販售，茶園田間種植多年生花生，仍以扦插繁殖為主。扦插繁殖以春季成活率最高，可直接中耕後以每穴 3 段枝條，每段

茶園覆蓋作物蒐集、篩選與生長之研究

10~15 cm，插入土中 1/2 至 2/3 壓緊，如能加以噴灌或澆水，將有助於提高成活率及生長速度。茶園種植多年生花生 Golden Glory 後，一般茶園初期可選用適合茶園使用之選擇性除草劑來防除禾本科雜草，有機茶園則採人工除草或割草方式管理。多年生花生 Golden Glory 雖不會攀爬茶樹，惟放任莖蔓生長累積於茶樹基部，對茶樹有通風不良之影響。建議在慣行栽培茶園每年以較高濃度之尿素液，噴灑茶樹基部花生莖蔓一次，以造成莖葉肥傷枯萎；有機栽培茶園則採人工清除。乾枯後的花生莖蔓仍留置茶樹基部，做為敷蓋材料。茶園間植多年生花生，由於莖蔓生長逐年累積增厚，建議每年割低 1 次或每 2 至 3 年進行翻耕一次，其露出土面的枝條及種子仍會生長，掩埋入土裡者則做為綠肥。春季進行翻耕，可在 3 個月內恢復完全覆蓋，惟翻耕後需注意雜草管理。

誌 謝

本研究承蒙茶業改良場台東分場陳秀慧小姐、柯憲達及陳清海先生協助試驗調查及分析工作，特此誌謝。

參考文獻

1. 吳昭慧、連大進. 2005. 豆科綠肥作物在果園的栽培與利用. 台南區農業專訊 51: 11-14。
2. 林木連、巫嘉昌. 1993. 茶園綠肥作物適應性及栽培改進試驗. 土壤肥料試驗報告 81: 229-235。
3. 施金柯. 1998. 茶園耕耘. 茶業技術推手冊 (茶作篇). 茶業改良場編印. pp. 99-106。
4. 范宏杰、陳信言、鄭混元. 2003. 以草制草茶園工作更輕鬆. 茶業專訊 43: 7-9。
5. 連大進、黃山內、吳昭慧. 2000. 果園草生栽培. 台南區農業專訊 33: 4-7。
6. 陳永春. 2001. 地被植物之調查、蒐集及種類篩選試驗. 台東區農業改良場研究彙報 12: 37-45。
7. 張賢明. 1996. 果園草生栽培. 台灣熱帶地區果園經營管理研討會專. pp. 183-189。
8. 張清寬. 2000. 南投地區坡地茶園草類選留與利用研究. 茶業改良場年報. pp. 91-93。
9. 曹碧貴、許飛霜. 2001. 茶園地面敷蓋黑色遮光網對抑制雜草效益之研究. 台灣茶業研究彙報 20: 185-196。
10. 黃惠娟、曹文隆、楊金興、蔡志濃. 1996. 引進落花生野生種源之特性評估. 中華農業研究 45: 15-25。

11. 黃惠娟. 2003. 野生種落花生之利用潛能. 農業試驗所技術服務 55: 29-32。
12. 黃盛洛. 1995. 多年生花生-亞瑪莉樂. 豐年半月刊 45 (23): 25-27。
13. 葉茂生、鄭隨和. 1991. 台灣豆類植物資源彩色圖鑑. pp. 267。
14. 蔡養正. 2000. 多年生花生作為綠肥利用之研究. 2000 年豆類、茶及新興作物育種及生產技術改進研討會. 行政院農委會農業試驗所編印. pp. 175-176。
15. 蔡福貴. 1993. 地被植物 (上、下). 地景企業股份有限公司。
16. 蔡俊明. 2004. 茶園雜草管理. 植物保護圖鑑系列 4-茶樹保護. 行政院農業委員會動植物防疫檢疫局編印. pp. 139-151。
17. 蔡俊明. 1998. 茶園覆蓋與敷蓋. 茶業技術推手冊 (茶作篇). 茶業改良場編印. pp. 117-124。
18. 賴文龍. 2000. 果園綠肥作物覆蓋之利用. 綠肥作物栽培管理與利用. 臺中區農業改良場特刊第 43 號. pp. 19~24。
19. 賴文龍、蔡宜峰、李健鋒. 2000. 滿江紅應用於有機米栽培之效益. 綠肥作物栽培管理與利用. 臺中區農業改良場特刊第 43 號. pp. 61~72。
20. Blum, F. M., King, T. M., Gerig, M. E. and Worsham, A. D. 1997. Effects of clover and small grain cover crops and tillage techniques on seedling emergence of some dicotyledonous weed species. *Amer. J. Alternative Agric.* 4: 146-161.
21. Hensley, D., Yogi, J. and DeFrank, J. 1997. Perennial Peanut Groundcover. College of Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawaii at Manoa, Honolulu, USA. Oct. 2 pp.
22. Merwin, I. D., Rosenberger, C., Engle, D. R. and Fargione, M. 1995. Comparing mulches, herbicides, and cultivation as orchard groundcover management systems. *Hort. Technol.* 5: 151-158.

Collection, Selection and Growth of Cover Crops on the Tea Garden

Hun-Yuan Cheng^{1*} Shin-Yan Chen¹ Horng-Jey Fan¹
Ching-Hsiang Hsieh²

Summary

The study was conducted to collection, selection and growth of cover crops in the tea garden, the ideal cover crop selected should be able to need the demand of labor saving and easy for large scale of propagation. So that decreased cost of weed management and increased competition of the tea production. Four entries of cover crops were chosen, included perennial peanut (Golden Glory, treatment A), perennial peanut (Amarillo, treatment B), Trailing Indigo (treatment C), Asiatic Pennywort (treatment D), and cultivated in tea farm along with the control treatment (uncovered field, CK). The results showed that the survival rate of perennial peanut (Golden Glory) was highest, Asiatic Pennywort was lowest in the tea garden. The survival rate of perennial peanut (Amarillo) and Trailing Indigo were in between. Root of perennial peanut (Golden Glory) formed a dense inter-mingled network in soil, which can prevent soil erosion efficiently. Its rapid growth character was able to endure high mowing frequency, and possessed rapid recuperative rate to inhibit weed growth. Perennial peanut (Golden Glory) was the best cover crops in tea farm for this experiment, and recommendation can be made to investigate the model of long-term cover crops on tea cultivate management. This information provides consultations to farmers for application and promotion of this system in the future.

Key words: Tea garden, Cover crop, Collection, Selection, Growth

-
1. Associate Agronomist, Former Associate Biochemist, Associate Biochemist, Taitung Branch, Tea Research and Extension Station, Taitung, Taiwan R.O.C.
 2. Professor, Department of Plant Industry, National Pingtung University of Science & Technology, Pingtung, Taiwan, R.O.C.

* Corresponding author.

表一、不同採集地覆蓋作物扦插成活率比較

Table 1. Comparison of cutting survival percentage among cover crops collected from different locations

覆蓋作物 Cover crops		採集地 Collected locations		成活率 Survival (%)
多年生花生 1 (佛羅里達)	No.1 Perennial peanut <i>A. glabrata</i> (from Florida)	台東種畜繁殖場	Taitung	38.0de
多年生花生 2 (澳洲)	No.2 Perennial peanut Amarillo (from Australia)	台南區農業改良場	Tainan	46.5d
多年生花生 3 (夏威夷)	No.3 Perennial peanut Golden Glory (from Hawaii)	台東	Taitung	91.0ab
多年生花生 4 (哥斯大黎)	No.4 Perennial peanut Golden Glory (from Costa Rica)	屏東	Pingtung	68.5c
多年生花生 5	No.5 Perennial peanut Golden Glory	魚池	Nantou	97.0a
鍊莢豆	Alyce clover	台東卑南文化公園	Taitung	81.5b
蠅翼草	Creeping tick-trifol	茶改場台東分場 茶園	Taitung	30.8e
雷公根	Asiatic Pennywort	茶改場台東分場 茶園	Taitung	99.0a
大葉爬地蘭	Trailing Indigo	台東卑南鄉賓朗	Taitung	96.1a

Means followed by the same letters within each column are not significantly different at 5% level according to least significance difference test.

表二、不同採集地多年生花生生長比較

Table 2. Comparison of perennial peanut growth condition among cover crops collected from different locations

定植後/多年生花生 Field planting /Perennial peanut	蔓長 Stolon length (cm)	節數 Node number (No.)	莖徑 Stolon diameter (mm)	覆蓋率 Coverage (%)	SPAD Leaf greenness
after 2 months					
No.1 <i>A. glabrata</i>	17.1±2.4	4.0±0.8	0.212±0.03	47.2± 7.2	25.7±2.2
No.2 Amarillo	17.0±4.3	5.3±1.3	0.286±0.03	29.2± 5.3	21.4±3.1
No.3 Golden Glory	29.5±4.8	9.4±2.0	0.332±0.02	87.5±11.8	40.1±3.5
No.4 Golden Glory	22.3±2.6	6.6±0.7	0.331±0.01	36.9±6.0	43.2±5.1
No.5 Golden Glory	33.1±4.9	9.2±1.1	0.344±0.03	80.6±14.7	42.4±4.4
after 3.5 months					
No.1 <i>A. glabrata</i>	34.8±4.7	5.2±0.8	0.213±0.02	92.0±8.3	39.8±1.4
No.2 Amarillo	36.0±6.1	0.3±1.6	0.343±0.07	59.3±3.8	26.7±2.1
No.3 Golden Glory	52.0±8.0	14.3±2.4	0.358±0.03	98.4±1.5	36.5±1.0
No.4 Golden Glory	52.5±7.7	12.5±2.0	0.331±0.03	88.4±13.8	39.3±3.9
No.5 Golden Glory	60.3±9.0	15.2±2.5	0.372±0.02	99.3±0.6	37.4±2.4
after 4.5 months					
No.1 <i>A. glabrata</i>	43.6±4.1	7.9±1.0	0.219±0.01	94.7± 5.3	36.2±1.1
No.2 Amarillo	45.1±7.4	14.0±2.8	0.329±0.02	91.6±13.4	28.7±1.2
No.3 Golden Glory	53.8±9.4	14.7±1.8	0.322±0.02	99.6± 1.0	40.2±1.3
No.4 Golden Glory	56.9±6.2	16.6±2.3	0.349±0.02	99.8± 0.5	39.1±2.1
No.5 Golden Glory	59.3±8.0	16.4±2.0	0.328±0.02	100.0± 0.0	40.2±1.0

表三、不同採集地多年生花生定植後覆蓋厚度及鮮重比較

Table 3. Comparison of perennial peanut cover thickness and fresh weight after field planting collected from different locations

多年生花生		3.5 個月	4.5 個月	8.5 個月	鮮 重
Perennial peanut		3.5 months	4.5 months	8.5 months	fresh weight
		----- (cm) -----			(g/m ²)
No.1	<i>A. glabrata</i>	28.6±3.2	30.4±3.7	22.2±1.0	1611±585
No.2	Amarillo	8.1±1.2	6.7±1.4	7.1±1.2	1056±278
No.3	Golden Glory	5.5±0.5	5.4±0.7	16.2±1.8	4093±624
No.4	Golden Glory	4.6±0.7	4.9±0.9	9.9±3.5	3963±357
No.5	Golden Glory	5.3±1.2	5.5±1.0	15.4±0.6	4907±179

表四、茶園種植不同覆蓋作物移植一個月後成活率比較

Table 4. Comparison of survival percentage among different cover crops transplanted one month later in tea farm

處理	台茶 12 號	青心烏龍
Treatment	TTES No. 12	Chin-Hsin Oolong
----- (%) -----		
Golden Glory	97.3a	94.0a
Amarillo	93.3a	88.3b
Trailing Indigo	94.5a	86.3b
Asiatic Pennywort	83.0b	84.5b

Means followed by the same letters within each column are not significantly different at 5% level according to least significance difference test.

茶園覆蓋作物蒐集、篩選與生長之研究

表五、不同覆蓋作物定植茶園初期覆蓋率比較

Table 5. Comparison of the % coverage in tea farm planted different cover crops at field planting primary stage

處理 Treatment	台茶 12 號 TTES No. 12		青心烏龍 Chin-Hsin Oolong	
	1 個月 1 month	2 個月 2 months	1 個月 1 month	2 個月 2 months
	----- (%) -----		---- (%) ----	
Golden Glory	15.6a	36.1a	9.5a	29.2a
Amarillo	4.4bc	4.7b	4.7b	6.4b
Trailing Indigo	5.3b	6.4b	5.8b	10.6b
Asiatic Pennywort	2.8c	4.4b	3.9b	4.7b

Means followed by the same letters within each column are not significantly different at 5% level according to least significance difference test.

表六、茶園種植不同覆蓋作物定植後覆蓋率比較

Table 6. Comparison of the % coverage in tea farm planted different cover crops

處理 Treatment	台茶 12 號 TTES No. 12		青心烏龍 Chin-Hsin Oolong	
	6 個月 6 months	8 個月 8 months	6 個月 6 months	8 個月 8 months
	----- (%) -----		----- (%) -----	
Golden Glory	100a	100a	100a	100a
Amarillo	33c	78b	15c	83b
Trailing Indigo	78b	100a	67b	100a
Asiatic Pennywort	97a	99a	67b	82b

Means followed by the same letters within each column are not significantly different at 5% level according to least significance difference test.

表七、茶園種植不同覆蓋作物覆蓋厚度比較

Table 7. Comparison of mean thickness of coverage among different cover crops planted in tea farm

處理 Treatment	台茶 12 號 TTES No. 12		青心烏龍 Chin-Hsin Oolong	
	夏季 Summer	冬季 Winter	夏季 Summer	冬季 Winter
	----- (cm) -----		----- (cm) -----	
Golden Glory	7.4b	10.4b	12.0b	13.0a
Amarillo	6.9b	5.5c	8.0b	8.5b
Trailing Indigo	16.3a	13.0a	22.5a	15.7a
Asiatic Pennywort	8.4b	6.1c	8.8b	6.7b

Means followed by the same letters within each column are not significantly different at 5% level according to least significance difference test.

表八、茶園種植不同覆蓋作物覆蓋速率比較

Table 8. Regression of cover rate among different cover crops planted in tea farm

處理 Treatment	台茶 12 號 TTES No. 12		青心烏龍 Chin-Hsin Oolong	
Golden Glory	$Y=17.74X+2.78$	$R^2=0.98$	$Y=17.78X-3.23$	$R^2=0.98$
Amarillo	$Y=5.39X-6.22$	$R^2=0.87$	$Y=1.91X+2.05$	$R^2=0.94$
Trailing Indigo	$Y=15.58X-21.89$	$R^2=0.95$	$Y=12.55X-7.38$	$R^2=0.98$
Asiatic Pennywort	$Y=22.27X-32.48$	$R^2=0.95$	$Y=14.16X-16.87$	$R^2=0.96$

$Y=a+bX$ Y : coverage X : growth date R^2 : the coefficient of determination

茶園覆蓋作物蒐集、篩選與生長之研究

表九、茶園種植不同覆蓋作物九個月後覆蓋作物生物量比較

Table 9. Comparison of biomass among different cover crops transplanted nine months later in tea farm

處理 Treatment	台茶 12 號 TTES No. 12	青心烏龍 Chin-Hsin Oolong
----- (g/m ²) -----		
Golden Glory	1439a	2072a
Amarillo	575b	1306b
Trailing Indigo	1597a	2097a
Asiatic Pennywort	375b	298d
Uncovered field (CK)	250b	936b

Means followed by the same letters within each column are not significantly different at 5% level according to least significance difference test.

表十、茶園種植不同覆蓋作物割刈後覆蓋率恢復比較

Table 10. The recuperative rate of the different cover crops after 20, 30 and 40 days of mowing in tea farm

處理 Treatment	台茶 12 號 TTES No. 12			青心烏龍 Chin-Hsin Oolong		
	20 天 20 days	30 天 30 days	40 天 40 days	20 天 20 days	30 天 30 days	40 天 40 days
	----- (%) -----			----- (%) -----		
Golden Glory	98.6a	100.0a	100.0a	100.0a	100.0a	100.0a
Amarillo	36.1c	60.0b	76.3b	75.0b	88.8a	98.8ab
Trailing Indigo	51.4c	75.0ab	93.8a	57.0c	67.5b	96.3ab
Asiatic Pennywort	76.4b	86.3ab	95.0a	61.1bc	63.8b	95.0b

Means followed by the same letters within each column are not significantly different at 5% level according to least significance difference test.

表十一、茶園種植不同覆蓋作物刈後再生量比較

Table 11. Comparison of regrowth biomass after 20 and 50 days of mowing among different cover crops planted in tea farm

處理 Treatment	台茶 12 號 TTES No. 12		青心烏龍 Chin-Hsin Oolong	
	20 天 20 days	50 天 50 days	20 天 20 days	50 天 50 days
	----- (g/m ²) -----		----- (g/m ²) -----	
Golden Glory	288.9a	683.3a	366.7a	1041.8a
Amarillo	70.4b	77.8b	180.6b	508.3c
Trailing Indigo	148.2b	638.9a	111.1c	800.0b
Asiatic Pennywort	88.9b	105.6b	—	144.5d

Means followed by the same letters within each column are not significantly different at 5% level according to least significance difference test.

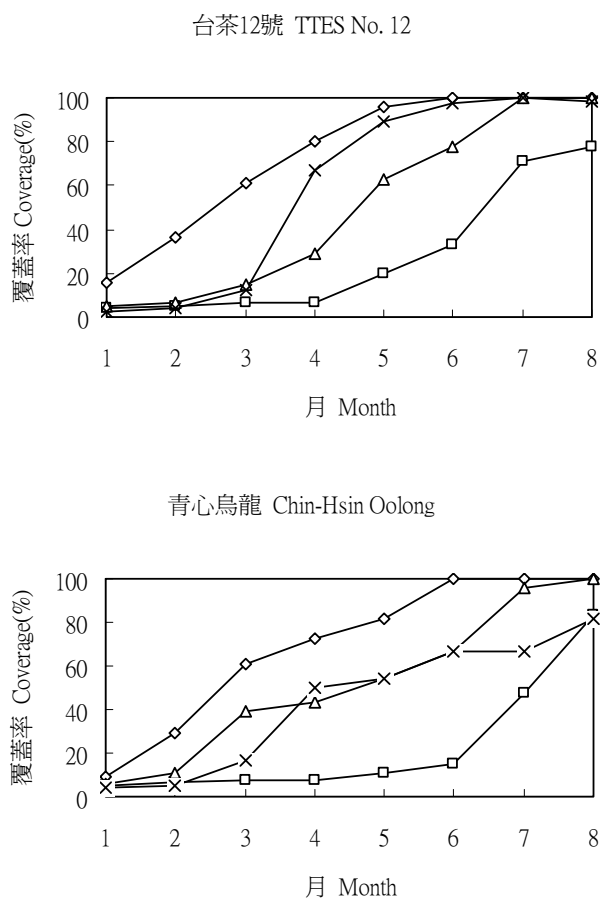
表十二、茶園不同覆蓋作物根數比較

Table 12. Comparison of root number per square meter among different cover crops planted in tea farm

處理 Treatment	台茶 12 號 TTES No. 12	青心烏龍 Chin-Hsin Oolong
單位 unit	----- (No./m ²) -----	
Golden Glory	975.0a	833.3a
Amarillo	288.9b	369.5c
Trailing Indigo	66.7c	100.0d
Asiatic Pennywort	1055.6a	650.0b

Means followed by the same letters within each column are not significantly different at 5% level according to least significance difference test.

茶園覆蓋作物蒐集、篩選與生長之研究



圖一、茶園不同覆蓋作物覆蓋率比較

Fig.1. Comparison of the % coverage of different cover crops planted in tea farm

- ◇— Golden Glory
- Amarillo
- △— Trailing Indigo
- ×— Asiatic Pennywort

臺灣杭菊品系之生育調查

劉秋芳

摘 要

臺灣杭菊目前僅黃花、白花及紫花三種花色，其中以黃花、白花為主要栽培品系，本試驗在相同栽培管理條件情況下，結果顯示三種花色杭菊不論在株高、株寬、分枝數、莖基部直徑及產量表現均無差異。杭菊鮮花產量與莖基部直徑、植株高度之間以及分枝數間，都存在著迴歸關係，其關係分別為 1.產量 $=2.88+0.31\times$ 莖基部直徑、2.產量 $= -6.62+0.18\times$ 株高、3.產量 $= -6.53+0.01\times$ 分枝數 $+0.16\times$ 株高，且 R^2 達 0.5 以上，顯示鮮花產量與這些性狀有高度相關，故若能提供促使這些性狀生長的適宜條件，則應該可提高杭菊產量。

關鍵字：杭菊、生育

前 言

杭菊 (*Dendranthema grandiflorum* Tzvelev) 為菊科 (Compositae) 原產於中國之多年生、藥飲兩用作物 (唐等, 2009; 陳, 2012)，莖直立，分枝或不分枝，株高約 60~80 公分，根系發達，具根莖，可再生小植株；葉互生，卵形至卵披針形，邊緣有細鋸齒，或深裂成羽狀，葉背有白色絨毛。花朵為頭狀花序聚繖狀排列，頂生，直徑約 3 公分左右，苞片多層混生於舌狀花間，舌狀花雌性，不結實，有黃、白、紫色，管狀花為兩性花，甚少出現 (陳, 2010)，多為黃色，花期 11~12 月；杭菊含綠原酸、類黃酮、揮發油等有益人體物質，不同種類之藥用菊花含量均有所不同 (李, 2010)，其具有抗氧化能力 (林, 2009)。杭菊在臺灣目前栽種品系為黃花、白花及紫花三種花色 (張和王, 2010)，為早期先民引入臺灣種植，目前尚未有品種名。杭菊產區在苗栗縣銅鑼鄉及台東縣之台東市及卑南鄉等 (農情報告資訊網, 2013)，菊農早年不成文規定，為區隔消費者不同喜好，避免兩地競爭，故台東縣主要栽培黃色花，苗栗縣則以白色花為主，但近年因西部消費需求，加上台東地區產量逐年下滑，苗栗地區也開始

行政院農業委員會茶業改良場 助理研究員。臺灣 桃園縣。

栽種黃花，紫花則因花色表現深淺不一，加工後顏色駁雜賣像不佳，消費者接受程度低，僅少量種植作為展示及推廣之用。臺灣杭菊栽培面積 2012 年度僅約 35 公頃（農情報告資訊網，2013），產量因受雨害影響，產量粗估約 3 公噸，為小面積栽培之地方特色作物。臺灣於 2011 年進口乾燥菊花量 85.72 公噸，2012 年 1 月至 11 月底進口量已達 70.78 公噸，中國大陸進口量達 70.47 公噸（農產貿易資訊系統，2013），由此可知國產杭菊供應不足，有成長之空間，但面臨生產成本高、大陸低價菊花競爭之問題。菊花在中國大陸屬食品及藥品的作物（姜和陳，2007），在大陸生產面積頗大，僅在浙江省桐鄉市杭菊栽培面積即達 4,200 公頃（沈等，2010），大面積栽培的品種有湖菊（*Dendranthema morifolium* (Ramat.) Tzvel. ‘Huju’、小白菊 *D. morifolium* (Ramat.) Tzvel. ‘Xiaobaiju’、大白菊 *D. morifolium* (Ramat.) Tzvel. ‘Dabaiju’、大黃菊 *D. morifolium* (Ramat.) Tzvel. ‘Dahuangju’ cv. nov.等（胡等，2011），花色還是只有白色及黃色。另針對杭菊的有效成分萃取、含量的測定、藥理活性、採收加工方法的研究甚多，但在臺灣杭菊為小面積特用作物，目前尚未有相關生育部分之試驗研究報告，且臺灣栽培的杭菊品系與大陸栽培之品種並不相同，為了解臺灣目前杭菊栽培品系在栽培管理是否有所不同，故進行杭菊三種花色之生育調查，以供菊農在選擇栽培杭菊之參考。

材料與方法

- (一)參試品系：杭菊黃花、白花及紫花品系。
- (二)調查項目：2012 年 4 月定植後每隔 21 日調查，以捲尺測量由土面至頂芽之高度為株高、植株展開葉片通過主幹之最大幅度為株寬、莖基部直徑、分枝數等植株性狀。定植後 1 個月利用 Konica Minolta (SPAD-502) 葉綠素計測量頂芽下第 4 片成熟葉片中肋右邊之葉綠素值，每次調查每重複皆取 5 株調查；待花朵生長至商業採收標準（8 分開）時，每一小區（3.15 m²）採收全部花朵，作為產量依據（以花朵鮮重計）。
- (三)田間管理：於 2012 年 3 月份至田間取各花色杭菊 7~10 公分頂芽作為插穗，基部以 IBA 發根劑 1,000 mgL⁻¹ 浸漬 20 秒，並以 50% 免賴得 1,000 倍處理後，扦插在 128 格之穴盤中，置放在溫室內讓其發根。定植前 1 個月將試區翻耕，每分地施用木漿牌有機肥 7 號（主成分為木屑及稻殼）之有機肥 2 公噸及蚵殼粉 100 公斤作為基肥；扦插 1 個月後（4 月）定植於田間，行株距 60×60 cm，不對植株摘心；每分地每月追施化學肥料-臺肥 1 號 15~20 公斤；營養生長期以化學農藥-畢芬寧、亞滅培及非農藥藥劑-蘇力菌、窄域油、黃色黏紙、番茄夜蛾、斜紋夜蛾及甜菜夜蛾之性費洛蒙防治，待植株肉眼可見花苞後停止農藥施用，完全以非農藥藥劑防

治；黃色黏板及性費洛蒙皆每 2 周更換 1 次。

(四)試驗設計與統計分析：田區以 RCB 規劃，共分 3 區集，每一品系於每區集內設 2 重複，每一小區長 3 m，寬 1.05 m，面積 3.15 m²，每一花色於小區內種植 10 株。調查之數據以 SAS 統計軟體分析 ANOVA，並以 SigmaPlot 製圖。

結果與討論

一、杭菊品系生育期表現

由試驗調查可知，杭菊莖基部直徑約在 15mm，分枝數在未摘心的情況下每株可達 80~97 個，植株高度約 50cm，株寬則在 70~80cm，各花色品系之性狀表現均無差異 (表一)。譚才洪 (2009) 試驗報告指出，白杭菊品種小洋菊、大洋菊、異種大白菊和黃杭菊品種金菊 1 號經 2 次摘心處理之分枝數每平方公尺 117~202 枝，株高 50~62cm，與本試驗結果大致雷同，但莖粗為 3.2~3.3mm，與本試驗莖基部直徑差異頗大，可能臺灣栽種之杭菊品系與大陸品種不同所致。三種花色不論在株高、株寬及莖基部直徑，大致以一定速率成長 (圖一、圖二)；分枝數的表現，在 2012 年 9 月前的生長較緩，但於 2012 年 9 月後則有較多的分枝數產生，該時期也是花朵開始出現的時期，顯示花芽的分化會促進分枝數的產生，但株高、株寬等性狀，並不會受花芽產生而影響。另白花前期株寬的表現較一致，不會因試區的不同而有差異，但由圖一可見，2012 年 10 月底以後，白花的株寬變異增大，推測因為其生長後期會受試區的不同而有差異，但其他兩花色則無這樣的表現，故於白花生長後期，花芽分化開始後，應注意其肥培與水分的管理，方能令其有較佳的生長表現，而其他兩種花色之可能對於環境的要求較不嚴苛，也就沒有如同白花會受到小區的差異而影響其生長。

表一、三種花色杭菊之植株性狀 (2012 年 10 月 1 日)

Table 1. Characteristics of three color-type chrysanthemums on harvest date (October 1, 2012)

杭菊 (chrysanthemum)	莖基部直徑 (mm) (diameter of stem base)	分枝數 (number of branch)	株高 (cm) (height of plant)	株寬 (cm) (width of plant)
花 (Yellow flower)	15.39 a ^Y	96.97 a	50.70 a	80.47 a
白花 (White flower)	14.73 a	84.93 a	50.11 a	70.44 a
紫花 (Purple flower)	14.42 a	80.83 a	49.47 a	70.44 a

Y: Means followed by the same letter are not significantly different at P<0.05 by LSD.

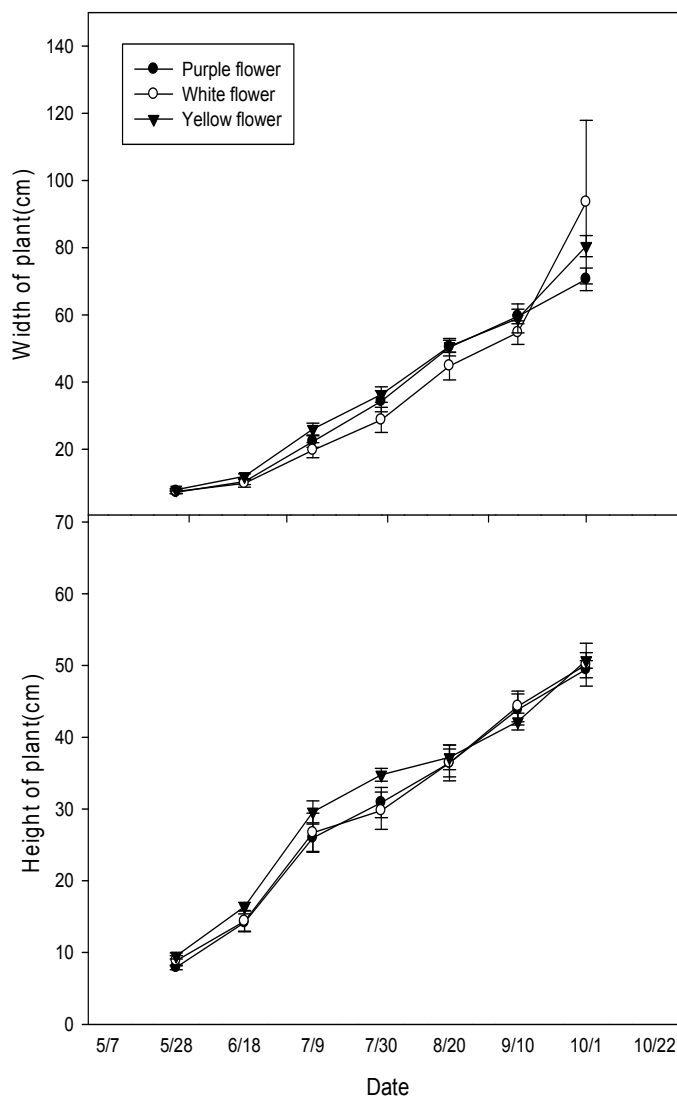
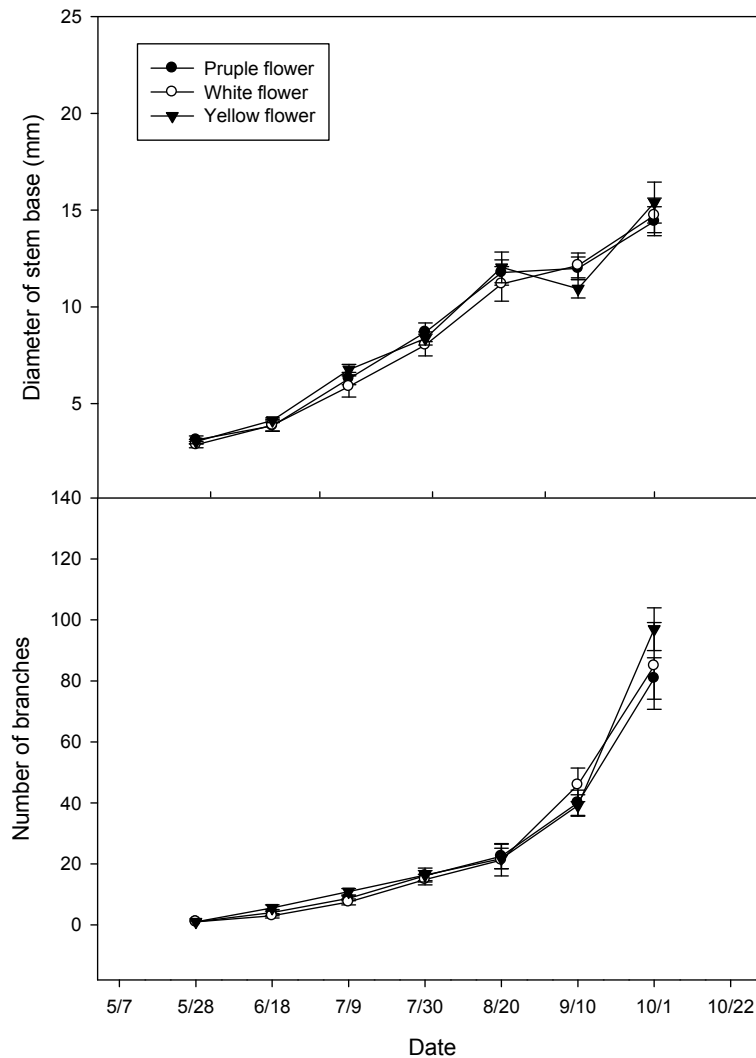


Fig.1. The development survey of width and height of three color-type chrysanthemums

(Note : Each point stands for the average value of 6 blocks. The bar means SE of each point.)



圖二、三種花色杭菊分枝數與莖基部直徑之生育調查

(註：每點為 6 小區之平均值，每條帶為標準偏差。)

Fig. 2. The development survey of branch number and stem-base diameter of three color-type chrysanthemums

(Note: Each point stands for the average value of 6 blocks. The bar means SE of each point.)

二、三種花色杭菊產量表現

杭菊於 2012 年 9 月初即可見花苞，11 月上旬開花，當頭狀花序展開程度達 8 分以上時即可採收，經統計分析每個小區產量，白色花小區平均鮮花產量 2.48 公斤，黃色花 2.31 公斤，紫色花 1.93 公斤，雖然白花及黃花產量較高，但未達顯著差異（表二）。在周等（2010）試驗報告中顯示，影響藥用菊花-毫菊產量和光合作用順序為氮肥、密度、鉀肥、磷肥，單株開花數和花朵重量的分析結果影響順序是氮肥、鉀肥、密度、磷肥，因此要獲得最高產量和最大光合效率的栽培措施是在合理密度下，並增施氮肥及鉀肥。

表二、三種花色杭菊之小區面積產量

Table 2. Average yield of three color-type chrysanthemums

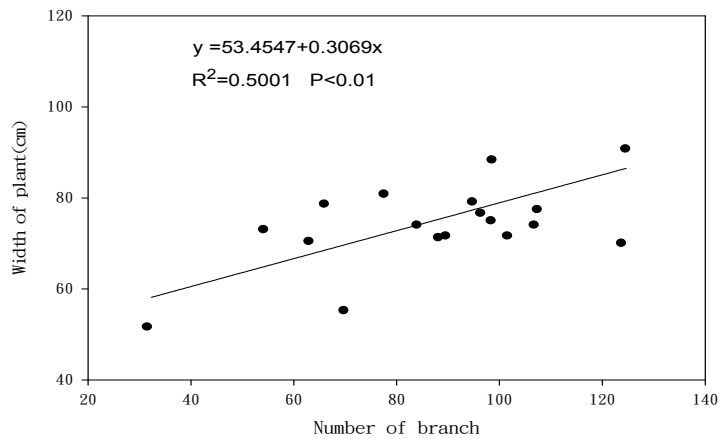
杭菊花色 (Flower color of chrysanthemum)	產量 (Yield) (kg) ^Z
黃花 (Yellow flower)	2.31 a ^Y
白花 (White flower)	2.48 a
紫花 (Purple flower)	1.93 a

Y: Means followed by the same letter are not significantly different at $P < 0.05$ by LSD.

Z: Average yield of each 3.15m² blocks

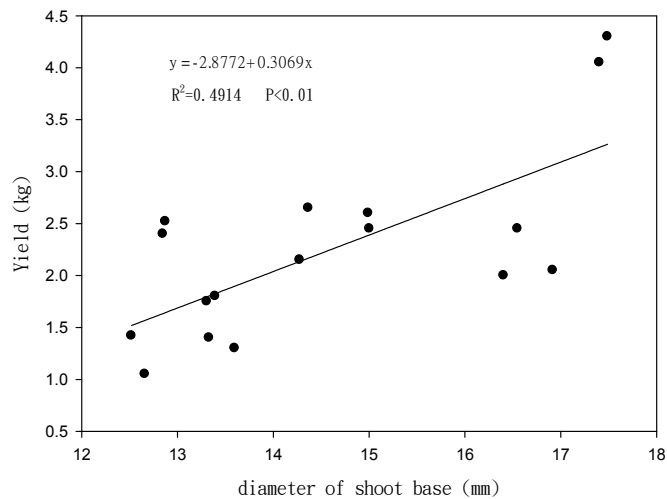
三、杭菊生育期性狀之關聯性

不論是那個花色的杭菊，其分枝數與株寬間存在著 $y = 53.45 + 0.31X$ 之關係，也就是分枝數越多植株寬度越寬（圖三）；而產量與莖基部直徑之間、產量與植株高度之間以及產量與株高、分枝數間，都存在著迴歸關係（圖四、圖五、圖六），分別為 1.產量 = $-2.88 + 0.31 \times \text{莖基部直徑}$ 、2.產量 = $-6.62 + 0.18 \times \text{株高}$ 、3.產量 = $-6.53 + 0.01 \times \text{分枝數} + 0.16 \times \text{株高}$ ，由於三者迴歸關係的 R^2 都達到 0.5 以上，顯示莖基部直徑、株高和分枝數是對產量影響很重要的三項因子；也就是說於生長過程中，若能夠使植株的生長量提升，則應可以增加其產量。另由前述各花色間生育期表現及產量表現可見，白花的株寬有較大的變異，推測是因其對環境的影響較敏感所致，也因此使得其產量的變異較大，導致其產量與其他兩花色間無差異，換言之，若能使白花都有處於相同的栽培環境，則應能較其餘兩花色高產；統計分析結果同樣說明了這樣的推測，黃花、紫花不會因試區的差異而有產量間的變化，但白花則會因試區的差異而有所不同（表三），故推測白花杭菊應為一對環境較敏感的品系。



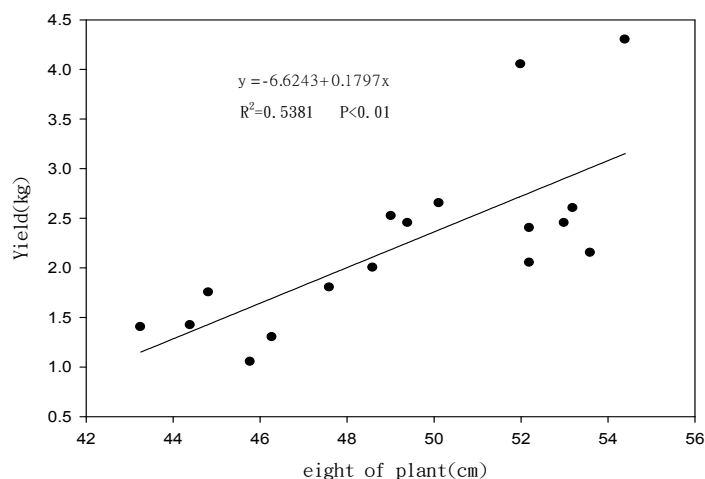
圖三、杭菊分枝數與株寬之關係 (註：每點為各小區之平均值。)

Fig. 3. The relationship between branch number and width of chrysanthemum
(Note : Each point stands for the average value of each block.)



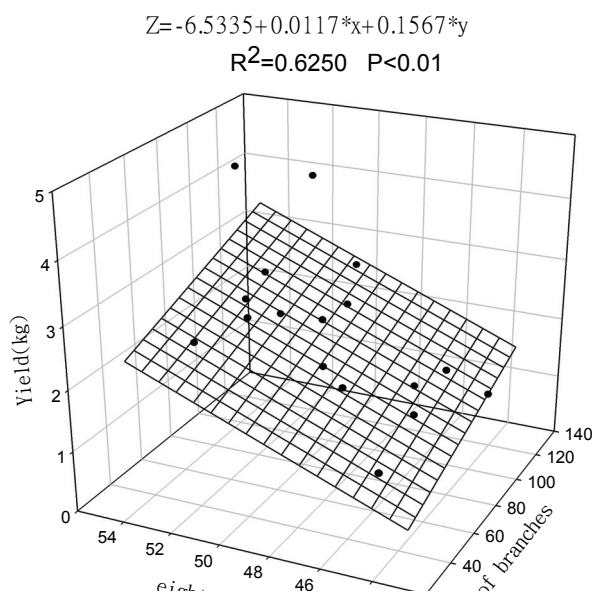
圖四、杭菊莖基部直徑與產量之關係 (註：每點為各小區之平均值。)

Fig. 4. The relationship between diameter of stem base and yield of chrysanthemum
(Note : Each point stands for the average value of each block.)



圖五、杭菊株高與產量之關係 (註：每點為各小區之平均值。)

Fig. 5. The relationship between height and yield of chrysanthemum
(Note : Each point stands for the average value of each block.)



圖六、杭菊株高與分枝數對產量之關係 (註：每點為各小區之平均值。)

Fig. 6. The relationship among height, branch number and yield of chrysanthemum
(Note : Each point stands for the average value of each block.)

表三、白花杭菊每小區產量統計表

Table.3. Yield of white flower chrysanthemum in 3 blocks

小區 (Block)	產 量 (Yield) (kg) ^Z
A	1.69 b ^Y
B	4.18 a
C	1.58 b

Y: Means followed by the same letter are not significantly different at $P < 0.05$ by LSD.

Z: Average yield of each 3.15m^2 blocks.

四、葉綠素含量比較

杭菊定植後 1 個月，利用葉綠素測定儀測量杭菊成熟葉片之葉綠素，結果顯示黃花杭菊葉綠素值為 50，高於白花 47.6 (表四)，雖未達顯著差異，但與大陸學者 (王等，2009) 於蕾期測量成熟葉的葉綠素含量結果是相似，黃菊之葉綠素 a 及 b 值均高於杭白菊，較高的葉綠素含量有利於黃菊對光能的吸收及利用，產生較高的光合作用能力。

表四、三種花色杭菊葉綠素值

Table.4. The chlorophyll value of three color-type chrysanthemums

杭菊花色 (Flower color of chrysanthemum)	葉綠素讀值 (Chlorophyll value)
黃花 (Yellow flower)	50.00 a ^Y
白花 (White flower)	47.60 a
紫花 (Purple flower)	49.17 a

Y: Means followed by the same letter are not significantly different at $P < 0.05$ by LSD.

結 論

臺灣杭菊各品系於田間生育表現並無顯著差異，不論在株高、株寬、莖基部直徑或分枝數及產量上皆大致相同，但試驗結果顯示白花杭菊較其餘兩花色杭菊對環境較敏感，未來若能進一步試驗，瞭解其所需求的栽培條件，則可使其產量有效提升。另三種花色花朵經由統一採收、乾燥後之外觀及沖泡為茶湯後之水色、滋味、香氣、口感上均有不同，甚至內容物可能會不同，因此菊農可參照消費者之需求進行種苗之選擇。

誌 謝

本試驗期間蒙鍾選育先生、賴秀琴女士及池起華小姐協助田間處理及調查工作，陳柏安先生協助統計分析工作，特此誌謝。

參考文獻

1. 王康才、張媛、陳瑄、郭慶海、黃鶯. 2009. 杭白菊與黃菊光合作用特性的比較研究. 南京農業 大學學報 32(2): 151-155。
2. 朱盛祺、許育慈、楊秀珠. 2012. 杭菊病蟲害之發生與管理. 行政院農業委員會動植物防疫檢疫局. 農業藥物毒物試驗所編印。
3. 沈學根、汪濤、郭巧生. 2010. 杭菊不同加工工藝及其對品質影響. 中國現代中醫 12(3): 28-29。
4. 李冬玲. 2010. 不同來源藥用菊花揮發油和總黃酮含量的比較分析. 安徽農業科學 38(7): 3444-3446。
5. 林家玉. 2009. 杭菊抗氧化能力及抗氧化物質之研究. 臺東區農業專訊 12: 5-6。
6. 陳進分. 2012. 臺東地區杭菊栽培與病蟲害管理. 臺東區農業改良場技術專刊特 48 輯 p. 2。
7. 姜寧華、陳素紅. 2007. 杭白菊研究進展. 浙江中醫藥大學學報 21(2): 253-254。
8. 周可今、張力干、張俊霞、馬成澤. 2010. 種植密度和氮磷鉀肥對藥用菊花的產量及光和效率的影響. 土壤 42(4): 579-583。
9. 胡海波、王德群、韓邦興. 2011. 杭菊品種及產地現狀考察. 中華中醫藥雜誌 26(4): 825-827。

10. 唐珊秀、潘玖順、劉雙娣. 2009. 資源縣杭白菊栽培技術. 南方園藝 20(2): 42-43。
11. 陳進分. 2010. 杭菊栽培管理. 農業世界雜誌 325: 10-15。
12. 張訓堯、王仁助. 2010. 銅鑼鄉杭菊產業發展概況. 農業世界雜誌 325: 23-29。
13. 農情報告資源網. 2013 年 1 月 2 日取自 http://agr.afa.gov.tw/afa/afa_frame.jsp.
14. 農產貿易資訊系統. 2013 年 1 月 2 日取自
<http://agrapp.coa.gov.tw/TS2/TS2Jsp/Index.jsp>.
15. 譚才洪. 2009. 杭白菊新品種對比試驗初報. 上海農業科技 3: 95。

The Development Investigation of Chrysanthemum Species in Taiwan

Chiou-Fang Liu

Summary

There are three color-type of chrysanthemums in Taiwan, including yellow, white and purple flower species, and the yellow and white flowers are the main cultivated species. In this investigation show that the height and width of plant, number of branches, stem base diameter and yield did not significantly vary among the chrysanthemums under the same management conditions of cultivation. According to our experimental results, there is a regression relationship between the yield of chrysanthemum flowers and the stem base diameter, and also the plant height and the number of branches. The regression formulas are as follows: $\text{yield} = -2.88 + 0.31 \times (\text{diameter of stem base})$, $\text{yield} = -6.62 + 0.18 \times (\text{height of plant})$, $\text{yield} = -6.53 + 0.01 \times (\text{number of branches}) + 0.16 \times (\text{height of plant})$, and the R^2 value of the yield is 0.5 or more show that flowers was highly correlated with these traits. Therefore, if there are appropriate environmental conditions for promoting the certain growth traits, the chrysanthemum production should be improved.

Key words: Chrysanthemum, Development

烘焙溫度、時間及次數對臺茶十三號包種茶咖啡因及兒茶素類含量之影響¹

范嘉琦² 楊美珠³ 陳右人^{2,3} 陳英玲⁴

李金龍² 吳俊達^{5,*} 阮素芬^{6,**}

摘 要

本文探討不同烘焙方法對臺茶十三號包種茶咖啡因及兒茶素類之影響，變因有烘焙溫度 (80、100、120°C)、時間 (1、3、6、9、12 hr) 以及次數 (1、2、3、4次)。茶葉中的咖啡因含量會隨烘焙溫度的升高而增加，兒茶素類則隨烘焙時間增長而略為增加，之後隨烘焙溫度及次數增加而有減少之趨勢。茶葉品質則會隨溫度的提高及烘焙時間的增長而變劣，茶湯顏色轉呈黃色、深黃色甚至於深黃褐色，茶葉色澤變暗沉焦黑，香氣由清香轉為烘焙味，滋味則帶有焦味及火味。

關鍵字：茶葉烘焙、感官品評、苦味、澀味

前 言

茶葉是由茶樹 (*Camellia sinensis*) 採摘之芽葉所製成，長期以來一直是亞洲國家的傳統飲料，也是全世界最受歡迎的飲品之一。茶之所以廣受歡迎，主要是因為它具有獨特的香氣和滋味，其風味來自於茶葉所含有的獨特化學成分和組合。喝茶對健康有許多益處，茶葉富含兒茶素類，主要有 epigallocatechin gallate (EGCG)、epigallocatechin (EGC)、epicatechin gallate (ECG) 和 epicatechin (EC)，其中又以 EGCG 含量最多，具有很強的抗氧化能力。

1. 本文為第一作者碩士論文之一部分。

2. 國立台灣大學園藝所碩士、教授、兼任教授。台灣 台北市。

3. 行政院農業委員會茶業改良場助理研究員、場長。台灣 桃園縣。

4. 亞太創意學院助理教授。台灣 苗栗縣。

5. 國立台灣大學園藝系助理教授。台灣 台北市。

6. 文化大學園藝暨生物技術系助理教授。台灣 台北市。

*共同通訊作者

**通訊作者

綠茶的兒茶素類含量尤其豐富 (甘, 1980)。兒茶素類主要的醫療保健功效有抗氧化 (Cai et al., 2002; Liu et al., 2000)、抗腫瘤 (Moyers et al., 2004)、抗發炎 (Tedeschi et al., 2002)、抗老化 (Cooper et al., 2005)、具抗生素及抗病毒功能 (Fassina et al., 2002; Stapleton et al., 2004; Yanagawa et al., 2003)。因此, 綠茶的消費量正在迅速增加中, 其中也包括各種不同的綠茶製品, 如飲料, 冰淇淋, 化妝品等。

茶葉同時含有另一個獨特的成份, 即咖啡因, 為構成茶湯滋味之主成分之一, 具有提神醒腦, 利尿等機能 (林, 2005)。雖然, 茶葉之咖啡因常與兒茶素類或其他物質結合成刺激性比較緩和之成分, 但高劑量攝取仍對人體健康有不利影響。此不利的影響包括失眠 (Hindmarch et al., 2000), 引起流產 (Giannelli et al., 2003; Rasch, 2003) 和過敏症 (Bernhisel-Broadbent, 1999)。因此, 特定的消費族群如老人、婦女和兒童等, 飲食中咖啡因的攝取量, 已成為一個令人關注的重要問題。採摘的茶菁, 經過各種茶葉製造過程, 而成為粗製茶或毛茶。毛茶需經過篩分、切細、去茶梗、老葉並篩除細末等精製程序, 最後在裝箱包裝前, 對於質優而香氣足的茶葉而言, 需經過「再乾」, 藉以降低其水分含量至 3~4%, 以防止貯存與運輸期間發生劣變。而對於香氣不足的茶葉而言, 則需加以「焙火」; 焙火除可降低茶葉水分外, 更賦予茶葉宜人的火香, 提高其香味品質 (徐, 1993)。傳統上, 再乾與焙火, 都是以較高之溫度處理茶葉; 再乾之溫度常低於 100℃, 焙火則多數高於 100℃。

茶葉再乾的目的, 在於不改變原有的香味和品質的原則下, 降低其水分含量至 5% 以內, 茶葉才較耐存放, 使其在貯藏期間能保有固有的優良香味品質。而焙火的目的則除了降低茶葉含水量之外, 還要藉溫度來改善茶葉香味品質。火香是來自茶葉中胺基酸和還原醣等在高溫下進行梅納反應 (阮等, 1989), 以及醣類在高溫下焦糖化作用所產生的焙火香。焙火除產生火香外, 茶葉化學成分在高熱下進行氧化縮合作用, 使澀味降低, 但也相對地降低茶湯的活性, 並使水色轉為紅褐色, 因此茶葉烘焙的溫度與時間, 應依茶葉品質及市場需求加以調整。焙茶之溫度以 120℃ 為上限, 超過 150℃, 茶葉極易碳化焦化, 並帶有強烈火味, 水色呈暗紅色, 滋味淡薄而帶酸。其中, 咖啡因具有獨特的昇華特性, 昇華即是固態物質隨著溫度的上升, 不經由液態, 直接變成氣態物質的物理現象。而昇華是將揮發性物質自非揮發性物質中分離出來的最有效方法之一。純咖啡因為白色針狀結晶, 含結晶水的咖啡因在 100℃ 時, 即失去結晶水並開始昇華, 120℃ 時昇華顯著, 178℃ 以上昇華加快, 無水咖啡因的熔點為 238℃ (芮, 2000)。台灣產製之包種茶, 在烘焙過程中, 即會有大量咖啡因結晶, 在烘焙室內形成。因此, 有必要針對烘焙溫度與時間, 對茶葉兒茶素與咖啡因含量以及茶葉品質之影響做探討。

材料與方法

將產自於南投縣名間鄉之臺茶十三號之機採球型包種茶茶葉置於具熱風循環的烘箱中加熱, 加熱溫度分別為 80、100 及 120℃; 加熱時間分別為 1、3、6、9、12 小時; 烘焙次數則分別為 1、2、3、4 次。總計 3 個溫度處理, 5 個烘焙時間, 4 個烘焙次數, 總計 $3 \times 5 \times 4 = 60$ 個處理, 每處理 3 重複, 共 180 個樣品。每樣品 300 公克共計 54 公斤。

茶樣烘焙完成後, 取樣以 105℃ 烘至恆重, 作為乾重; 其餘樣品以感官品評評定

香氣與滋味，同時取樣分析其中之兒茶素類與咖啡因含量。

感官品評比照現行茶葉品質官能鑑定沖泡與評審，秤取茶樣 3 公克放入審茶杯中，加入 100℃ 沸水 150 ml 沖泡，靜置 5 分鐘後，濾出茶湯，進行水色、香氣、滋味之評分，並以未烘焙茶葉做為對照。

化學分析用茶湯萃取，將茶樣以磨粉機磨粉後，取 1 g 以 100 ml 之去離子沸水沖泡，並在沸水下迴流 30 分鐘後，過濾，定量至 100 ml 置於樣品瓶內以 -20℃ 儲藏備用。取 2 ml 之茶湯以 0.45 μm 之針筒濾膜過濾後，作為 HPLC 分析之用。

兒茶素類和咖啡因之 HPLC 分析條件如下：

1. Injection volume : 20 μL
2. Column : Water Symmetry C18, 5 μm , 4.6 mm i.d. $\times$ 250 mm
3. Mobile phase :
 - (1) Solvent A : 磷酸水溶液 (0.1 % H_3PO_4 + 0.1 % acetonitrile + 5 % dimethylformamide)
 - (2) Solvent B : acetonitrile
 - (3) Gradient : 100% A 與 0 % B 5 min, 然後依序為 90 % A 與 10 % B 10 min, 85 % A 與 15 % B 10 min, 80 % A 與 20 % B 5 min 循線性梯度模式 (linear gradient model) 進行。
 - (4) Flow rate : 1 mL/min
4. Detector : 280 nm

試驗中重複測定所得之數據，以平均值及標準偏差表示。本研究採複因子試驗設計。各實驗值之差異性分析，由 CosTat 及 SAS (Statistical Analysis System) 電腦程式套裝軟體進行變方分析。並以最小顯著差異法 (Least significance difference test) 比較各處理間的差異顯著性。

結果與討論

(一) 烘焙溫度、時間與次數對茶葉品質的影響

球型臺茶十三號包種茶以不同溫度 (80、100、120℃) 與不同時間 (1、3、6、9、12 小時) 與次數 (1、2、3、4 次) 處理後，茶葉色澤於 80℃ 烘焙 12 小時內，以及 100℃ 烘焙 1 小時內變化不大，仍具有茶葉翠綠的色澤，但烘焙 3 小時以上，茶葉即變為黃褐及黑褐色。溫度 120℃ 烘焙 1-3 小時，茶葉色澤呈黑褐色，已有輕微碳化現象，烘焙 6 小時以上，茶葉碳化現象加深，茶葉色澤焦黑。隨著烘焙溫度以及時間的增加，色澤由翠綠轉黃褐，會失去原茶樣的光澤而轉為類似陳茶的色澤。阮等 (1989) 指出包種茶色澤在烘焙溫度高達 120℃ 以上時，其色澤即易在烘焙時劣變，轉為黃褐、紅褐甚至黑褐色。

茶湯水色變化與茶葉色澤相似，在第一次烘焙後，烘焙溫度 80℃，對水色影響較小，溫度 100℃ 烘焙 6 小時以上，茶湯水色即開始變黃，失去包種茶原來應具的蜜綠水色。溫度 120℃ 烘焙後，水色多變為深黃色以及黃褐色。在高溫經長時間且多次烘焙後，茶湯顏色明顯改變，由原來之明亮轉為暗沉，也由蜜綠變為暗黃。此結果與阮等 (1989) 之結果相近。而陳等 (1996) 研究焙火條件對烏龍茶品質之影響，顯示茶湯在經過高溫短時間加熱後，水色之 L 值 (明亮度) 明顯下降，a 值 (紅色度) 和 b 值 (黃

色度) 則顯著增加, 外觀顏色變暗變紅。

第一次烘焙後之感官品評, 比較其香氣與滋味, 結果如表一。本試驗所使用的茶菁品種為臺茶十三號 (翠玉), 是道地的台灣茶, 所謂「入口回甘、清香撲鼻」就是翠玉茶的典型特徵, 喉韻特佳更帶有淡淡的天然花香。製造包種茶品質, 滋味具有甘醇濃厚及沉香撲鼻的特色。但經 80°C 烘焙 1 小時後, 香氣即轉淡, 3 小時後幾無翠玉之香氣。隨著烘焙溫度及時間增加, 香氣漸淡並逸失, 取而代之的是烘焙味、火味甚至是焦味, 其中以 100°C 烘焙者, 初期 (烘焙 1-9 小時), 會增加其澀味, 到 12 小時時, 澀味反而消失。第二次烘焙起增加水色感官品評 (表二), 可以看出烘焙導致水色變劣, 香氣除 80°C、烘焙 1 小時者之外, 明顯降低, 滋味亦同; 同時, 在 100°C 烘焙下, 1 與 3 小時處理者會帶有澀味。而隨烘焙次數增加, 茶葉香氣也越來越淡 (表三、四)。然而 80°C 長時間烘焙者, 在第三次烘焙後, 滋味較澀, 第四次烘焙後僅烘焙 9 小時者, 仍帶有澀味。烘焙溫度 100°C, 隨烘焙時間增加, 滋味由苦澀轉為不澀, 口感也變得較為溫和。但溫度 120°C 經長時間烘焙後, 茶湯滋味帶火焦味, 烘焙時間愈長, 焦味愈重, 品質明顯下降。

(二) 烘焙對包種茶中咖啡因含量的影響

第一次烘焙後, 臺茶十三號茶葉樣品之咖啡因含量在 2-2.6 % 之間, 咖啡因含量隨烘焙溫度升高有增加的趨勢, 其中以 120°C 烘焙 6 小時以上者, 咖啡因含量會超過 2.5 %, 而以 80°C 烘焙者, 咖啡因含量較低, 其中, 尤以烘焙 9 小時者最低, 部份樣品低於 2 %, 其結果如圖一所示。第二次烘焙, 以 100°C 烘焙 3 及 6 小時後, 咖啡因含量顯著較高, 而以 120°C 烘焙 6 小時, 咖啡因減少量較多, 已降至 2 % 左右, 如圖二所示。因茶葉中的咖啡因會於 107°C 開始昇華, 在 120°C 時會大量昇華, 而茶葉於高溫下受熱導致了茶葉炭化, 咖啡因大量昇華 (鍾, 1989)。而第三及第四次烘焙, 茶葉中咖啡因反而增加, 如圖三和圖四所示, 多數接近 2.5 % 之水準, 其中尤以 80°C 烘焙者最明顯, 可能是因為茶葉烘焙後, 使組織內的咖啡因逸出至茶葉表面, 而較易被熱水萃出。此推論可解釋茶葉愈焙愈苦的原因之一, 為茶葉在高溫烘焙後, 較易被萃出, 而使茶湯滋味變苦 (張, 1994)。包種茶咖啡因含量隨烘焙時間以及次數之增加而增加, 如圖五、六、七所示。其中, 80°C 烘焙者, 除了烘焙三小時者之外, 其餘四個烘焙時間之樣品中, 咖啡因之含量, 會隨烘焙次數增加而提高, 尤其是第四次烘焙後之樣品, 甚多與第一次烘焙者間之差異, 會達到顯著之水準。在 100°C 及 120°C 烘焙下, 除 100°C 烘焙三小時者之外, 大多以第二次烘焙後之樣品含量最低, 隨後會升高。推測咖啡因增加的原因為茶葉在烘焙之後, 使內部組織之咖啡因易於溶出 (張, 1994), 或是咖啡因與其他多元酚類結合產生的複合物 Caffeine-Tannate (甘, 1980), 因加熱而使其破裂, 使咖啡因分離出來。

(三) 烘焙對包種茶中兒茶素類含量的影響

多元酚類與咖啡因是包種茶相當重要的成分, 多元酚類與咖啡因含量的高低及其組成比例會影響茶湯的外觀色澤、香氣及滋味。包種茶所含之多元酚類主要由 GC、EGC、C、EC、EGCG、GCG、ECG、CG 等兒茶素類化合物, 以及酚酸如沒食子酸 (gallic acid) 等成分所組成。由表五至表八之結果顯示, 臺茶十三號之原料茶游離型兒茶素含量高於酯型兒茶素, 前者以 EGC 為主, 總量達 38.61mg/g, 而酯型兒茶素以 EGCG

為主，總含量為 25.3mg/g。表五為第一次烘焙之結果，烘焙後，所有處理之兒茶素含量均增加，其中以 80℃ 烘焙者，游離型兒茶素含量有隨烘焙時間加長而提高之趨勢，100℃ 烘焙者，則以烘焙 6 小時者最高，而 120℃ 者，則隨烘焙時間之增加，而游離型兒茶素之增加量有所下降。三種溫度比較時，120℃ 烘焙者，增加量顯著較高。酯型兒茶素在茶葉烘焙後，含量同樣上升。不過三個溫度均以烘焙時間最短者及最長者之增加量最少，而中央三個烘焙時間之增加量較大。

多元酚類含量增加的原因與咖啡因類似，咖啡因與其他多元酚類結合產生的複合物，受熱影響破裂，使多元酚分離出來 (陳等，1996)。而烘焙溫度大於 120℃ 時，兒茶素類的含量則隨烘焙溫度升高及時間、次數增加而降低。且隨焙火時間的增加，兒茶素類化合物在加熱時，可能進行非酵素性氧化反應而聚合成大分子，或進行差向異構作用 (epimerization)，導致其含量改變 (甘，1981)。

表六為第二次烘焙之結果，在 80℃ 烘焙處理下，烘焙時間長短對游離型兒茶素含量之趨勢影響不大，但對烘焙時間短與較長之處理而言，酯型兒茶素含量會增加；但在相同烘焙時間下，大多數含量降低，而游離型兒茶素則除烘焙 3 小時者之外，多數明顯增加；而以 120℃ 烘焙者，游離型兒茶素含量，除烘焙 1 小時者之外，均明顯下降，甚至降至對照組以下，而酯型兒茶素含量雖亦明顯減少，但仍較對照高。

表七為烘焙三次者之兒茶素含量，以 80℃ 處理者，游離型兒茶素含量持續增加，且五個烘焙時間之間差異甚小，在 45 mg/g 至 47 mg/g 之間，酯型兒茶素含量也在持續增加中，同時烘焙時間之間的差異也縮小。以 100℃ 烘焙者，無論游離型或酯型兒茶素含量均會增加，其中游離型兒茶素大多超過 50 mg/g 水準，而酯型兒茶素含量則大多超過 30 mg/g 之水準。以 120℃ 烘焙者，除烘焙 12 小時之外，無論游離型或酯型兒茶素之含量，均開始增加，游離型兒茶素含量均高於 40 mg/g，而酯型兒茶素含量則介於 27-31 mg/g 之間，三種溫度間，以 100℃ 處理者量最高，80℃ 處理者次之，而 120℃ 處者最低，但絕大多數高於對照。

表八為第四次烘焙之結果。80℃ 處理者，茶葉中游離型兒茶素之含量持續增加，除烘焙 3 小時者之外，其餘樣品之含量均已超過 46 mg/g 之水準，其中烘焙 1 小時四次及 12 小時四次者，已分別或超過 50 mg/g 之水準；而酯型兒茶素類含量亦持續提高，均已超過 28 mg/g 之水準。100℃ 烘焙處理者，酯型兒茶素含量變動不大，但游離型兒茶素含量明顯下降，甚至低於 80℃ 烘焙者。在 120℃ 處理組內，短時間烘焙者 (1 與 3 小時) 及烘焙 12 小時者，無論游離型或酯型兒茶素含量，均明顯增加，其餘兩處理之變動不大。

結 論

茶葉經烘焙後，其水色、香氣、滋味的改變與茶葉中化學成分的變化有密切關係。優質茶葉為保持其原有的優良香氣與滋味，宜使用 80℃ 以下的溫度短時間烘焙 (再乾)，使茶葉含水率降至 5% 以下，以確保貯藏期間品質。至於次級茶葉因香氣不足，其烘焙溫度可提高至 100-120℃，使茶葉具有焙火香，而改善其香味品質，而烘焙時間可依消費者喜愛的火候調整之 (阮等，1989)。烘焙溫度過高，則隨溫度的提高及烘焙時間的加長，茶葉品質劇變，水色暗黃深沉，茶湯滋味火焦味重。

茶葉在精製過程中，需經過高溫烘焙，因加熱導致茶葉組織內部或咖啡因與多酚

類所形成的複合物中的咖啡因釋出，故咖啡因的含量會隨烘焙時間的增加而提升；此外，在茶葉沖泡過程中，水的溫度愈高、浸泡的時間愈長則咖啡因溶出的比例也越高(林，2005)。如將表五至八及圖一至七之結果，與感官品評之結果相較，由品評之評語中，可看出部分樣品帶有苦澀味，應當是由於烘焙過程中，兒茶素類與咖啡因增加所致；其中，尤其以第三次烘焙後之 100℃ 的樣品最為顯著。

而由表五至八及圖一至七中可看出，茶葉經烘焙後，咖啡因與兒茶素之含量變動極大。烘焙前，咖啡因之含量為 22.3 mg/g，第一次烘焙後，有 80℃ 烘焙 1 小時、3 小時、9 小時，100℃ 烘焙 9 小時，四組之平均值低於對照，其餘處理會高於對照。而兒茶素類之含量均高於對照。第二次烘焙後，80℃ 短時間烘焙之三個處理與 120℃ 之五個處理，咖啡因含量低於對照。但第三次烘焙以後，即很少有樣品的咖啡因含量會低於對照。在兒茶素含量上，甚少樣品之兒茶素含量會低於對照。而在實務上，茶商之商業烘焙，常在烘焙室內牆上獲得大量咖啡因，顯示咖啡因在烘焙過程中，具有相當明顯昇華並結晶於烘箱外之現象，由此顯示，本試驗如預期會有一部分咖啡因會昇華逸出，但逸出量顯然要較茶葉本身內咖啡因衍生物(甘，1980；陳等，1996)因烘焙而分解產生之游離咖啡因量多。其中，或許有相當多是咖啡因與兒茶素之複合物，因而造成無論咖啡因或兒茶素均會增加之結果。

除香氣滋味之外，由於烘焙後，咖啡因與兒茶素類含量之變動，造成茶湯之苦澀味改變。因此，如能善用此一特色，可提高茶湯之滋味，但如未能妥善處理，則會提高茶湯之苦澀味，反而使品質更明顯降低。比照茶業界描述傳統茶師之行話，所謂「看茶製茶」與「看茶焙茶」，其實應當是長期經驗累積之結果。

參考文獻

1. 甘子能. 1980. 茶中的咖啡因. 食品工業 12 (7): 19-23。
2. 甘子能. 1981. 茶中的多元酚類成分. 食品工業 13 (1): 10-18。
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. 臺灣茶業研究彙報 8: 71-82。
4. 林玫欣. 2005. 咖啡因有害嗎. 科學新天地 11: 61-62。
5. 芮耀誠. 2000. 現代藥物學. 人民軍醫出版社. p.476. 北京。
6. 徐英祥. 1993. 包種茶再乾與焙火. 茶業專訊 3: 3-5。
7. 陳清泉、尤新輝、孫智斌、程竹青. 1996. 焙火條件對烏龍茶茶湯品質之影響. 食品科學 23 (2): 308-319。
8. 張如華. 1994. 茶葉之加熱處理-焙火. 食品工業 26 (1): 43-51。
9. 鍾夢. 1989. 茶葉品質理化分析. 科技出版社. pp.235-236。
10. Bernhisel-Broadbent, J. 1999. Diagnosis and management of food hypersensitivity. Immunology and Allergy Clinics of North America 19: 463.
11. Cai, Y. J., Ma, L. P., Hou, L. F., Zhou, B., Yang, L. and Liu, Z. L. 2002. Antioxidant effects of green tea polyphenols on free radical initiated peroxidation of rat liver microsomes. Chemistry and Physics of Lipids 120: 109-117.
12. Cooper, R., Morre, D. J. and Morre, D. M. 2005. Medicinal benefits of green tea: Part I. Review of noncancer health benefits. Journal of Alternative and Complementary

- Medicine 11: 521-528.
13. Fassina, G., Buffa, A., Benelli, R., Varnier, O. E., Noonan, D. M. and Albini, A. 2002. Polyphenolic antioxidant (–)-epigallocatechin-3-gallate from green tea as a candidate anti-HIV agent. *Acquired Immunodeficiency Syndrome* 16: 939–941.
 14. Giannelli, M., Doyle, P., Roman, E., Pelerin, M. and Hermon, C. 2003. The effect of caffeine consumption and nausea on the risk of miscarriage. *Paediatric and Perinatal Epidemiology* 17: 316-323.
 15. Hindmarch, I., Rigney, U., Stanley, N., Quinlan, P., Rycroft, J. and Lane, J. 2000. A naturalistic investigation of the effects of day-long consumption of tea, coffee and water on alertness, sleep onset and sleep quality. *Psychopharmacology* 149: 203-216.
 16. Liu, Z. Q., Ma, L. P., Zhou, B., Yang, L. and Liu, Z. L. 2000. Antioxidative effects of green tea polyphenols on free radical initiated and photosensitized peroxidation of human low density lipoprotein. *Chemistry and Physics of Lipids* 106: 53-63.
 17. Moyers, S. B. and Kumar, N. B. 2004. Green tea polyphenols and cancer chemoprevention: Multiple mechanisms and endpoints for phase II trials. *Nutrition Reviews* 62: 204-211.
 18. Rasch, V. 2003. Cigarette, alcohol, and caffeine consumption: risk factors for spontaneous abortion. *Acta Obstetrica Et Gynecologica Scandinavica* 82: 182-188.
 19. Stapleton, P. D., Shah, S. Anderson, J. C., Hara, Y. Hamilton-Miller, J. M. T. and Taylor, P. W. 2004. Modulation of [beta]-lactam resistance in *Staphylococcus aureus* by catechins and gallates. *International Journal of Antimicrobial Agents* 23: 462-467.
 20. Tedeschi, E., Suzuki, H. and Menegazzi, M. 2002. Anti-inflammatory action of EGCG, the main component of green tea, through STAT-1 inhibition, pp. 435-437. In: M. Diederich (ed.). *Cell Signaling, Transcription, and Translation as Therapeutic Targets*.
 21. Yanagawa, Y., Yamamoto, Y., Hara, Y. and Shimamura, T. 2003. A combination effect of epigallocatechin gallate, a major compound of green tea catechins, with antibiotics on *Helicobacter pylori* growth in vitro. *Current Microbiology* 47: 244-249.

Effects of Roasting Temperature, Duration and Times on Catechins and Caffeine Content of 'TTES No. 13' Paochung Tea¹

Chia-Chi Fan² Meei-Ju Yang³ Iou-Zen Chen^{2,3} Ying-Ling Chen⁴
Chin-Lung Lee² Chun-Ta Wu^{5,*} Su-Feng Ruan^{6,**}

Summary

Roasting methods profoundly influence the chemical composition of Paochung tea. In this study, Paochung tea were produced from TTES No.13. The processing parameters under investigation included temperature (80°C, 100°C, 120°C), duration (1, 3, 6, 9, 12 hr) and the number of times. Summer tea of 2008 was used and first roasting was done in autumn of 2008. Second and third roasting were done in 2009. The last roasting was in 2010. After roasting, caffeine and catechins were analyzed by HPLC. Caffeine content increased after roasting. Catechins content of tea increased slightly and then decreased with increasing of roasting temperature and times. Tea quality were getting lower after roasting temperature, duration and times increased, tea liquor colors were turned to yellow or deep yellow, tea appearance turned to dark with roasted flavors and taste.

Key words: Tea roasting, Sensory Evaluation, Bitterness, Astringency

1. This paper is one part of the research of first author's MS thesis.

2. Ms, Professor and Adjunct Professor, Department of Horticulture, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, ROC.

3. Assistant Biochemist Scientist and Director of Tea Research and Extension Station of COA, respectively, Yang-Mei, Taoyuan, Taiwan, ROC.

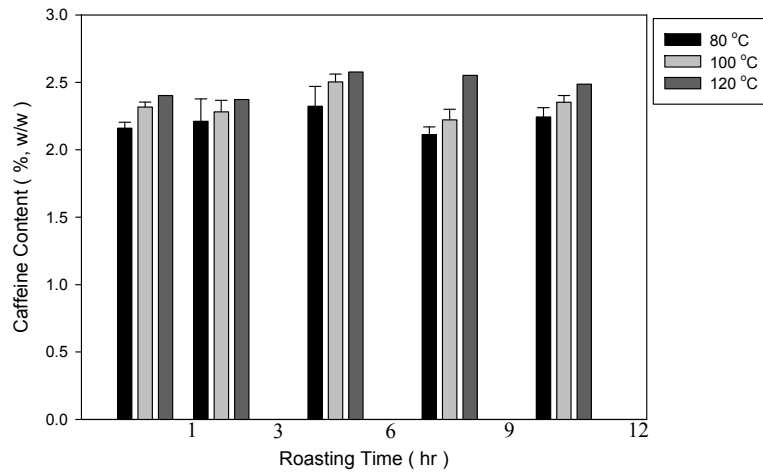
4. Assistant Professor, Department of Health Nutrition and Biotechnology, Asia-Pacific Institute of Creativity, Toufen, Miaoli 351, Taiwan, ROC.

5. Assistant Professor, Department of Horticulture, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, ROC.

6. Assistant Professor, Department of Horticulture and Biotechnology, Chinese Culture University, Taipei, Taiwan, ROC.

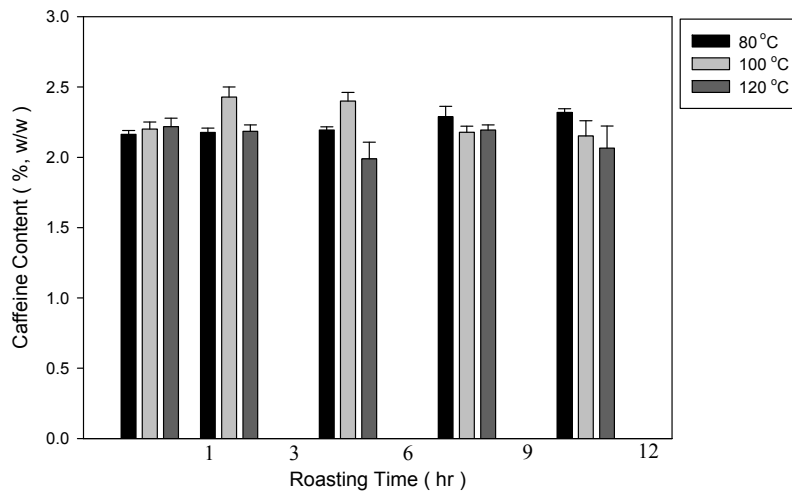
* Co-corresponding author.

** Corresponding author.



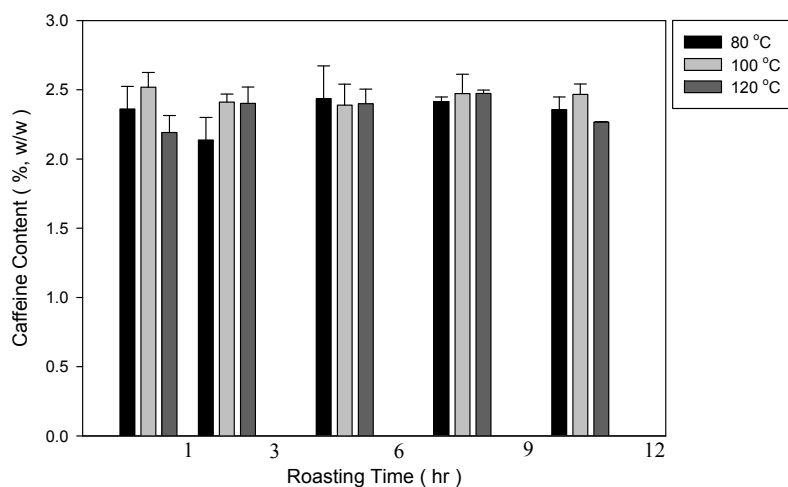
圖一、烘焙溫度及時間，對臺茶十三號包種茶咖啡因含量的影響 (第一次烘焙)

Fig. 1. Caffeine content of TTES No. 13 Paochung tea after roasting at different temperature for different duration (The first roasting)

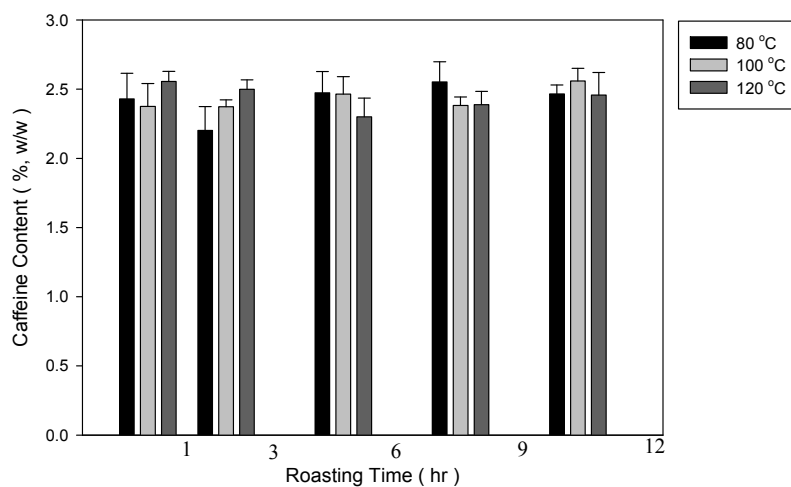


圖二、烘焙溫度及時間，對臺茶十三號包種茶咖啡因含量的影響 (第二次烘焙)

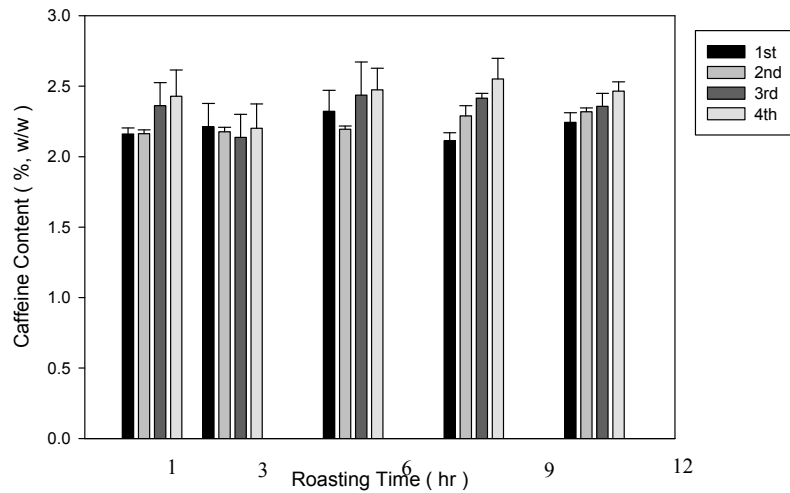
Fig. 2. Caffeine content of TTES No. 13 Paochung tea after roasting at different temperature for different duration (The second roasting)



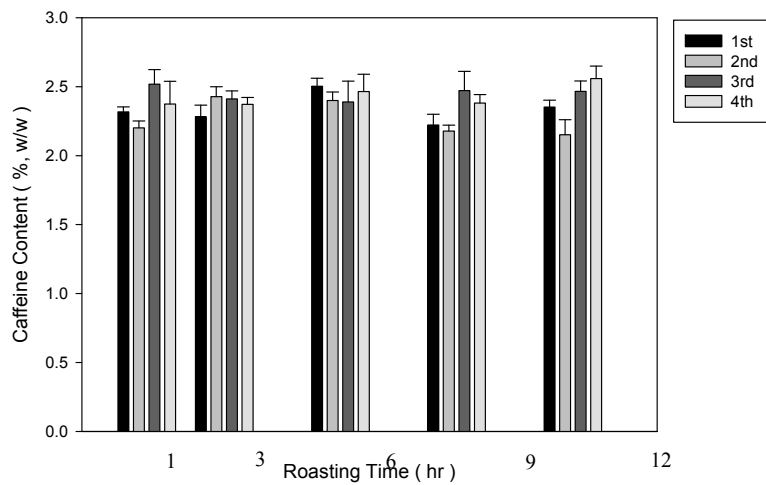
圖三、烘焙溫度及時間，對臺茶十三號包種茶咖啡因含量的影響((第三次烘焙)
Fig. 3. Caffeine contents of TTES No. 13 Paochung tea after roasting at different temperature for different duration (The third roasting)



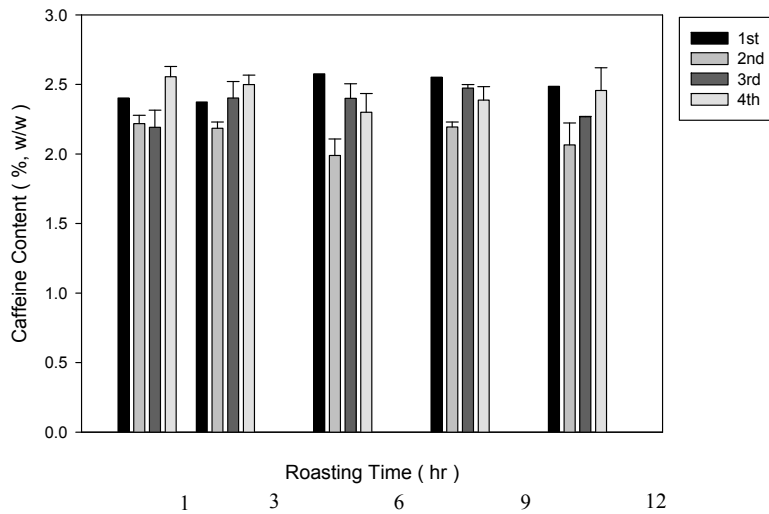
圖四、烘焙溫度及時間，對臺茶十三號包種茶咖啡因含量的影響((第四次烘焙)
Fig. 4. Caffeine contents of TTES No. 13 Paochung tea after roasting at different temperature for different duration (The fourth roasting)



圖五 溫度 80°C，烘焙時間及次數對臺茶十三號包種茶咖啡因含量的影響
Fig. 5. Caffeine content of TTES No. 13 Paochung tea after roasting at 80°C for different periods of time and roasting times



圖六、溫度 100°C，烘焙時間及次數對臺茶十三號包種茶咖啡因含量的影響
Fig. 6. Caffeine content of TTES No. 13 Paochung tea after roasting at 100°C for different periods of time and roasting times



圖七、溫度 120°C，烘焙時間及次數，對臺茶十三號包種茶咖啡因含量的影響
 Fig. 7. Caffeine content of TTES No. 13 Paochung tea after roasting at 120°C for different periods of time and roasting times

表一、臺茶十三號包種茶以不同溫度及時間烘焙對成茶品質之影響（第一次焙後評審）

Table 1. The sensory evaluation scores of TTES No. 13 Paochung tea roasted at various temperature and time (The first roasting)

處理 Treatment	水色 Color of Liquor	香氣 Aroma	滋味 Taste	總分 Total	備註 Comment
Unroasted (CK)	-	24	22	46	香
80°C, 1 hr	-	23	22	45	典型翠玉香氣
80°C, 3 hr	-	21	22	43	烘焙味產生
80°C, 6 hr	-	20	21	41	幾無翠玉香氣
80°C, 9 hr	-	20	21	41	烘焙味
80°C, 12 hr	-	20	21	41	烘焙味
100°C, 1 hr	-	21	19	40	香氣淡、澀味、味淡
100°C, 3 hr	-	20	19	39	無翠玉香氣、澀味
100°C, 6 hr	-	20	20	40	烘焙味、澀味、水黃
100°C, 9 hr	-	19	19	38	烘焙味、略澀、水黃
100°C, 12 hr	-	20	22	42	口感佳、溫和無澀味
120°C, 1 hr	-	19	20	39	淡而無味、澀味、水色暗黃
120°C, 3 hr	-	21	21	42	烘焙香、水色金黃、較不澀
120°C, 6 hr	-	20	20	40	烘焙香、焦味
120°C, 9 hr	-	19	19	38	焦味、水色深黃
120°C, 12 hr	-	18	18	36	焦味重、水色深黃

註：第一次烘焙後之感官品評僅針對香氣、滋味評分，水色未評分。

表二、臺茶十三號包種茶以不同溫度及時間烘焙對成茶品質之影響 (第二次焙後評審)

Table 2. The sensory evaluation scores of TTES No. 13 Paochung tea roasted at various temperature and time (The second roasting)

處理 Treatment	水色 Color of Liquor	香氣 Aroma	滋味 Taste	總分 Total	備註 Comment
Unroasted (CK)	17.0	25.0	24.0	66.0	香
80°C, 1 hr	14.1	25.0	23.9	63.0	香氣淡
80°C, 3 hr	14.9	23.7	24.4	63.0	幾無翠玉香氣
80°C, 6 hr	15.1	24.3	24.3	63.7	淡香，具淡烘焙味
80°C, 9 hr	15.3	22.8	23.9	62.0	香氣更淡
80°C, 12 hr	15.7	23.6	24.3	63.6	具淡烘焙味
100°C, 1 hr	15.6	22.6	24.4	62.6	帶火味，澀味
100°C, 3 hr	15.3	22	23.3	60.6	無翠玉香氣，澀味
100°C, 6 hr	14.3	21.3	22.3	57.9	焙火味
100°C, 9 hr	15.2	21.9	22.7	59.8	火味
100°C, 12 hr	13.9	21.4	22.2	57.5	烘焙味
120°C, 1 hr	15.5	22.4	23.3	61.2	火味，烘焙香
120°C, 3 hr	14.5	21.8	22.7	59.0	火味，烘焙香
120°C, 6 hr	14.1	21.2	22.8	58.1	焦味
120°C, 9 hr	13.5	20.9	22.7	57.1	焦味
120°C, 12 hr	13.4	20.5	22.4	56.3	淡焦味

註：以上分數為茶葉取樣進行三重複評分之平均值。

表三、臺茶十三號包種茶以不同溫度及時間烘焙對成茶品質之影響 (第三次焙後評審)

Table 3. The sensory evaluation scores of TTES No. 13 Paochung tea roasted at various temperature and time (The third roasting)

處理 Treatment	水色 Color of Liquor	香氣 Aroma	滋味 Taste	總分 Total	備註 Comment
Unroasted (CK)	17.0	25.0	24.0	66.0	香
80°C, 1 hr	16.0	24.4	24.9	65.3	香氣漸淡
80°C, 3 hr	16.0	25.3	24.9	66.2	香氣淡
80°C, 6 hr	15.4	23.6	24.3	63.3	香氣淡，澀味
80°C, 9 hr	15.8	23.1	23.7	62.6	略有苦澀
80°C, 12 hr	16.3	23.4	24.4	64.1	略有苦澀、火味很淡
100°C, 1 hr	16.4	24.0	24.4	64.8	略有苦澀及淡淡火味
100°C, 3 hr	15.3	22.9	24.4	62.6	帶火味
100°C, 6 hr	14.1	21.5	22.1	57.7	火味
100°C, 9 hr	14.2	21.3	22.7	58.2	火味
100°C, 12 hr	14.5	21.8	23.2	59.5	火味重
120°C, 1 hr	15.3	22.0	23.0	60.3	火味
120°C, 3 hr	14.9	21.3	22.0	58.2	火味
120°C, 6 hr	14.0	20.2	22.1	56.3	火味重
120°C, 9 hr	13.3	19.6	21.3	54.2	焦味
120°C, 12 hr	13.1	19.4	20.6	53.1	焦味

註：以上分數為茶葉取樣進行三重複評分之平均值。

表四、臺茶十三號包種茶以不同溫度及時間烘焙對成茶品質之影響(第四次焙後評審)

Table 4. The sensory evaluation scores of TTES No. 13 Paochung tea roasted at various temperature and time (The fourth roasting)

處理 Treatment	水色 Color of Liquor	香氣 Aroma	滋味 Taste	總分 Total	備註 Comment
Unroasted (CK)	17.0	25.0	24.0	66.0	香
80°C, 1 hr	15.3	23.6	23.2	62.1	淡香
80°C, 3 hr	14.3	23.5	23.7	61.5	淡香
80°C, 6 hr	14.8	23.4	23.0	61.2	淡香
80°C, 9 hr	15.1	22.7	23.1	60.9	淡香，略澀
80°C, 12 hr	13.8	22.5	23.1	59.4	淡香
100°C, 1 hr	15.0	22.5	22.7	60.2	幾無香氣
100°C, 3 hr	14.3	21.9	22.3	58.5	火味
100°C, 6 hr	13.2	20.8	20.8	54.8	淡烘焙味
100°C, 9 hr	14.3	21.1	21.9	57.3	淡烘焙味
100°C, 12 hr	14.2	21.3	21.6	57.1	輕烘焙味
120°C, 1 hr	15.1	21.6	21.9	58.6	輕烘焙味
120°C, 3 hr	14.5	20.8	21.7	57.0	烘焙味
120°C, 6 hr	13.9	20.0	21.1	55.0	焦味
120°C, 9 hr	12.8	19.6	20.8	53.2	炭味
120°C, 12 hr	12.4	19.2	20.6	52.2	炭味

註：以上分數為茶葉取樣進行三重複評分之平均值。

表五、臺茶十三號包種茶經第一次烘焙後，其茶葉中咖啡因及兒茶素類之含量變化

Table 5. The changes of caffeine and catechins in TTES No.13 Paochung tea after the first roasting (Unit: mg/g)

Treatment	Caffeine	GC	EGC	C	EC	EGCG	GCG	ECG	CG	Total C	Total G
Unroasted (CK)	22.33	0.014	31.52	0.03	7.03	17.60	0.05	2.48	5.16	38.61	25.30
80°C- 1 hr	21.60	0.017	32.47	0.04	7.49	17.76	0.08	2.71	5.63	40.02	26.20
80°C- 3 hr	22.11	0.016	33.58	0.03	7.42	21.50	0.10	2.66	6.35	41.06	30.62
80°C- 6 hr	23.22	0.016	36.10	0.03	7.42	21.72	0.09	2.61	6.11	43.59	30.54
80°C- 9 hr	21.12	0.014	33.26	0.03	7.18	18.15	0.05	2.58	5.35	40.50	26.15
80°C- 12 hr	22.43	0.015	36.58	0.04	7.76	18.04	0.05	2.78	5.52	44.40	26.40
100°C- 1 hr	23.16	0.017	33.26	0.04	7.15	20.34	0.09	2.58	6.04	40.48	29.07
100°C- 3 hr	22.81	0.017	32.94	0.04	7.03	19.94	0.09	2.90	5.94	40.04	28.89
100°C- 6 hr	25.02	0.016	35.00	0.04	7.27	23.21	0.09	2.83	6.99	42.33	33.14
100°C- 9 hr	22.22	0.017	35.16	0.03	5.41	24.28	0.10	2.58	6.09	40.63	33.07
100°C- 12 hr	23.52	0.019	34.05	0.04	7.24	20.58	0.10	2.70	6.14	41.36	29.54
120°C- 1 hr	24.02	0.011	43.69	0.04	7.58	22.23	0.05	2.58	5.72	51.33	30.59
120°C- 3 hr	23.72	0.011	43.53	0.04	7.45	25.39	0.05	2.66	5.58	51.05	33.70
120°C- 6 hr	25.76	0.012	42.27	0.04	7.45	24.20	0.05	2.55	5.38	49.78	32.20
120°C- 9 hr	25.51	0.013	41.32	0.04	7.33	25.39	0.05	2.76	5.11	48.71	33.33
120°C- 12 hr	24.86	0.013	37.05	0.04	7.09	21.81	0.05	2.58	5.50	44.20	29.96
LSD _{α=0.05}	1.52	0.001	2.78	0.003	1.61	4.05	0.02	0.30	1.31	3.73	5.20

表六、臺茶十三號包種茶經第二次烘焙後，其茶葉中咖啡因及兒茶素類之含量變化

Table 6. The changes of caffeine and catechins in TTES No.13 Paochung tea after the second roasting (Unit: mg/g)

Treatment	Caffeine	GC	EGC	C	EC	EGCG	GCG	ECG	CG	Total C	Total G
Unroasted (CK)	22.33	0.014	31.52	0.03	7.03	17.60	0.05	2.48	5.16	38.61	25.30
80°C - 1 hr	21.62	0.017	33.26	0.04	7.70	19.09	0.10	2.70	5.67	41.02	27.57
80°C - 3 hr	21.76	0.016	30.89	0.03	7.33	19.89	0.10	2.51	5.82	38.28	28.33
80°C - 6 hr	21.94	0.016	34.37	0.03	7.61	18.15	0.08	2.60	5.19	42.03	26.03
80°C - 9 hr	22.88	0.015	33.58	0.03	7.33	20.04	0.08	2.65	5.89	40.97	28.68
80°C - 12 hr	23.18	0.015	36.58	0.03	7.33	21.44	0.09	2.65	5.97	43.97	30.16
100°C - 1 hr	22.01	0.017	37.37	0.04	8.37	18.73	0.08	2.68	5.63	45.80	27.14
100°C - 3 hr	24.28	0.017	33.89	0.04	7.42	20.62	0.09	2.60	6.01	41.38	29.33
100°C - 6 hr	24.00	0.022	41.32	0.03	6.42	23.33	0.09	2.85	5.60	47.80	31.88
100°C - 9 hr	21.77	0.015	35.95	0.03	6.78	18.04	0.05	2.63	5.24	42.79	25.98
100°C - 12 hr	21.51	0.016	34.05	0.03	5.99	22.13	0.09	2.58	6.08	40.10	30.89
120°C - 1 hr	22.17	0.018	35.95	0.03	7.12	19.39	0.06	2.56	5.65	43.13	27.68
120°C - 3 hr	21.85	0.017	31.21	0.03	6.57	18.23	0.05	2.65	6.74	37.84	27.69
120°C - 6 hr	19.88	0.014	28.21	0.03	5.63	18.35	0.04	2.56	6.43	33.88	27.40
120°C - 9 hr	21.94	0.014	31.05	0.03	6.05	18.12	0.03	2.66	5.91	37.16	26.73
120°C - 12 hr	20.65	0.012	29.15	0.03	47.76	18.95	0.03	2.43	5.16	33.98	26.58
LSD _{$\alpha=0.05$}	1.52	0.001	4.44	0.003	1.00	4.60	0.02	0.25	1.12	5.08	5.29

表七、臺茶十三號包種茶經第三次烘焙後，其茶葉中咖啡因及兒茶素類之含量變化

Table 7. The changes of caffeine and catechins in TTES No.13 Paochung tea after the third roasting (Unit: mg/g)

Treatment	Caffeine	GC	EGC	C	EC	EGCG	GCG	ECG	CG	Total C	Total G
Unroasted (CK)	22.33	0.014	31.52	0.036	7.03	17.60	0.05	2.48	5.16	38.61	25.30
80°C - 1 hr	23.61	0.024	39.11	0.041	7.09	18.87	0.08	2.55	5.82	46.27	27.34
80°C - 3 hr	21.36	0.020	39.74	0.045	7.27	18.83	0.08	2.75	5.91	47.08	27.58
80°C - 6 hr	24.36	0.022	38.79	0.041	6.69	19.93	0.09	2.65	5.35	45.55	28.03
80°C - 9 hr	24.14	0.023	38.95	0.042	7.12	20.82	0.11	2.56	5.38	46.14	28.89
80°C - 12 hr	23.56	0.021	39.58	0.043	7.30	21.83	0.10	2.60	5.89	46.95	30.43
100°C - 1 hr	25.18	0.025	42.58	0.044	7.52	22.55	0.12	2.68	5.18	50.17	30.54
100°C - 3 hr	24.10	0.022	42.42	0.040	7.64	21.28	0.10	2.55	5.01	50.13	28.95
100°C - 6 hr	23.89	0.026	40.69	0.039	7.24	22.65	0.08	2.43	5.02	48.00	30.19
100°C - 9 hr	24.72	0.023	42.90	0.040	7.67	23.49	0.09	2.55	5.04	50.63	31.18
100°C - 12 hr	24.65	0.021	43.37	0.039	7.33	24.94	0.09	2.36	5.14	50.77	32.54
120°C - 1 hr	21.91	0.015	34.37	0.038	6.81	18.83	0.06	2.56	5.70	41.24	27.17
120°C - 3 hr	24.01	0.016	37.84	0.038	7.27	21.85	0.07	2.76	6.38	45.17	31.09
120°C - 6 hr	24.00	0.018	36.26	0.040	6.60	21.50	0.07	2.92	6.04	42.93	30.54
120°C - 9 hr	24.74	0.014	35.31	0.037	6.08	19.51	0.06	2.85	5.79	41.45	28.21
120°C - 12 hr	22.67	0.013	32.63	0.036	5.32	17.10	0.04	2.65	5.18	38.00	24.98
LSD _{α=0.05}	2.45	0.005	5.93	0.004	1.11	3.23	0.02	0.26	0.98	6.68	3.37

表八、臺茶十三號包種茶經第四次烘焙後，其茶葉中咖啡因及兒茶素類之含量變化

Table 8. The changes of caffeine and catechins in TTES No.13 Paochung tea caffeine and catechins after the fourth roasting (Unit: mg/g)

Treatment	Caffeine	GC	EGC	C	EC	EGCG	GCG	ECG	CG	Total C	Total G
Unroasted (CK)	22.33	0.014	31.52	0.036	7.03	17.60	0.51	2.48	5.16	38.61	25.30
80°C - 1 hr	24.28	0.023	41.48	0.044	8.34	21.22	0.11	2.60	6.04	49.89	29.98
80°C - 3 hr	22.01	0.024	37.84	0.040	6.45	19.55	0.09	2.53	5.84	44.36	28.02
80°C - 6 hr	24.74	0.021	39.42	0.040	7.30	20.02	0.09	2.65	5.35	46.79	28.12
80°C - 9 hr	25.51	0.025	42.90	0.042	8.25	23.58	0.11	2.70	5.04	51.22	31.45
80°C - 12 hr	24.65	0.025	39.74	0.041	7.06	21.93	0.13	2.65	5.35	46.87	30.07
100°C - 1 hr	23.74	0.025	40.69	0.041	7.21	20.86	0.10	2.43	5.92	47.97	29.32
100°C - 3 hr	23.72	0.022	37.21	0.038	7.03	21.81	0.09	2.56	5.24	44.30	29.73
100°C - 6 hr	24.64	0.027	40.05	0.039	7.15	24.70	0.10	2.48	6.02	47.28	33.31
100°C - 9 hr	23.81	0.020	36.89	0.038	6.60	22.27	0.08	2.55	5.41	43.56	30.33
100°C - 12 hr	25.58	0.024	40.53	0.036	6.72	22.57	0.08	2.53	5.48	47.32	30.67
120°C - 1 hr	25.55	0.020	41.00	0.039	7.33	23.15	0.10	2.58	5.67	48.40	31.51
120°C - 3 hr	24.98	0.027	41.48	0.040	6.17	23.60	0.10	2.56	6.40	47.72	32.68
120°C - 6 hr	22.99	0.021	34.21	0.037	6.08	20.76	0.07	2.48	5.99	40.35	29.32
120°C - 9 hr	23.87	0.024	34.37	0.038	5.87	19.93	0.06	2.56	5.84	40.30	28.40
120°C - 12 hr	24.56	0.019	37.37	0.037	6.63	22.37	0.06	2.63	5.50	44.06	30.58
LSD _{0.05}	2.51	0.005	4.50	0.004	1.32	3.27	0.03	0.44	1.09	5.03	3.37

包種茶低濕乾燥過程中凝結水生成量 與其揮發性成分之變化

楊美珠¹ 劉銘純¹ 黃騰鋒¹ 陳國任¹ 陳右人^{1,2,*}

摘要

本研究以茶業改良場研發之低濕乾燥機，乾燥四種製程中之臺茶 12 號條型包種茶，調查與分析其凝結水生成量及其揮發性成分變化。結果顯示，大部分凝結水在乾燥開始後 10 分鐘即形成，愈接近製程末端者，生成量愈少。殺菁後，不同含水量包種茶進行低濕乾燥所得之凝結水，均含有包種茶特有香氣成分 linaloloxide、indole、cis-jasmone、nerolidol 或 geraniol，顯示這些在乾燥過程中減少的揮發性成分，可與水分子結合，在低濕乾燥時隨水析出，而產生具茶香的凝結水。因此可在包種茶殺菁揉捻後即開始收集，以獲得最大產量。若以揮發性成分為指標時，應在包種茶殺菁後進行低濕乾燥，可收集品質較佳的茶香凝結水。然而，有關茶香凝結水香氣品質，仍需進一步進行揮發性成分定量分析或感官品評評定後方能確定。

關鍵字：部分發酵茶、包種茶、乾燥、揮發性成分

前言

茶葉香氣是影響部分發酵茶品質之重要因子。一般而言，具有良好香氣的茶葉，常會有好的滋味評價，意即香和味是密切聯繫和互相影響的。因此，在台灣利用感官品評判斷茶葉品質優劣時，香氣與滋味佔 50 %~60 % 的比重。台灣地區產製之部分發酵茶，特別是屬輕發酵茶的文山包種茶，由於具有獨特之清新幽雅的花香及滋味甘醇滑潤帶活性的特性 (阮, 1998)，因而廣受歡迎。然而，包種茶製造過程，除須經過萎

1.行政院農業委員會茶業改良場製茶課助理研究員、茶機課技佐、前茶機課課長、製茶課課長、場長。台灣 桃園縣。

2.臺灣大學園藝暨景觀學系教授。台灣 台北市。

*通訊作者

凋、攪拌、靜置、炒菁、揉捻等過程使茶葉香氣進行轉化之外，也需要經過初乾及再乾的過程使茶葉乾燥，以利保存，然而隨乾燥烘焙時間增加，成茶水分含量減少，香氣含量也隨之降低 (李，2004)。

傳統小型茶葉製造廠之乾燥方式，係以甲種乾燥機、乙種乾燥機及傳統電器循環烤箱為主，前兩者為開放的器械，茶葉之香氣伴隨著水氣，逸失於空氣中，而後者出風口小，茶菁在烤箱中仍受悶熱之水氣烘烤，易產生悶味，香氣不揚。由於茶葉香氣之散失隨溫度之提高與加熱時間之延長而增加，因此鄭 (1997) 以低濕乾燥機進行茶葉乾燥，不但可降低乾燥溫度，並縮短乾燥時間，達到保存茶葉香氣及乾燥的目的。低濕乾燥機的除濕原理乃利用冷凝方式將烘箱中的水蒸氣以低溫凝結後排出，而在冷凝過程中，一些加溫時由茶葉揮發出的成分，亦會隨水一起被凝結，而使這些凝結水帶有茶香，其與坊間「純露」特性類似，若能善加利用，必能提升茶葉附加價值。因此，本研究針對包種茶不同製茶階段之茶葉進行低濕乾燥，並蒐集凝結水，進行揮發性成分分析，以了解處理間變化，做為生產這些茶葉副產物之參考依據。

材料與方法

一、試驗材料:

本研究以行政院農業委員會茶業改良場 (桃園縣楊梅市埔心) 內種植的台茶 12 號冬季機採茶菁製作包種茶。

二、處理:

2011 年 11 月 15 日機採茶樹鮮葉 (茶菁) 進行以下四種處理後，再以本場研發之低濕乾燥機進行乾燥，經預備試驗後，設定適宜之乾燥條件，每 10 分鐘收集具香氣凝結水、每 30 分鐘進行茶葉取樣，供進一步分析之用。處理及代號如下：

代號 TF：茶菁。

代號 TR：茶菁→日光萎凋→室內萎凋及攪拌 3 次 (每次室內萎凋間隔約 2 小時)→揉捻。

代號 TCR：茶菁→日光萎凋→室內萎凋及攪拌 3 次 (每次室內萎凋間隔約 2 小時)→殺菁→揉捻。

代號 TW：茶菁→日光萎凋→室內萎凋及攪拌 3 次 (每次室內萎凋間隔約 2 小時)→殺菁→揉捻→初乾 (以甲種乾燥機 110℃ 乾燥約 10 分鐘)。

三、茶葉樣品水分含量測定:

精秤 2 克茶葉 (小數點四位)，以 105℃ 烘乾至恆重，作為乾重，以計算茶葉含水量。茶葉水分含量計算： $(\text{鮮重} - \text{乾重}) / \text{鮮重} \times 100\%$ 。

四、香氣成分萃取及分析

本研究以頂空固相微萃取法 (head space solid phase microextraction) 萃取凝結水中之揮發性成分。取上述凝結水 5 mL，置於萃取用 20 mL 玻璃頂空瓶中，密封後以 70℃ 加熱 30 min，再以 divinylbenzene / polydimethylsiloxane / carboxen 固相微萃取纖維 (solid phase microextraction fiber 購自於 Supelco 公司)，萃取上部空間之揮發性成分，萃取時間為 20 min，再迅速將纖維置入於氣相層析儀 (gas chromatograph, GC) 注入口脫附，並進行分析。

成分與組成之分析是利用氣相層析儀串聯質譜儀分析，氣相層析儀 (gas chromatograph, Agilent, USA) 為 Agilent-6890 系列與質譜儀 (MSD ion trap mass spectrometer mass selective detector, Agilent, USA) 為 Agilent HP 5973 系列，配合 UA+-5 毛細管分離管柱 (Ultra ALLOYR capillary column, 長 30 m, 內徑 0.25 mm, 液膜厚 0.53 μm)；離子化電壓為 70 eV，載送氣體為氮氣，流速為 1 ml/min，注射孔溫度 250℃；起始溫度為 40℃維持 3 min 後，每分鐘上升 5℃至 95℃，再以每分鐘上升 3℃至 125℃；每分鐘上升 5℃至 220℃後，停留 5 min；再以每分鐘上升 15℃至 300℃後，維持 10 min，結束分析。各成分的質譜資料透過 NIST 及 Wiley 等資料庫比對分析鑑定其結構，並參考李等 (1984)、陳 (1998)、Wang et al. (2008) 及 Jumtee et al. (2011) 等前人研究結果進行判斷。

結果與討論

一、包種茶低濕乾燥過程中凝結水生成量

包種茶製作過程中，取未殺菁揉捻葉 (代號為 TR)、未初乾包種茶 (代號為 TCR)、初乾包種茶 (代號為 TW) 進行低濕乾燥，每 30 分鐘取樣測定茶葉含水量，乾燥效率如圖一所示。

低濕乾燥過程中，凝結水排出量如圖二，顯示愈接近製程末端，凝結水生成量愈少，大部分凝結水在乾燥開始後 10 分鐘開始即形成。而未殺菁揉捻葉 (TR) 及未初乾包種茶 (TCR) 於低濕乾燥機關閉後，冷凝器上的冰迅速溶化，造成凝結水量最後大量增加。

低濕乾燥過程中，凝結水累計排出水量如表一所示，本試驗之低濕乾燥機可將茶葉中 70%以上的水分乾燥冷凝下來。

二、凝結水揮發性成分之變化

本研究以頂空固相微萃取法萃取凝結水中之揮發性成分，用 GC-MS 進行揮發性成分分析，表二顯示四種不同製程茶葉，自其低濕乾燥過程收集之凝結水中，可分析 6 至 16 種揮發成分。其中，接近製程結束者，揮發性成分種類愈多。兩個茶葉未經殺菁之處理，其低濕乾燥形成之冷凝水帶有青草味之 3-hexen-1-ol；另兩個茶葉經過殺菁處理，無論初乾與否，其低濕乾燥形成之冷凝水均未檢出 3-hexen-1-ol，以感官評定，亦未帶青草味。

李等 (1984) 比較不同等級球型包種茶，發現所有包種茶中均含有 linalool、geraniol、indole、nerolidol 及一種未知化合物等，其中後 4 種成分與包種茶品質呈現正相關。由表二之結果顯示，四種處理茶葉之凝結水均帶有 linaloloxide 及 indole，而經過發酵的茶葉凝結水會帶有 3, 7-dimethyl-1, 6-octadien-3-ol、3, 7-dimethyl-2, 6-octadien-1-ol 及 cis-jasmone (茉莉花香)。經過炒菁的茶葉凝結水帶有 linalool、bicyclo[2.2.1] heptan-2-one、benzoic acid、2-cyclohexen-1-one、geraniol formate、3-methyl-2- (2-pentenyl)-2-cyclopenten-1-one 及 nerolidol (玫瑰花香)，經過初乾的茶葉之冷凝水，帶有 cyclohexanone 及 geraniol (玫瑰花香)，這些成分促使低濕乾燥的凝結水帶有茶香。

本試驗於低濕乾燥機所收集之冷凝水揮發性成分變化趨勢，與方等 (2002) 及陳 (1998) 之研究結果類似。方等 (2002) 發現，茶葉加工過程中，結合態香氣化合物減少，而游離態香氣成分增加，且青味逐漸減低，花果香逐漸增加。陳 (1998) 將包種茶製茶過程中香氣成分分成 7 種類型，進行感官特性與香氣變化分析，結果顯示，春茶加工過程中，揮發性成分明顯增加的有「花香味」和「海苔味」，而「青草味」在茶菁中較多，至炒菁前已消失。

李 (2004) 曾比較再乾過程中，不同水分含量包種茶中揮發性成分變化，發現當水分含量從 8 % 降至 2 %，與包種茶品質相關的香氣，會逐漸減少。為瞭解不同製程茶葉在低濕乾燥過程中凝結水之揮發性成分變化，分別取未經初乾的包種茶及已初乾的包種茶進行試驗，每 10 分鐘取樣進行凝結水揮發性成分分析。由圖三結果顯示在凝結水揮發性成分種類數量方面，未初乾的茶葉，剛開始乾燥的前 30 分鐘，其凝結水揮發性成分種類數量較少，當乾燥 60 分鐘，其茶葉水分含量在 39-38 % 時，凝結水揮發性成分種類數量最多，而隨著茶葉乾燥時間增加，揮發性成分種類數量略減。而經初乾的茶葉，在乾燥 10 分鐘時，水分含量在 39-38 % 之間，其凝結水揮發性成分種類數量最多，與初乾的茶葉一樣，當茶葉乾燥時間增加，揮發性成分種類數量略減。

在低濕乾燥過程中凝結水之揮發性成分種類變化方面，表三列出未初乾包種茶葉不同時間收集之凝結水揮發性成分種類，顯示包種茶特色花香 nerolidol 在乾燥後第 20 分鐘形成，而 linalool 及 cis-jasmone 在乾燥後第 50-60 分鐘時形成，但在 90 分鐘後即消失。

表四為初乾包種茶葉不同時間收集之凝結水揮發性成分種類，顯示包種茶特色花香 cis-jasmone 及 nerolidol 在開始乾燥時即產生，而 linalool 在 20~30 分鐘時出現，geraniol 在 50-60 分鐘時出現，而後消失。

此外，感官品評不同水分含量包種茶之凝結水時，以低含水量的茶葉進行低濕乾燥，可獲得香氣較濃郁的凝結水，圖四為未初乾包種茶水分含量 22.23 % (黑色) 及 17.74 % (藍色) 之低濕乾燥冷凝水揮發性成分 GC-MS 圖譜，顯示不同水分含量之包種茶，其低濕乾燥冷凝水之揮發性成分比例不同，因此未來可進一步進行揮發性成分定量，以確認茶香冷凝水之香氣品質。

結 論

茶葉鮮葉中的揮發性成分含量僅佔乾物重量的 0.005%~0.03%，目前已鑑定出的成分有 80 多種，主要為呼吸作用醣類代謝過程中的次級產物。然而，目前各種茶類，包括綠茶、部分發酵茶、紅茶已鑑定出的揮發性物質已達 700 種以上 (江，2011)，由此可知茶葉中的揮發性成分大都是在茶葉加工過程中轉化而來。台灣地區產製之部分發酵茶，特別是屬輕發酵茶的文山包種茶，一向以其獨特清新優雅的花香著稱，因此如何透過加工過程，將其不好的揮發性成分減低，使香氣成分增加，十分重要。而在加工過程方面，茶葉發酵程度 (Kim et al., 2011) 及乾燥過程 (Kim et al., 2007) 均會使揮發性成分產生變化。方等 (2002) 發現，茶葉加工過程中，結合態香氣化合物減少而游離態香氣成分增加，且青味逐漸減低，花果香逐漸增加。陳 (1998) 進行感官特性與香氣變化分析，結果顯示，春茶加工過程中，揮發性成分明顯增加的有「花香味」

包種茶低濕乾燥過程中凝結水生成量與其揮發性成分之變化

和「海苔味」，而「青草味」在茶菁中較多，至炒菁前已消失。

由低濕乾燥機所蒐集之包種茶凝結水揮發性成分結果顯示，取未經殺菁的包種茶進行低濕乾燥，所得之冷凝水還帶有臭青味，雖然也有花香成分，但臭青味的閾值較低，會掩蓋住香氣，因此若要蒐集品質較佳的茶香凝結水，應在包種茶殺菁後進行低濕乾燥較佳。

李 (2004) 比較再乾過程中，不同水分含量包種茶中香氣成分變化，發現當水分含量從 8% 降至 2%，與包種茶品質相關的香氣會逐漸減少。而在本試驗中以殺菁後不同含水量包種茶進行低濕乾燥，結果顯示不同含水量茶葉所得之凝結水，均含有包種茶特有香氣成分 linaloloxide、indole、cis-jasmone 及 nerolidol 或 geraniol，顯示這些在乾燥過程中減少的揮發性成分，可與水分子結合，在低濕乾燥時被凝結，而產生具茶香的凝結水，且在包種茶殺菁揉捻後即開始收集，可以獲得最大產量。然而，有關茶香凝結水香氣品質，需要進一步進行揮發性成分定量或感官品評之研究。

參考文獻

1. 江用文. 2011. 中國茶產品加工. 上海：上海科學技術出版社。
2. 阮逸明. 1998. 茶葉推廣技術手冊-製茶篇. 行政院農業委員會茶業改良場。
3. 李志仁. 2004. 水份含量及品質等級對文山包種茶貯藏期間香氣成分變化之影響. 行政院農業委員會茶業改良場 2003 年年報 pp. 221-225。
4. 李敏雄、陳漢龍、林基增、阮逸明. 1984. 烏龍茶之香氣成分及其品質. 食品科學 11: 126-133。
5. 方世輝、張秀云、夏濤、宛曉春. 2002. 茶樹品種加工工藝-季節對烏龍茶品質影響的研究. 茶葉科學 22: 135-139。
6. 陳玉舜. 1998. 包種茶製程期間感官特性與香氣變化之關係. 臺灣茶業研究彙報 17: 61-70。
7. 鄭正宏. 1998. 使用低濕熱風於茶葉初乾及烘焙試驗. 行政院農業委員會茶業改良場 1997 年年報 pp.164-166。
8. Kim, E. S., Liang, Y. R., Jin J, Sun, Q. F., Lu, J. L., Du, Y. Y. and Lin, C. 2007. Impact of heating on chemical compositions of green tea liquor. Food Chemistry 103: 263-267.
9. Kim, Y., Goodner, K. L., Park, J. D., Choi, J. and Talcott, S. T. 2011. Changes in antioxidant phytochemicals and volatile composition of *Camellia sinensis* by oxidation during tea fermentation. Food Chemistry 129: 1331-1342
10. Wang, L. F., Lee, J. Y., Chung, J. O., Baik, J. H., So, S. and Park, S. K. 2008. Discrimination of teas with different degrees of fermentation by SPME-GC analysis of the characteristic volatile flavour compounds. Food Chemistry 109: 196-206.
11. Jumtee, K., Komura, H., Bamba, T. and Fukusaki, E. 2011. Predication of Japanese green tea (Sen-cha) ranking by volatile profiling using gas chromatography-mass spectrometry and multivariate analysis. Journal of Bioscience and Bioengineering 112 (3): 252-255.

Variation of Condense Water Quantity and Its Volatile Components during Low-humidity Drying of Paochung Tea

Meei-Ju Yang¹ Ming-Chun Liu¹ Teng-Feng Huang¹ Kuo-Renn Chen¹

Iou-Zen Chen^{1,2,*}

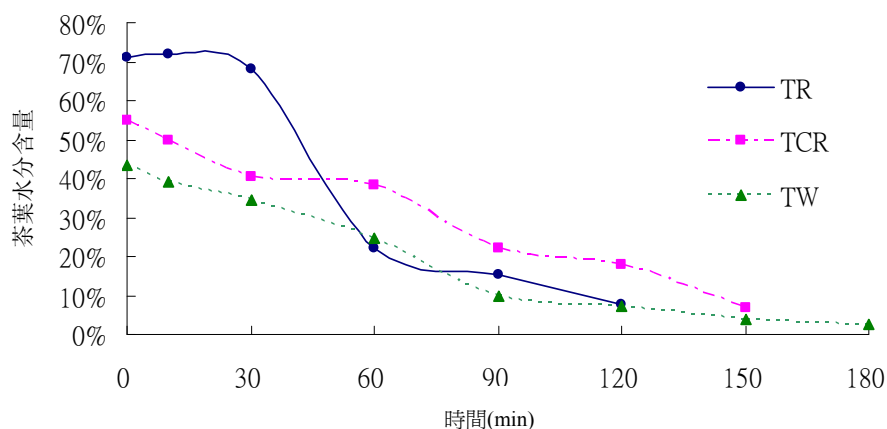
Summary

We investigated and analyzed the condensed water amount and the volatile components of TTES No.12 twisted paochung tea processed through the four steps of low-humidity drying machine developed by Taiwan Tea Research and Extension Station. The result shows that there was fewer condensed water produced in the late drying stage and most condensed water was simultaneously formed at ten minutes after the drying beginning. During the low-humidity drying process, the condensed water collected from paochung tea with different water contents after panning all contained unique aroma of paochung tea, including linaloloxide, indole, cis-jasmone, nerolidol and geraniol. It indicates that the decreasing volatile components during the drying can bind to water molecules and be released as aromatic condensed water in the low-humidity drying process. For obtaining the maximum production, the aromatic condensed water should be collected right after the panning and rolling steps of paochung tea. If we view the volatile components as a measure of indicator, the low-humidity drying should proceed after panning step of Paochung tea for better tea aromatic condensed water production. However, further quantitative analysis of volatile components or sensory evaluation is still needed for the tea aromatic condensed water quality determination.

Key words: Partially-fermented tea, Paochung tea, Low-humidity drying, Volatile components

-
1. Research Assistant, Junior Specialist, Former Senior Agronomist, Senior Agronomist and Director of Tea Research and Extension Station, COA, Taoyuan, Taiwan, ROC.
 2. Professor, Department of Horticulture, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, ROC.

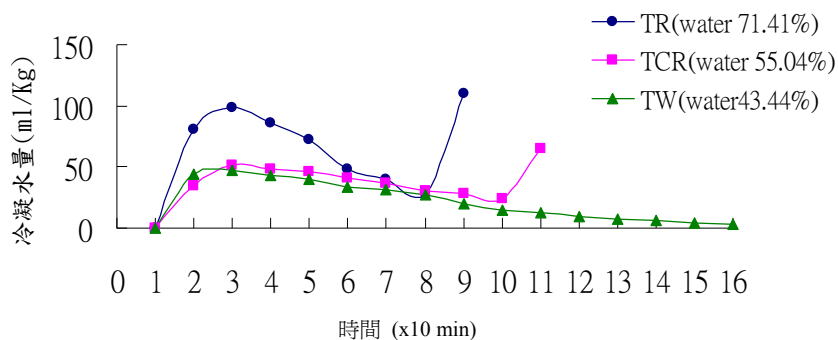
* Corresponding author.



圖一、條型包種茶不同製程茶葉利用低濕乾燥之效率

Fig. 1. The low-humidity drying efficiency of twisted Paochung tea in the different processing stages

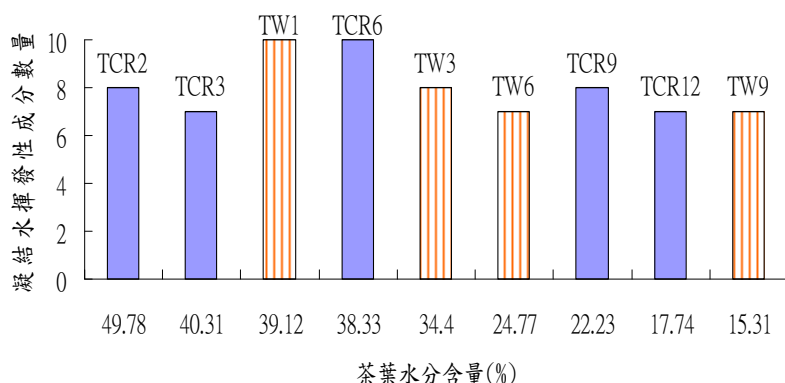
(*TR：未殺菁包種茶菁揉捻葉 un-pan-fired and rolled Paochung tea leaves；TCR：未初乾包種茶 un-dried Paochung teas；TW：初乾包種茶 primarily dried Paochung teas)



圖二、條型包種茶不同處理低濕乾燥期間冷凝水排出量

Fig. 2. The condensed water yield of twisted Paochung tea during different stages of low-humidity drying process

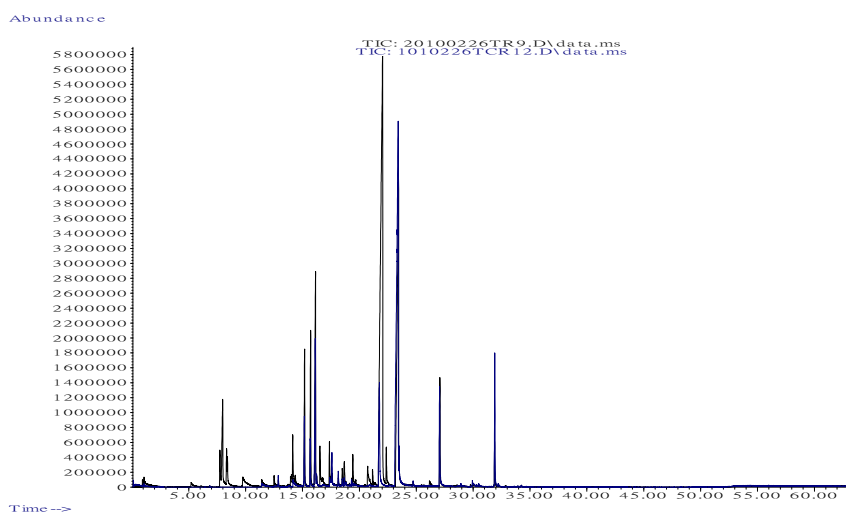
(*TR：未殺菁包種茶菁揉捻葉 un-pan-fired and rolled Paochung tea leaves；TCR：未初乾包種茶 un-dried Paochung teas；TW：初乾包種茶 primarily dried Paochung teas)



圖三、茶葉不同含水量與凝結水揮發性成分數量比較圖

Fig. 3. The quantity comparison of different water contents in tea leaves and volatile compositions in condensed water

(備註：TCR：未初乾包種茶；TW：初乾包種茶。後面的數字 $\times 10$ 為收集凝結水的時間 (分)，例如 TCR2 為未初乾包種茶第 11-20 分鐘所收集的凝結水。)



圖四、未初乾包種茶水分含量 22.23% (黑色線) 及 17.74% (藍色線) 低濕乾燥冷凝水揮發性成分 GC-MS 圖譜

Fig. 4. The GC-MS analysis spectrum of volatile components in condensed water between the un-dried Paochung tea leaves with different water contents (22.23% - black line, 17.74% - blue line)

表一、低濕乾燥機所排出之冷凝水累計水量表

Table 1. The total amount of condensed water produced from low-humidity dryers

乾燥期間 (mins)	冷凝水累計水量 (ml/kg)		
	未殺菁揉捻葉 (TR)	未初乾包種茶 (TCR)	初乾包種茶 (TW)
0~10	0	0	0
10~20	80	35	44
20~30	179	86	91
30~40	264	134	134
40~50	337	180	174
50~60	386	220	207
60~70	425	257	239
70~80	454	287	266
80~90	563*	316	286
90~100		339	301
100~110		404*	314
110~120			324
120~130			331
130~140			338
140~150			342
150~160			345*
茶菁初始水分含量 (%)	71.41%	55.04%	43.44%
冷凝率 (%)**	78.86%	73.49%	79.50%

備註: *關閉電源後的冷凝水量。 **冷凝率 (%)=冷凝水總量/茶菁含水量

表二、包種茶製作過程中不同階段茶葉低濕乾燥之冷凝水進行 GC-MS 分析之揮發性成分表

Table 2. The GC-MS analysis of volatile components in condensed water during the different stages of low-humidity drying of Paochung tea

RT	Volatile compound	treatment *				Description of aroma**
		TF	TR	TCR	TW	
7.83	3-Hexen-1-ol	+	+			Green
15.154-15.722	Linaloloxide	+	+	+	+	Floral (sweet)
16.08	alpha-terpinolene	+		+	+	
16.147	3, 7-dimethyl-1, 6-Octadien-3-ol		+	+	+	
16.163	Linalool			+	+	Floral
17.373	Benzyl nitrile			+		
17.637	Bicyclo[2.2.1] heptan-2-one			+	+	
18.149	Cyclopentasiloxane			+		
19.425	Benzoic acid			+	+	
19.555	Cyclohexanone				+	
21.435	2-Cyclohexen-1-one			+	+	
21.723	Geraniol formate			+	+	
21.746	Geraniol				+	Floral (rose)
21.762	2, 6, 10-Dodecatrien-1-ol	+		+		
22.049	3, 7-dimethyl-2, 6-Octadien-1-ol		+	+	+	
23.192	Indole	+	+	+	+	Floral/Nutty
27.042	3-methyl-2- (2-pentenyl)- 2-Cyclopenten-1-one			+	+	
27.081	cis-Jasmone		+	+	+	Floral (jasmine)
30.501	Phenol	+			+	
31.904	Nerolidol			+	+	Floral (rose)

備註：*TF：鮮葉；TR：未殺菁包種茶菁揉捻葉；TCR：未初乾包種茶；TW：初乾包種茶

**根據前人研究：李等，1984；陳，1998；Wang et al., 2008; Jumtee et al., 2011。

表三、未初乾包種茶葉不同時間收集之凝結水揮發性成分種類

Table 3. The varieties of volatile components in condensed water during the different periods of un-dried Paochung teas

RT	Volatile compound	Time of condensed water collection (min)					Description of aroma *
		10-20	20-30	50-60	80-90	110-120	
15.154-15.722	Linaloloxide	+	+	+	+	+	Floral (sweet)
16.08	alpha-terpinolene	+				+	
16.147	3, 7-dimethyl-1, 6-Octadien-3-ol		+				Floral
16.163	Linalool			+	+		
17.373	Benzyl nitrile			+			
17.637	Bicyclo[2.2.1]heptan-2-one	+	+	+	+		
18.149	Cyclopentasiloxane	+					
19.425	Benzoic acid			+			Floral/Nutty
21.723	Geraniol formate	+					
21.762	2, 6, 10-Dodecatrien-1-ol			+	+		
22.049	3, 7-dimethyl-2, 6-Octadien-1-ol					+	
23.192	Indole	+	+	+	+	+	
27.042	3-methyl-2- (2-pentenyl)- 2-Cyclopenten-1-one	+	+			+	Floral (jasmine)
27.081	cis-Jasmone			+	+		
30.501	Phenol						
31.904	Nerolidol		+	+	+	+	Floral (rose)

備註：*根據前人研究：李等，1984；陳，1998；Wang et al., 2008; Jumtee et al., 2011。

表四、初乾包種茶葉不同時間收集之凝結水揮發性成分種類

Table 4. The varieties of volatile components in condensed water during the different periods of primarily dried Paochung teas

RT	Volatile compound	Time of condensed water collection (min)				Description of aroma *
		0-10	20-30	50-60	80-90	
14.146	Benzeneacetaldehyde			+		
15.154-15.722	Linaloloxide	+	+	+	+	Floral (sweet)
16.08	alpha-terpinolene, Cyclohexene	+			+	
16.147	3, 7-dimethyl-1, 6-Octadien-3-ol			+		
16.163	Linalool		+			Floral
17.373	Benzyl nitrile					
17.637	Bicyclo[2.2.1]heptan-2-one	+				
18.149	Cyclopentasiloxane					
19.425	Benzoic acid	+			+	
19.555	Cyclohexanone		+			
21.435	2-Cyclohexen-1-one		+			
21.723	Geraniol formate		+			
21.746	Geraniol			+		Floral (rose)
22.049	3, 7-dimethyl-2,6-Octadien-1-ol	+				
23.192	Indole	+	+	+	+	Floral/Nutty
27.042	2-Cyclopenten-1-one		+			Floral (jasmine)
27.081	cis-Jasmone	+		+	+	
30.501	Phenol	+			+	
31.904	Nerolidol	+			+	Floral (rose)

備註：*根據前人研究：李等，1984；陳，1998；Wang et al., 2008; Jumtee et al., 2011。

白毫烏龍茶製作品種及比賽茶等級與揮發性有機化合物之相關性初探¹

林書妍 陳國任 陳右人² 吳俊達^{3,*} 阮素芬^{4,**}

摘 要

白毫烏龍茶為臺灣最具代表性茶類之一。典型的白毫烏龍茶採用品種受小綠葉蟬 (*Jacobiasca formosana*) 吸食的嫩芽葉為茶菁原料製作而成，以獨特的熟果味及蜂蜜香著稱。小綠葉蟬為茶園常見昆蟲，但以青心大有品種製成之白毫烏龍茶評價較高，顯示品種間化學成分差異可能影響茶葉品質。沖泡後茶葉之香氣為評定白毫烏龍茶品質時的重要依據，本研究使用頂空固相微萃取方式收集沖泡後茶葉揮發性有機化合物，以氣相層析串接質譜儀分析。品種試驗選用青心烏龍、臺茶 12 號、臺茶 13 號、臺茶 17 號、青心大有、四季春、白毛猴等 7 個品種，結果顯示構成白毫烏龍茶揮發性有機化合物特徵成分主要為芳樟醇氧化物 (linalool oxides)、去氫芳樟醇 (hotrienol)、香葉基丙酮 (geranyl acetone) 及反式-β-紫羅蘭酮 (trans-β-ionone)。採用可辨別共 41 個化合物之相對比例含量以不加權平均重法 (UPGMA) 進行群集分析，由質與量的分析皆顯示二次代謝產物可清楚表現遺傳質的親緣關係，以青心烏龍、臺茶 12 號與臺茶 13 號製成之白毫烏龍茶揮發性有機化合物組成較近似，而臺茶 17 號與白毛猴較為相近。使用 2011 年苗栗地區比賽茶樣探討比賽等級與揮發性有機化合物相關性，等級直接以比賽評定結果定義。等級較高者具有相對較高含量的芳樟醇氧化物、去氫芳樟醇及水楊酸甲酯。正向逐步迴歸分析結果顯示芳樟醇氧化物、苯乙醇、吲哚、反式-β-紫羅蘭酮及 α-法尼烯與感官品評結果相關性較高，為對感官影響力較明顯的特徵化合物。

關鍵字：頂空固相微萃取、氣相層析、群集分析、正向逐步迴歸、感官品評

-
1. 本文部分內容同時發表於第一屆茶業科技研討會論文集。
 2. 助理研究員職務代理、研究員兼課長、場長，行政院農業委員會茶業改良場。臺灣 桃園縣。
 3. 助理教授，臺灣大學園藝暨景觀學系。臺灣 臺北市。
 4. 助理教授，中國文化大學園藝暨生物科技系。臺灣 臺北市

*共同通訊作者

**通訊作者

前 言

白毫烏龍茶，又名東方美人茶（新竹縣峨眉茶區）、膨風茶（新竹縣北埔茶區）及椶風茶（桃園及苗栗茶區），是部分發酵茶中發酵程度最重的臺灣特色茶之一，由於使用嫩芽葉為原料製造，因此茶葉白毫明顯，所以稱為白毫烏龍（薛，2003）。製作白毫烏龍茶的茶菁，需採用經小綠葉蟬 (*Jacobiasca formosana*) 吸食的嫩茶芽製成，蜂蜜香與熟果香是白毫烏龍有別於其他茶種的品質特徵，茶湯不苦不澀，因此十分受到歡迎。標準的白毫烏龍茶葉外觀具五種顏色的特徵，包含嫩芽茸毛的白、老熟茶菁的綠、成熟茶菁的黃、正常及受刺吸嫩芽經重發酵所衍生的橙紅及褐黑，茶葉外觀顏色多變，如美人妝點。使用小綠葉蟬吸食過的茶芽做為茶菁原料，是製作白毫烏龍茶的必要條件。被吸食過的茶芽，嫩芽黃化，呈現船型萎縮、葉緣變褐，嚴重時甚至嫩芽葉脫落，明顯降低茶菁產量（陳等，1990；蕭和朱，2002），因此採摘白毫烏龍茶茶菁原料格外不易。由於需要小綠葉蟬吸食後才能製成好品質白毫烏龍茶，更需注意茶園農藥的施用和茶園的栽培管理，使白毫烏龍茶成為一個帶有正確用藥觀念及兼顧生態意識的茶葉種類。

白毫烏龍茶的主要產區在臺灣桃園、新竹及苗栗等茶區，為部分發酵茶的一種，適製部分發酵茶的品種眾多，其中以青心大有品種製成的白毫烏龍茶數量最多且最具代表性（陳等，2004）。桃竹苗茶區自清朝開始就是臺灣茶葉生產重鎮，因適製性高，種植面積廣，青心大有成為當時四大名種之一。但近年來臺灣茶業發展，受經濟及生產成本影響，經營結構由外銷轉為內銷，使桃竹苗茶區部分改為種植茶業改良場新育成的臺茶 12 號與臺茶 13 號等品種，因此除青心大有品種，臺茶 12 號、臺茶 13 號與臺茶 17 號等適製部分發酵茶的品種亦為製作白毫烏龍的茶菁原料來源。

白毫烏龍茶必須兼具優異的茶菁及精細的製茶工序，才能獲得高品質的茶葉成品。因此，白毫烏龍茶比賽是茶農及業者極為重視的比賽活動。茶葉比賽透過茶葉感官品評鑑別及評定。臺灣的茶葉感官品評採用 ISO 3103-1980 (E) 或 CNS1009 之方法沖泡後評定，評定項目包括：外觀、茶湯水色、香氣、滋味及沖泡後茶葉等五項（陳，2003）。沖泡後茶葉的香氣與茶湯的滋味是茶葉表現的主體，也是一般民眾飲茶時最直接的感受，專業的品評人員由這兩項的表現，不僅能區別差異，透過本身的專業知識，還能指出茶葉表現不佳的可能原因。但利用感官評鑑仍有部分疑慮，例如品評人員感官疲勞、主觀或受環境干擾。因此，研究人員開始嘗試經由儀器分析結果或電子感官設備區分茶葉的差異。區別綠茶及紅茶的產地差異，可透過電子舌根據 10 個風味條件辨別，並與專業品評人員的結果相比較，結果認為電子舌可辨認產地差異（He et al., 2009）；劉等（2010）以儀器分析內容物成分後，根據茶湯 pH 值、總游離胺基酸、咖啡因、EGC、ECG、總兒茶素及總酯型兒茶素含量，認為可良好區別高山茶、凍頂烏龍茶和鐵觀音等三種部分發酵茶。

小綠葉蟬為茶園常見昆蟲，茶園內任何栽植品種都可發現，使用受其吸食之茶菁為原料，可製成白毫烏龍茶，其中又以青心大有製成之白毫烏龍茶評價較高，表示品種差異會影響白毫烏龍茶的風味。由於白毫烏龍茶的鮮明特色為其香氣，因此藉由頂空固相微萃取揮發性有機化合物，以氣相層析串接質譜儀分析，由沖泡後茶葉揮發性有機化合物瞭解不同品種所製成之白毫烏龍茶的圖譜特徵，並配合比賽等級的差異，瞭解好品質白毫烏龍茶具備可能影響感官品評的揮發性有機化合物特徵，期能佐證以感官品評評定比賽的科學證據。

材料與方法

一、試驗材料

白毫烏龍茶品種差異試驗共選用 7 個品種所製成之產品，品種包括：青心烏龍、臺茶 12 號、臺茶 13 號、臺茶 17 號、青心大有、四季春及白毛猴，另納入一個混合品種所製作的茶樣做為分析外群。茶樣來源之一是由桃園縣龍潭鄉廖文金先生，採用 2011 年夏季不同品種茶菁所製成的白毫烏龍茶，以及茶業改良場文山分場提供以青心烏龍與白毛猴製成的白毫烏龍茶。各品種材料取 3 次試樣做為分析重複樣品。

白毫烏龍茶比賽等級樣品，取自 2011 年苗栗地區夏季極風茶（東方美人茶）比賽茶作為試樣，包括頭等、貳等、參等、優良三梅、優良二梅、優良一梅，共六個等級。各等級材料分別取 3 次試樣做為分析重複樣品。

二、揮發性有機化合物樣品製備

取均勻茶樣 3 g，以 1:50 的沸水浸潤 5 分鐘後迅速瀝乾，將浸潤之茶葉迅速封口於 30 mL 樣品瓶中，使揮發性有機化合物能於密封樣品瓶中的頂空均勻散布。每一樣品中另外加入 2 μ L 的 C8~C20 烷類混合標準品 (Alkane standard solution in hexane, Fluka 040707) 做為內標準品。分析前將封口樣品瓶以 70°C 乾浴加熱 20 min，再使用固相微萃取纖維 (50/30 μ m DVB/Carboxen/PDMS, Supelco, USA) 吸附 20 min。固相微萃取纖維直接進樣至氣相層析質譜儀注射口熱脫附 45 sec，啟動氣相層析分析。

三、氣相層析質譜儀分析條件

選用 HP-Agilent 5890 GC 串接 5972 MSD (Agilent, USA) 氣相層析質譜儀，使用分析管柱為 DB-5-MS (30 m $\times$ 0.25 mm ID)，注射口溫度 250°C，注射進樣採不分流模式。升溫起始條件為 35°C，維持 1 min 後，以 15°C $\cdot$ min⁻¹ 速率升溫至 80°C，接續以 3°C $\cdot$ min⁻¹ 升溫至 120°C，再以每分鐘 6°C 升溫至 220°C，持續 2 min 結束。載流氣體為高純度氮氣 (He 99.999%)，流速 1 mL $\cdot$ min⁻¹。質譜條件的離子化為電子撞擊法 (EI)，撞擊電子動能為 70 eV；離子源溫度為 200°C，連接口溫度為 280°C。標準質譜比對採用質譜檢索資料庫為 Wiley 275 與 NIST05。將獲得的揮發性有機化合物圖譜積分值，與滯留時間 (retention time) 最接近的烷類標準品做相對值計算，獲得該揮發物的相對比例含量。

結果與討論

一、白毫烏龍茶沖泡後茶葉揮發性有機化合物組成

白毫烏龍茶的特色氣味，是受到小綠葉蟬吸食後茶菁，在製成茶葉後所產生的蜜香，及經過重萎凋重攪拌之重發酵製程，產生成熟果香的氣味。利用固體纖維頂空吸附萃取揮發性有機化合物，在香氣物質被吸附和釋放的熱平衡過程，雖然絕對量少、靈敏度較低，但所得到的香氣成分與人嗅覺所感受的較為接近，與感官評審的相關性高 (譚等，2009)。白毫烏龍茶沖泡後茶葉以頂空固相微萃取後，經由氣相層析質譜儀分析的結果，採用的可辨別化合物共 41 個，將其區分為醛類、酯類、酮類及萜類四大類化合物，其中帶有花香的萜醇類佔有 78.6%，具果香氣味的酯類佔

有 8.3%；相較於輕度發酵部分發酵茶，白毫烏龍茶揮發性有機化合物中相對比例含量較高的化合物，包括芳樟醇氧化物 (linalool oxides)、去氫芳樟醇 (hotrienol)、香葉基丙酮 (geranyl acetone)、反式- β -紫羅蘭酮 (trans- β -ionone) (表一)。白毫烏龍茶沖泡後茶葉的揮發性有機化合物分析結果中，去氫芳樟醇與水楊酸甲酯 (methyl salicylate) 被認為與小綠葉蟬吸食有關 (胡和李, 2005)。去氫芳樟醇, IUPAC 命名為 3,7-dimethyl-1,5,7-octatrien-3-ol, 是一種具有果香味的化合物, 在葡萄 (Boido et al., 2003)、柑橘 (Alissandrakis et al., 2003) 或蜂蜜 (Radovica et al., 2001) 的揮發性有機化合物分析中皆可發現, 而水楊酸甲酯則為啟動植物防禦的重要物質之一 (Nawrath et al., 2006)。趙等 (2002) 分析機械損傷茶芽與假眼小綠葉蟬 (*Empoasca vitis*) 吸食過的茶芽, 發現揮發性有機化合物芳樟醇 (linalool) 含量呈現差異; 胡和李 (2006) 則發現被三輪薊馬與小綠葉蟬吸食之茶菁, 其芳樟醇衍生物揮發性成分都會顯著增加; 而由沖泡後茶葉揮發性有機化合物檢測到水楊酸甲酯, 推測白毫龍茶茶菁應曾受昆蟲危害。

二、白毫烏龍茶沖泡後茶葉揮發性有機化合物於品種間之差異

過去, 桃、竹、苗茶區主要的栽植品種為青心大有, 近年來因更新或改植, 使臺茶 12 號或臺茶 13 號的種植面積增加。將不同品種製作同一類部分發酵茶時, 仍然存在品種特徵 (Pripdeevech and Machan, 2011), 由於香氣特徵仍然是白毫烏龍茶重要的品質指標, 因此針對品種差異, 分析各品種白毫烏龍茶成茶的揮發性有機化合物圖譜特徵, 期能瞭解品種對品質呈現的影響。最常獲得較高評價的白毫烏龍茶適製品種為青心大有, 該品種白毫烏龍茶的揮發性有機化合物中, 酯類化合物較其他品種為高, 苯乙醇及香葉醇亦相對較高, 但芳樟醇及芳樟醇氧化物的表現並未較其他品種突出 (表一)。選用的常見栽培品種中, 四季春製成包種茶時以香氣濃郁著稱, 揮發性有機化合物分析結果顯示, 其萜醇類化合物相對比例含量為所有試樣品種中最高, 且揮發性有機化合物種類亦最豐富。重發酵製成之白毫烏龍茶, 因長時間氧化所產生的揮發性有機化合物, 如香葉基丙酮、反式- β -紫羅蘭酮, 在各品種的白毫烏龍茶中皆有一定程度的表現量。

二次代謝產物形成的化學指紋法, 通常也是品種分類上良好的指標 (Lin et al., 2010), 因此將揮發性有機化合物的分析結果, 採用不加權平均重法 (UPGMA) 進行群集分析 (cluster analysis)。分析結果顯示, 將化合物的種類 (圖一 A) 或化合物的相對比例含量 (圖一 B) 做為分群指標, 適製輕中度部分發酵茶的青心烏龍、臺茶 12 號及臺茶 13 號, 其白毫烏龍茶揮發性有機化合物建構的化學指紋相似距離較近, 而桃、竹、苗茶區主要製作白毫烏龍茶的青心大有品種, 及新北市坪林、石碇茶區常用製作白毫烏龍茶的白毛猴品種, 兩品種所製成的白毫烏龍茶揮發性有機化合物組成, 與其他品種有較明顯的差異。臺茶 12 號及臺茶 13 號, 皆為硬枝紅心的後代, 另一親本則為青心烏龍之系統 (陳, 2006); 臺茶 17 號與白毛猴有遺傳親緣關係, 製成白毫烏龍茶後, 沖泡後茶葉的揮發性有機化合物組成, 其群集分析結果即在同一個歸群中。化學產物指紋圖譜的差異表現, 符合遺傳質的歧異關係 (林等, 2005; 蔡等, 2003), 顯示遺傳質所造成的代謝調控, 可做為親緣關係指標, 即使經過加工製造, 也能清楚保留代謝產物特性。

三、白毫烏龍茶比賽等級與揮發性有機化合物之相關性

白毫烏龍茶必須兼具優異的茶菁及精細的製茶工序，才能獲得高品質的茶葉成品，因此白毫烏龍茶比賽是茶農及業者極為重視的比賽活動。比賽由專業評審以感官品評方式評定分數，本研究利用固相微萃取 (SPME) 以模擬實際品質鑑定時評審所感受到的氣味，將逸散在密封樣品瓶頂空中的沖泡後茶葉氣味，以頂空固相微萃取的方式收集揮發性有機化合物並加以分析辨別。比賽等級以優良茶比賽結果直接定義。氣相層析質譜儀的分析結果顯示，白毫烏龍茶得等者 (頭等獎、貳等獎、參等獎) 的揮發性有機化合物組成中，反式- β -羅勒烯 (trans- β -ocimene)、芳樟醇氧化物及去氫芳樟醇的相對比例含量都較未得等者 (優良組) 高 (表二)，萜醇類化合物相對比例含量以得等者較高，而未得等者，單萜類化合物相對比例含量較高 (圖二)。引發植物防禦關鍵物質的水楊酸甲酯，分析結果顯示於等級中入等的白毫烏龍茶 (頭等、貳等、參等)，該化合物的相對含量表現較未入等組者高 (圖三)，間接證明製作等級較高的白毫烏龍茶，其茶菁原料需要受小綠葉蟬吸食 (著蜢) 達一定程度。以正向逐步迴歸分析 (forward stepwise regression analysis) 解讀揮發性有機化合物的組成與比賽等級間之相關性。所得之正向逐步迴歸方程式顯示，比賽等級與化合物芳樟醇氧化物、苯乙醇、呋喃、反式- β -紫羅蘭酮及 α -法尼烯的相對比例含量顯著相關 (表三)；此外，酯類化合物 cis-3-hexenyl isovalerate 及 trans-2-hexenyl hexanoate 也是與比賽等級相關的揮發性有機化合物。在白毫烏龍茶品質鑑定項目中，以灰系統理論判別各項目間的影響差異，以香氣對感官評鑑總分的貢獻度最高 (許等, 2009)，而本研究藉由揮發性有機化合物的組成與分析所得之相對比例含量，與比賽等級間關係所建構的正向逐步迴歸方程式，雖僅參考單一年度的比賽資料，但已初步獲得等級間表現差異較大的特徵化合物。由於感官對單一化合物有閾值 (可以感知的最低濃度) 的門檻，且同一化合物之濃淡所形成的感官感受不一定為正相關，亦有化合物組合後含量比例的相互影響關係，而初步分析所獲得的迴歸方程式相關性，則提供後續研究混成氣味化合物的候選名單。氣味與口感是相輔相成的感受，Tieman 等 (2012) 發現僅根據糖酸的平衡，不足以決定人對番茄口味的喜好，一些微量的芳香族化合物才是決定的關鍵。在感官品評的結果中，增加科學儀器的分析結果，瞭解揮發性有機化合物組成關係，對於品質的管理或改善，將能提供更全面的參考資料庫。

參考文獻

1. 林世昱、陳右人、蔡俊明、陳英玲. 2005. 應用逢機增殖 DNA 片段檢測台灣茶樹品種的親緣關係. 中國園藝 51(4): 357-366。
2. 胡智益、李志仁. 2005. 小綠葉蟬吸食茶菁對白毫烏龍茶香氣成分之影響. 台灣茶業研究彙報 24: 65-76。
3. 胡智益、李志仁. 2006. 小綠葉蟬與三輪薊馬吸食茶菁製作之白毫烏龍茶揮發性成分比較. 台灣茶業研究彙報 25: 135-144。
4. 許明晃、陳俊良、黃文達、陳國任、楊棋明. 2009. 灰系統理論在生物學之應用 (7)：白毫烏龍茶製程色素成分變化與品質關係之研究. 科學農業 57: 227-235。
5. 陳右人、陳英玲、陳惠藏. 1990. 茶小綠葉蟬為害茶菁與製茶品質關係. pp. 54-57. 台灣省茶業改良場 民國 79 年年報。

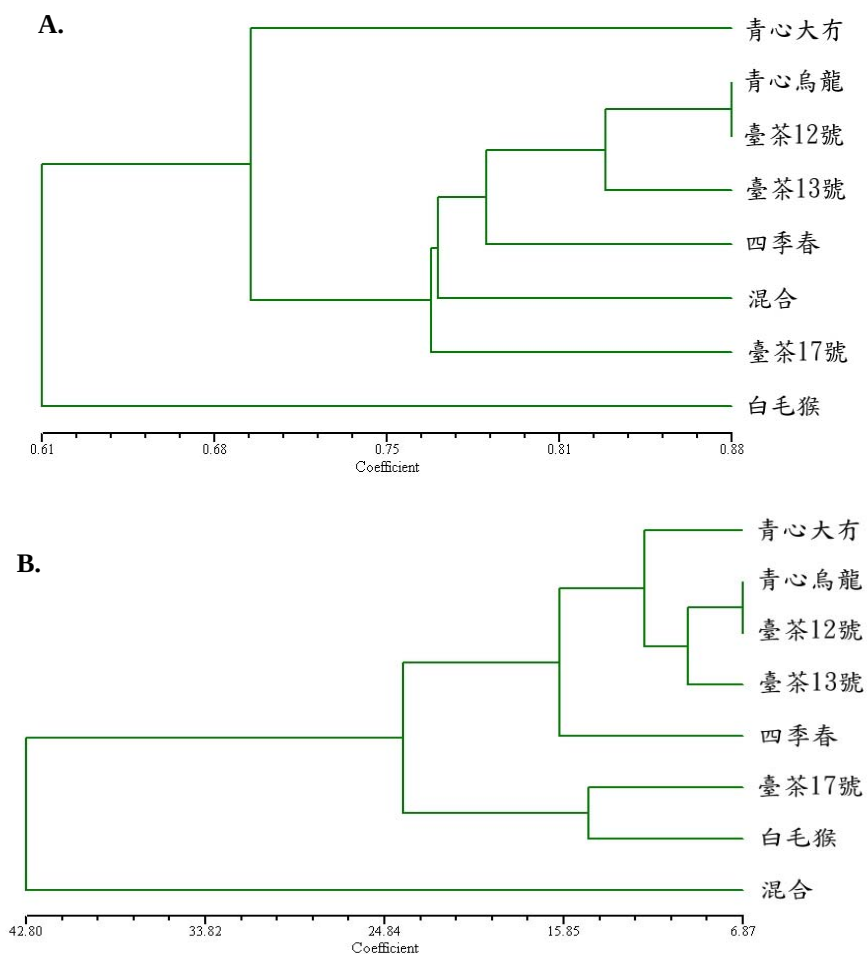
6. 陳右人. 2006. 臺灣茶樹育種. 植物種苗 8(2): 1-20。
7. 陳國任. 2003. 茶葉品質的評鑑. pp.86-91. In: 台灣的茶葉. 遠足文化, 台北。
8. 陳惠藏、吳聲舜、陳信言. 2004. 小綠葉蟬吸食茶菁製茶試驗. 台灣茶業研究彙報 23: 79-89。
9. 趙冬香、陳宗懋、程家安. 2002. 茶樹假眼小綠葉蟬--白斑獵蛛間化學通訊物的分離與活性鑑定. 茶葉科學 22: 109-114。
10. 劉士綸、蔡永生、區少梅. 2010. 台灣三大半球型烏龍茶主要物化成分之比較及其鑑別. 臺灣 農業化學與食品科學 48(2): 55-63。
11. 蔡憲宗、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. 臺灣茶業研究彙報 22: 17-31。
12. 蕭建興、朱德民. 2002. 小綠葉蟬為害對茶樹芽葉生長及化學成分的影響. 台灣茶業研究彙報 21: 33-50。
13. 薛雲峰. 2003. 極風茶：白毫烏龍. 宇河文化出版有限公司. 台北，台灣。
14. 譚和平、李斌、張云嫦、史謝飛、馮德建. 2009. 靜態頂空-氣質聯用法測定茶葉香氣. 中國測試 35(4): 62-64。
15. Alissandrakis, E., Daferera, D., Tarantilis, P. A., Polissiou, M. and Harizanis, P. C. 2003. Ultrasound-assisted extraction of volatile compounds from citrus flowers and citrus honey. Food Chem., 82: 575-582.
16. Boido, E., Lloret, A., Medina, K., Fariña, L., Carrau, F., Versini, G. and Dellacassa, E. 2003. Aroma composition of *Vitis vinifera* cv. Tannat: the typical red wine from Uruguay. J. Agric. Food Chem. 51: 5408-5413.
17. He, W., Hu, X., Zhao, L., Liao, X., Zhang, Y., Zhang, M. and Wu, J. 2009. Evaluation of Chinese tea by the electronic tongue: correlation with sensory properties and classification according to geographical origin and grade level. Food Res. Int. 42: 1462-1467.
18. Lin, S.Y., Roan, S. F., Lee, C. L. and Chen, I. Z. 2010. Volatile organic components of fresh leaves as indicators of indigenous and cultivated citrus species in Taiwan. Biosci. Biotech. and Biochem. 74: 806-811.
19. Nawrath, C., Métraux, J. and Genoud, T. 2006. Chemical signals in plant resistance: salicylic acid. pp. 143-165. In: Tuzun, S. and Bent, E. (ed.), Multigenic and Induced Systemic Resistance in Plants. Springer, NY, U.S.A.
20. Pripdeevech, P. and Machan, T. 2011. Fingerprint of volatile flavour constituents and antioxidant activities of teas from Thailand. Food Chem. 125: 797-802.
21. Radovica, B. S., Carerib, M., Mangiab, A., Muscib, M., Gerbolesc, M. and Anklam, E. 2001. Contribution of dynamic headspace GC-MS analysis of aroma compounds to authenticity testing of honey. Food Chem. 72: 511-520.
22. Tieman, D., Bliss, P., McIntyre, L. M., Blandon-Ubeda, A., Bies, D., Odabasi, A. Z., Rodriguez, G. R., der Knaap, E., Taylor, M. G., Goulet, C., Mageroy, M. H., Snyder, D. J., Colquhoun, T., Moskowitz, H., Clark, D. G., Sims, C., Bartoshuk, L. and Klee, H. J. 2012. The chemical interactions underlying tomato flavor preferences. Curr. Biol. 22: 1035-1039.

白毫烏龍茶製作品種及比賽茶等級與揮發性有機化合物之相關性初探¹表一、白毫烏龍茶品種間沖泡後茶葉揮發性化合物之相對比例含量^zTable 1. Relative ratio in content of volatile organic compounds after brewing in different cultivars of White-tip Oolong tea^z

RT ^y	Compound	青心 大有	青心 烏龍	臺茶 12 號	臺茶 13 號	臺茶 17 號	白毛猴	四季春	混和
6.02	Benzaldehyde	2.95	2.99	3.14	4.98	3.99	3.02	4.54	5.93
6.53	β -Myrcene	3.32	6.00	5.18	5.87	5.00	4.68	7.12	4.37
7.54	Benzyl alcohol	2.51	0.00	1.44	0.00	1.83	0.00	2.38	2.38
7.79	Phenylacetaldehyde	5.63	4.04	4.16	5.90	5.67	4.47	5.03	5.60
8.46	cis-Linalool oxide	3.82	3.68	5.66	8.58	8.41	5.92	7.74	17.20
8.90	trans-Linalool oxide	3.37	1.57	5.70	7.18	5.90	3.51	4.22	22.21
9.26	Linalool	19.18	8.57	10.20	13.33	29.32	40.69	20.33	55.50
9.36	Hotrienol	9.50	9.61	13.69	16.61	7.33	7.36	18.11	7.85
9.63	Phenylethyl alcohol	3.87	1.29	1.88	2.79	2.42	1.68	8.23	4.60
10.49	Benzeneacetonitrile	--	0.25	0.32	0.42	0.34	--	0.49	0.34
10.68	Hexyl isobutanoate	--	--	--	--	0.31	--	--	--
11.44	cis-Linalool oxide II	0.28	0.27	0.48	0.54	0.37	0.28	0.46	0.54
11.59	trans-Linalool oxide II	--	0.24	0.43	0.35	0.27	--	0.22	0.50
11.94	3-Hexenyl butanoate	1.28	0.46	0.86	0.72	1.54	0.40	1.73	0.66
12.19	Methyl salicylate	2.09	0.85	1.94	1.55	6.62	0.58	2.58	8.11
12.68	Decanal	--	--	0.31	0.41	0.26	--	0.60	0.22
13.30	Nerol	0.36	0.18	0.57	0.24	0.33	--	0.64	0.24
13.53	cis-3-Hexenyl-2-methylbutanoate	0.81	0.69	1.33	1.38	0.74	0.60	2.55	1.31
13.72	cis-3-Hexenyl valerate	1.56	0.69	1.37	1.20	1.59	0.40	2.16	1.25
14.27	Geraniol	4.72	4.56	5.30	2.06	3.41	0.96	9.64	1.77
14.71	2-Decenal	--	--	--	0.15	--	--	0.25	--
14.89	α -Citral	--	--	0.29	--	0.21	--	0.38	--
16.24	Indole	--	--	--	0.27	--	--	0.25	0.34
16.80	trans, trans-2,4-Decadienal	--	--	--	--	0.21	--	--	0.30
16.92	Methyl geranate	0.49	0.38	0.53	0.23	0.73	--	0.64	0.34
18.52	2-Undecenal	--	0.25	0.10	0.15	--	0.22	0.26	--
18.92	cis-3-Hexenyl hexanoate	2.48	1.91	1.67	1.39	3.51	0.72	7.78	2.01
19.08	Hexyl hexanoate	1.28	1.04	0.97	1.07	2.85	--	3.14	0.92
19.16	trans-2-Hexenyl hexanoate	0.91	0.65	0.78	0.66	1.76	--	3.20	0.73
19.92	α -Ionone	--	--	--	--	--	0.13	--	--
20.51	Geranylacetone	0.30	0.18	0.12	0.14	0.16	0.16	0.32	--
20.64	trans- β -Farnesene	--	--	--	--	--	--	0.12	0.16
20.94	Uuknown 20.94	1.08	0.55	1.04	1.60	1.04	1.27	2.28	1.47
21.12	β -Ionone	--	0.56	0.15	0.13	0.20	0.49	0.25	--
21.61	α -Farnesene	0.80	--	--	0.15	0.18	0.14	1.16	0.23
21.85	σ -Cadinene	1.00	0.21	0.16	--	--	--	0.19	0.14
21.93	Calamenene	0.35	--	--	--	--	--	--	--
22.55	Nerolidol	0.22	0.25	0.17	0.59	0.28	0.17	1.93	0.42
22.72	cis-3-Hexenyl benzoate	0.35	0.21	0.10	0.18	0.18	0.26	0.27	0.28
22.90	n-Hexyl benzoate	0.22	0.27	0.09	0.17	--	--	0.25	0.14
23.53	Uuknown 23.53	0.49	0.62	0.65	1.35	0.76	0.90	0.86	1.14

z: 相對比例含量為化合物峰面積與最接近內標準品峰面積的比值

y: RT: 滯留時間 (retention time)



圖一、白毫烏龍茶品種間沖泡後茶葉揮發性有機化合物 (A) 種類及 (B) 相對比例含量之聚類樹狀圖。

(A) 相似距離以 Jaccard's coefficient 計算；(B) 相似距離以 Euclid coefficient 計算

Fig. 1. Dendrograms of (A) kinds and of (B) relative ratio in content from volatile organic compounds in White-tip Oolong tea made from different cultivars

(A) using Jaccard's coefficient for similarity distances

(B) using Euclid coefficient for similarity distances

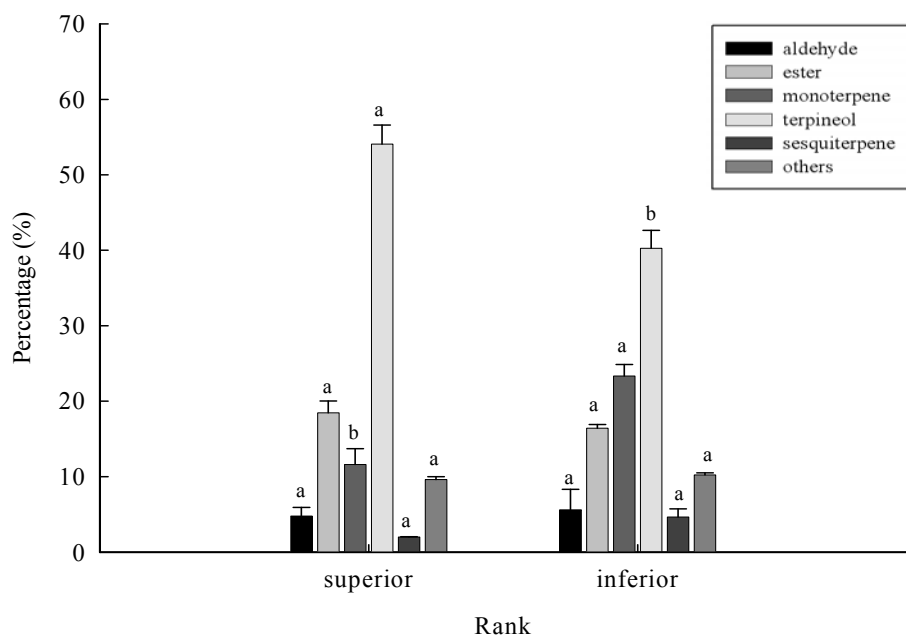
白毫烏龍茶製作品種及比賽茶等級與揮發性有機化合物之相關性初探¹

表二、白毫烏龍茶比賽等級間沖泡後茶葉揮發性有機化合物相對比例含量組成差異
 Table 2. Relative ratio in content of volatile organic compounds after brewing in different ranking of White-tip Oolong tea^z

RT ^y	Compound	頭等	貳等	參等	三梅	二梅	一梅
6.05	Benzaldehyde	3.04	4.80	1.61	3.61	1.07	0.62
6.56	β -Myrcene	6.70	6.52	6.04	7.38	5.95	7.44
7.57	Benzyl alcohol	1.46	2.91	3.81	1.28	0.90	0.77
7.84	trans- β -Ocimene	2.39	2.49	2.24	0.88	1.37	1.05
8.50	cis-Linalool oxide	4.28	10.84	7.09	1.58	1.41	0.91
8.93	trans-Linalool oxide	2.45	5.34	5.34	1.15	1.21	0.91
9.29	Linalool	6.97	13.42	10.03	2.60	4.42	3.15
9.41	Hotrienol	6.99	14.02	9.21	3.45	2.84	2.80
9.68	Phenethyl alcohol	1.69	5.16	4.69	1.34	1.04	0.95
10.12	neo-allo-Ocimene	0.33	0.75	0.45	0.08	0.25	0.16
10.19	1,3,8-p-Menthatriene	0.39	1.52	1.18	0.39	0.35	0.19
11.48	cis-Linalool oxide II	1.16	2.89	2.43	0.64	0.48	0.33
11.63	trans-Linalool oxide II	0.48	1.12	1.36	0.33	0.38	0.26
11.98	3-Hexenyl butanoate	1.01	2.03	0.97	0.85	0.64	1.39
12.25	Methyl salicylate	5.35	11.71	13.76	1.87	2.44	0.73
12.72	Decanal	0.60	--	0.34	0.24	--	--
13.17	β -Cyclocitral	--	0.42	--	--	0.13	--
13.35	Nerol	0.60	1.48	0.89	0.32	0.47	0.27
13.52	α -Terpinolene	2.06	4.34	1.65	0.91	0.61	0.36
13.75	cis-3-Hexenyl isovalerate	1.26	1.97	1.31	0.63	0.96	0.58
14.33	Geraniol	4.98	9.39	5.36	1.95	4.05	3.24
14.94	α -Citral	0.23	0.55	0.33	0.10	0.16	0.08
16.96	Methyl geranate	0.45	0.64	0.22	0.17	0.24	0.13
18.76	2-Butyl-2,7-octadien-1-ol	--	0.07	0.04	0.04	--	--
19.12	cis-3-Hexenyl hexanoate	0.96	1.17	1.00	0.94	0.61	1.92
19.30	Hexyl hexanoate	0.42	0.38	0.47	0.50	0.33	0.30
19.40	trans-2-Hexenyl hexanoate	0.25	0.33	0.29	0.40	0.20	0.26
21.74	Indole	1.76	0.53	0.89	1.01	1.41	1.78
21.94	β -Ionone	0.12	0.12	0.05	0.08	0.11	0.08
22.27	Germacrene D	--	0.07	0.06	--	0.06	0.05
22.46	α -Muurolene	0.06	0.13	0.10	0.05	0.11	0.11
22.65	α -Farnesene	0.05	0.11	0.08	--	--	0.08
22.96	σ -Cadinene	0.54	0.91	0.72	0.46	0.91	1.08
23.04	Calamenene	0.39	0.56	0.52	0.27	0.48	0.52
23.30	Cadina-1,4-diene	0.05	0.16	0.12	0.07	0.18	0.16
23.50	α -Calacorene	0.11	0.20	0.16	0.07	0.11	0.09
24.00	Nerolidol	0.06	0.15	0.16	0.04	0.05	--
24.23	cis-3-Hexenyl benzoate	0.25	0.33	0.30	0.22	0.32	0.45
24.41	n-Hexyl benzoate	0.09	0.10	0.13	0.12	0.12	--

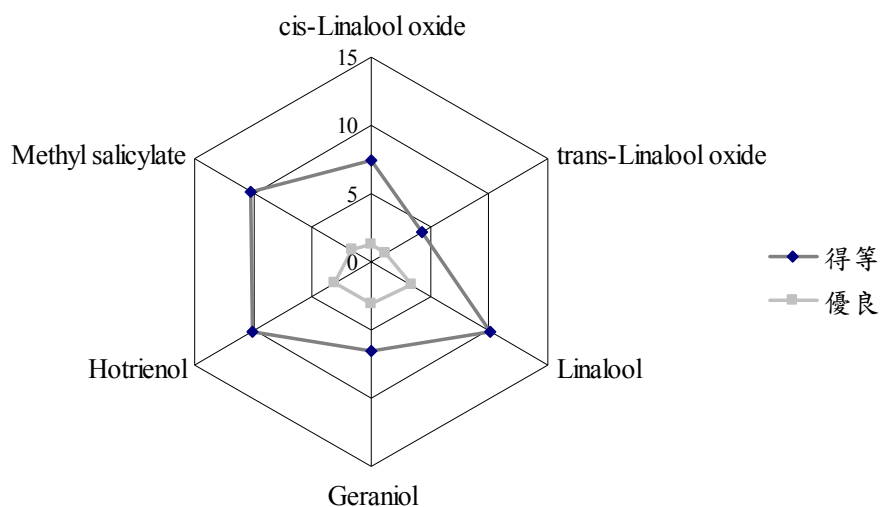
z: 相對比例含量為化合物峰面積與最接近內標準品峰面積的比值

y: RT: 滯留時間 (retention time)



圖二、白毫烏龍比賽茶等級間得等組 (superior) 與優良組 (inferior) 之揮發性有機化合物成分類別相對比例含量百分比組成差異

Fig. 2. Different compositions between superior group and inferior group in White-tip Oolong tea contest by percentage content (%) of volatile organic compounds



圖三、白毫烏龍比賽茶等級間得等組與優良組之芳樟醇及順-、反-芳樟醇氧化物、去氫芳樟醇、水楊酸甲酯及香葉醇的相對比例含量分布雷達圖

Fig. 3. Radar distribution diagram of difference in compositions of linalool, cis- and trans- linalool oxides, hotrienol, methyl salicylate, and geraniol between superior group and inferior group in White-tip Oolong tea contest

表三、2011 年苗栗茶區白毫烏龍茶比賽等級與揮發性有機化合物間正向逐步迴歸
方程式中高相關化合物之迴歸係數

Table 3. Regression coefficient of volatile organic compounds with high correlations in
forward stepwise regression equation with rankings of White-tip Oolong tea
contest in 2011 in MiaoLi County

Retention time	Compound	Regression Coefficient
8.93	trans-Linalool oxide	33.107
9.68	Phenethyl alcohol	25.544
11.63	trans-Linalool oxide II	-41.578
13.75	cis-3-Hexenyl isovalerate	-2.699
19.40	trans-2-Hexenyl hexanoate	-9.123
21.74	Indole	9.500
21.94	β -Ionone	6.405
22.65	α -Farnesene	0.771
	intercept	-79.289

Volatile Organic Compound Profiles in Cultivars and Relations to Ranking in Contest of White-tip Oolong Tea¹

Shu-Yen Lin Kuo-Renn Chen Iou-Zen Chen² Chun-Ta Wu^{3,*}
 Su-Feng Roan^{4,**}

Summary

White-tip Oolong tea is a typical strong partially fermented tea in Taiwan. The tea is famous of its honey and fruity fragrances. The best choice of cultivar in good quality of White-tip Oolong tea was Chin-hsin-da-pan. It is necessary for a good quality of White-tip Oolong tea that buds and young leaves should be infected by green leafhopper (*Jacobiasca formosana*). The quality could be ranking by sensory evaluation. We analyzed the volatile organic compounds (VOCs) of the White-tip Oolong tea from different cultivars and different ranking in contest. Using headspace solid phase microextraction collected the VOCs and analyzing was conducted by GC-MS. Cultivars made for White-tip Oolong tea were including Chin-hsin-oolong, TaiCha No.12, TaiCha No.13, TaiCha No.17, Chin-hsin-da-pan, Shii-ji-chun, and Bai-mou-hou. The profiles between different cultivars suggested that linalool oxides, hotrienol, geranyl acetone, and trans- β -ionone were the major compounds in White-tip Oolong tea's volatiles. Secondary metabolites analysis with clustering by UPGMA method showed the consistence to genetic similarity among cultivars. The VOCs also could be the effective chemical fingerprints in phylogenetic relation in analysis of cultivar's differences. The relation

-
1. Partial articles were published in the symposium of the 1st Conference on Tea Science & Technology, 2012.
 2. Deputy of Assistant Agronomist, Senior Agronomist, Director, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan, ROC.
 3. Assistant Professor, Department of Horticulture and Landscape, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, ROC.
 4. Assistant Professor, Department of Horticulture and Biotechnology, Chinese Culture University, Taipei, Taiwan, ROC.

* Co-corresponding author.

** Corresponding author.

between VOCs and contest rankings with forward stepwise regression analysis was conducted. Linalool oxides, phenethyl alcohol, indole, trans- β -ionone, and α -farnesene are the positive correlation in the regression by the VOCs and contest ranking. The result revealed the possible compounds which were the important contributors to sensory evaluations.

Key words: Headspace solid phase microextraction (HS-SPME), Gas chromatography (GC), Cluster analysis, Forward stepwise regression, Sensory evaluation

水質及水溫對茶湯品質及化學成分之影響

戴佳如¹ 劉天麟¹ 陳國任² 林金池³

摘 要

以四種市售礦泉水 (AM、BM、CM、DM)、一種市售包裝飲用水 (PD)、自來水 (TP) 及逆滲透水 (RO) 沖泡文山包種茶、高山茶及凍頂烏龍茶，將所得茶湯進行物理化學成分分析，試驗結果顯示，沖泡用水的 pH 值越高，則茶湯的 pH 值越高；以 DM、PD 和 RO 三種用水沖泡的茶湯水色可達水色標準，其餘四種用水之茶湯水色表現皆偏暗、偏黃；以 DM、PD 和 RO 三種用水沖泡之文山包種茶及高山茶，其茶湯總兒茶素濃度亦較高，但在凍頂烏龍茶則無此現象；在感官品評部分，BM、PD 和 DM 沖泡之茶湯在香氣滋味排序皆名列前三名，而 CM、TP 及 RO 水沖泡之茶湯滋味帶有菁、澀味。以 80°C、90°C 和沸水等三種不同水溫沖泡綠茶 (碧螺春)、文山包種茶、高山茶、凍頂烏龍茶、東方美人茶及紅茶，結果顯示咖啡因含量、總兒茶素含量、游離胺基酸、茶湯水色之 b 值及導電度皆隨著沖泡水溫的上升而增加，L 值則隨水溫的增加有下降的趨勢。

關鍵字：沖泡、咖啡因、總兒茶素

前 言

茶葉係利用茶樹新發的嫩芽，包括一個芽及 2~4 個嫩葉，摘下後經加工調製而成的農產加工品，茶葉沖泡後的品質，亦決定於茶湯中所含的可溶性的化學組成；此化學組成因品種、氣候、海拔、土質、樹齡、栽培法以及採摘時間、採摘的標準和方法，採摘芽的物理組成等而異，至於採收後的加工方法等更影響其茶湯中的化學成分。茶芽液胞中的物質為決定茶湯品質的重要因素，其中尤以種類多、變化複雜的多元酚類及胺基酸類的影響最大 (吳, 1997)。

1.行政院農業委員會茶業改良場 助理研究員。台灣 桃園縣。

2.行政院農業委員會茶業改良場 研究員兼製茶技術課課長。台灣 桃園縣。

3.行政院農業委員會茶業改良場 研究員兼產業服務課課長。台灣 桃園縣。

茶湯的化學成分受到保藏期間、沖泡用水 (水質、水量、水溫) 和沖泡方式 (浸泡時間、茶葉形態、茶葉用量) 等因素的影響 (甘, 1984)。茶葉作為一種飲料, 其飲用價值是透過水的溶解而實現 (郭等, 2002)。在茶葉沖泡過程中, 水質的差別直接影響到茶湯品質的好壞, 好水能發揮和增進茶湯的色、香、味。茶葉品質越好, 對水質不同所產生的影響就越敏感, 隨著茶葉品質的下降, 水對茶湯色、香、味的影響差異漸趨變小 (龔等, 2002)。唐朝陸羽《茶經》提到「其水, 用山水上, 江水中, 井水下」; 明代張大復在《梅花草堂筆談》中亦談到: 「茶性必發於水, 八分之茶, 遇十分之水, 茶亦十分矣; 八分之水, 試十分之茶, 茶只八分耳」, 可見水對於茶的重要性。

吳 (1997) 談到泡茶用水對茶湯品質的影響, 沖泡用水應注意下列各點: (1) 水質酸度以 pH6.0~6.5 為優, 微酸性可使茶湯水色明亮, 不暗黑。(2) 水中的鐵含量高於 2 ppm 即損害茶的品質。(3) 化學構成臨時或永久硬水的總成分量不可超過 10 ppm, 其中永久硬水成分量亦應低於 3~4 ppm。水的硬度與茶湯品質關係密切, 水的硬度影響水的 pH 值, 而 pH 值又影響茶湯色澤, 當 pH 大於 5 時, 湯色加深; pH 到達 7 時, 茶黃素就傾向於自動氧化而損失。其次, 水的硬度還影響茶葉有效成分的溶解度, 軟水中含其他溶質少, 茶葉有效成分的溶解度高, 故茶味濃; 而硬水中含有較多的鈣、鎂離子和礦物質, 茶葉有效成分的溶解度低, 故茶味淡。如水中鐵離子含量過高, 茶湯就會變成黑褐色, 這是茶葉中多酚類物質與鐵作用的結果。如水中鉛的含量達 0.2ppm 時, 茶味變苦; 鎂的含量大於 2 ppm 時, 茶味變淡; 鈣的含量大於 2ppm 時, 茶味變澀, 若達到 4ppm, 則茶味變苦 (劉, 1992)。

因此, 本研究擬探討不同水質 (自來水、市售礦泉水、包裝飲用水、逆滲透水) 及沖泡水溫對茶葉茶湯品質及化學成分之影響。

研究方法

一、試驗方法

(一) 以不同水質作為沖泡用水, 探討水質對茶湯品質及化學成分之影響

1. 試驗材料:

- (1) 輕發酵輕烘焙之文山包種茶: 樣品取自新北市坪林茶區。
- (2) 中發酵輕烘焙之高山茶: 樣品取自嘉義茶區。
- (3) 中發酵中烘焙之凍頂烏龍茶: 樣品取自南投鹿谷茶區。

2. 不同沖泡用水之收集及來源:

- (1) 收集四種市售品牌之礦泉水: 代號分別為 AM、BM、CM 和 DM, 符合 CNS12700 包裝礦泉水標準。
- (2) 一種市售包裝飲用水: 代號為 PD, 符合 CNS12852 包裝飲用水標準。
- (3) 自來水: 代號為 TP, 取自茶改場。
- (4) 逆滲透水: 代號為 RO, 取自茶改場。

3. 將四種市售品牌之礦泉水、一種市售包裝飲用水、茶改場自來水及逆滲透水作為沖泡用水, 以標準沖泡法沖泡之, 並進行感官品評及茶湯化學成分分析。

(二) 不同水溫對茶湯品質及化學成分之影響

1. 試驗茶樣: 綠茶 (碧螺春)、文山包種茶、高山茶、凍頂烏龍茶、東方美人茶及紅茶。

2. 沖泡水溫：沸水及沸水冷卻至 90℃、80℃ 三種。
3. 沖泡方式：3 公克茶葉以 150 毫升熱水沖泡。

二、分析方法

1. pH：以 pH-meter 測定之。
2. 導電度：以導電度計測定之。
3. 水色：以 Hunter Lab UltraScan PRO 色澤分析儀測定之。L 值越大表示茶湯越澄清明亮，反之則越暗濁；a 值正時表偏紅色，負時表偏綠色；b 值正時表偏黃色，負時表偏藍色。
4. 兒茶素與咖啡因之測定

將茶湯以 0.45 μ m 之 PVDF 過濾碟過濾後，以 HPLC 分析，HPLC 之分析條件如下：

Column: Merck CART 250-4 PUROSPHER STAR RP-18 (E) 5 μ m

Eluent A: 0.1% acetonitrile, 5% N,N-Dimethylformamide, 0.1% phosphoric acid

Eluent B: acetonitrile

Flow rate: 1 mL/min

Detector: Thermo UV6000LP

Wave length: 280 nm

Injection volume: 10 μ L

5. 游離胺基酸

取 10mL 茶湯至離心管中，加入 15mL RO 水和 0.16g PVPP 後，震盪 35 min，以 Whatman No.41 濾紙過濾，定量至 100mL，用 Ninhydrin 呈色法以分光光譜儀測定吸光值，測定波長為 570 nm。

6. 水質元素分析

取 22.5 mL 經充分混合且均勻化之酸化水樣，置於具有洩壓裝置之消化瓶中。於排煙櫃中加入 2.5 mL 濃硝酸，將樣品與消化液置入消化瓶後即予加蓋密封，消化程式設定在使每個樣品約 10 分鐘內加熱到達 170 $\pm$ 5 °C，並在該溫度下維持加熱 10 分鐘。樣品消化完成後，取出消化瓶並移至抽氣櫃內，並靜置冷卻，將樣品倒入定量瓶內，以試劑水稀釋至刻度後，利用 ICP 進行檢測。

結果與討論

一、水質對茶湯品質及化學成分之影響

本試驗水樣取自四種市售礦泉水、一種市售包裝飲用水、茶改場實驗室自來水及逆滲透水共七種。表一為七種水質的基本性質分析，PD、DM、RO 水的 pH 值小於 7，其餘皆大於 7，以 TP 之 pH 值達 7.88 為最高；導電度以 RO (1.25) 最低，其次依序為 PD (8.77) 和 DM (27.4)，而 TP 及 AM 最高，皆大於 200 μ S/cm；總硬度以 TP 最高，其次依序為 AM、CM、BM、DM、PD 和 RO。

表二為比較不同水質沖泡文山包種茶、高山茶和凍頂烏龍茶的茶湯 pH 值，由結果資料顯示，以 RO、PD、DM 三種水沖泡所得之茶湯 pH 值皆較其他四種低，且達顯著性差異水準；文山包種茶、高山茶和凍頂烏龍茶皆有相同的趨勢，在導電度 (表三) 的部分也有相似的結果，顯示茶湯的表現會受到沖泡用水本身性質的影響。

在茶湯水色方面，感官品評結果以 RO、PD 和 DM 沖泡之茶湯水色較接近標準水色，其他四種水所沖泡的茶湯水色偏黃（圖一 ~ 圖三），而由色澤分析儀所得到的之結果亦同，水色以 RO、PD、DM 三種水沖泡所得之茶湯之 L 值較為明亮（表四），在 b 值的部分（表五）以 RO、PD、DM 三種水沖泡所得之茶湯較低，在文山包種茶、高山茶和凍頂烏龍茶皆有相同的趨勢，且與其他四種用水達顯著性差異水準。林 (2007) 以 RO 水、一般調理用水與自來水萃取綠茶時，其萃出茶湯濁度分別為 6.8、7.7 及 20.5 NTU，自來水所萃茶湯的濁度為 RO 水的 301%，即 RO 水萃取的茶湯明顯較澄清。鄭 (1992) 比較去離子水、蒸餾水和自來水對茶飲料混濁及沉澱之影響，發現去離子水沉澱情形最少。以蒸餾水沖泡的茶湯水色較為明亮，自來水則水色較暗且在短時間內呈混濁狀（吳等，1995；張和楊，1994）。

圖四為不同水質沖泡文山包種茶、高山茶和凍頂烏龍茶之茶湯總兒茶素濃度變化，文山包種茶中以 RO 最高，其次依序為 DM、PD、CM、AM、BM，而 TP 則是最低，且 RO、DM、PD 皆明顯高於其他四種用水，且達顯著性差異水準；高山茶也有相同的趨勢，亦是以 RO、DM、PD 所沖泡的茶湯總兒茶素含量較高；在凍頂烏龍茶的部分，則沒有像文山包種茶和高山茶有相同結果，總兒茶素含量以 RO 沖泡的茶湯濃度最高，TP 最低，達顯著性差異水準，而其他水質之間的處理則沒有顯著性的差異。茶湯中咖啡因和總游離胺基酸的濃度在不同水質之間的處理則沒有差異（表六、表七）。陳 (1997) 試驗結果顯示萃取水之 pH 越高，則萃取所得烏龍茶茶湯之外觀色澤越暗紅，香味也類似紅茶，多元酚成分含量則越低。Zhou et al (2009) 以自來水、活性碳吸附過的水、去離子水、蒸餾水、逆滲透水及超純水等六種水進行綠茶萃取，試驗結果顯示，去離子水獲得最大量的綠茶萃取物、多元酚及低量的咖啡因；蒸餾水會增加非酯型兒茶素的含量；活性碳吸附過的水會提高酯型兒茶素的濃度；逆滲透水處理之綠茶萃取物在六種水質中具有最高的抗氧化能力。楊 (2006) 報告指出自來水沖泡茶葉比蒸餾水所得茶多酚含量要低，可能是自來水中的金屬離子與茶多酚形成絡合物，使得茶多酚含量降低，所以用金屬含量低的水沖泡茶葉對茶多酚的溶出有利。

在感官品評部分以 BM、PD 和 DM 沖泡之文山包種茶、高山茶和凍頂烏龍茶茶湯在香氣滋味排序皆名列前三名；以 BM 沖泡之茶湯水色雖然偏黃，但濃稠度夠。CM、TP 及 RO 水沖泡之茶湯滋味帶有菁、澀味。水色之良窳與香氣、滋味並未有直接之關聯，即擁有良好之茶湯水色其香味品質未必一定亦佳，然而良好之茶湯水色則為一高品質好茶必備條件之一（蔡等，1991）。

二、不同水溫對茶湯品質及化學成分之影響

以 80℃、90℃ 和沸水等三種水溫沖泡綠茶（碧螺春）、文山包種茶、高山茶、凍頂烏龍茶、東方美人茶及紅茶之茶湯成分如表八所示，隨著沖泡水溫的增加，綠茶茶湯 pH 值有下降的趨勢，文山包種茶和高山茶之 pH 值有上升的趨勢，但差異不顯著，凍頂烏龍茶則是以 90℃ 水溫沖泡的茶湯 pH 值最高，東方美人茶和紅茶茶湯 pH 值隨著沖泡水溫的上升而下降，但處理間差異不顯著。六種茶類之導電度值皆隨著沖泡水溫的增加而上升，且各處理間皆達顯著性差異水準。

以茶湯水色而言，明亮度 (L 值) 隨著溫度的上升而下降，尤以凍頂烏龍茶、東方美人茶和紅茶在各溫度處理間皆達顯著性差異水準。隨著沖泡水溫的增加，綠茶、文山包種茶和高山茶之水色 a 值下降，b 值上升，凍頂烏龍茶在不同水溫處理中，a

值沒有明顯的變化，b 值則隨著水溫的增加而有顯著性的上升，東方美人茶和紅茶則隨著水溫的上升，a 值和 b 值皆有顯著性的增加。白 (1993) 試驗結果顯示包種茶茶湯水色會隨沖泡溫度增加、浸泡時間加長，色差結果 L 值下降，a 值下降，b 值上升。林 (2007) 以 RO 水溫度 80、60、40 及 5 °C 所萃出之綠茶茶湯的濁度分別為 8.7、6.4、5.1 及 3.1 NTU (濁度單位，係 Nephelometric turbidity unit 之簡寫)，即萃取溫度越高，茶湯濁度越高且茶乳量越大。不同水溫沖泡綠茶 (碧螺春)、文山包種茶、高山茶、凍頂烏龍茶、東方美人茶及紅茶之茶湯水色如圖五所示。

本試驗六種茶類之茶湯中總兒茶素、咖啡因和總游離胺基酸的濃度皆隨著沖泡水溫的增加而增加 (表八)。一般來說，泡茶水溫與茶葉中有效物質在水中的溶出率呈正相關，水溫越高，溶解度越大，茶湯就越濃；反之，水溫越低，溶出率越小，茶湯就越淡 (劉，1992)。廖 (2009) 分析結果顯示玉山烏龍茶茶湯中各成份 (可溶性固形物、總多元酚、咖啡因、兒茶素類) 之含量，會隨萃取溫度提高、萃取時間延長與萃取 pH 值的降低而增加。中川致之氏 (1972) 報告指出用 65°C 沖泡煎茶，其胺基酸容易溶出，而兒茶素類不易溶出，可提高茶湯的甘味，減降苦澀味，亦即提高其品質。阮 (1991) 試驗結果指出以高溫 (90°C) 沖泡綠茶時，其茶湯滋味較低溫 (70°C) 沖泡者苦澀，乃由於茶葉中的苦澀味成分咖啡因及多元酚類在高溫下有較高的溶出率。

以不同水溫沖泡台灣六種茶類之感官品評如下，綠茶：80°C 及 90°C 水溫沖泡之茶湯，鮮爽、甜和，以沸水沖泡之茶湯澀。文山包種茶：80°C 及 90°C 水溫沖泡之茶湯，滋味淡、清香、甘甜，以沸水沖泡之茶湯，香味濃郁、甘醇。高山茶：80°C 水溫沖泡之茶湯，滋味淡、甜和、形狀無法展開，以沸水沖泡之茶湯，香味濃郁、甘醇。凍頂烏龍茶：80°C 水溫沖泡之茶湯，滋味淡、甜、酸；凍頂烏龍茶為高溫烘焙過，以沸水沖泡者佳。東方美人茶：80°C 水溫沖泡之茶湯，蜜香、滋味甘甜；90°C 水溫沖泡之茶湯，蜜香、微澀；沸水沖泡之茶湯，微酸、悶澀。紅茶：80°C 水溫沖泡之茶湯，菁、淡、滋味甘甜；90°C 水溫沖泡之茶湯，甘醇、菁味消失；沸水沖泡之茶湯，收斂性明顯。因此，泡茶水溫的掌控，主要視泡什麼茶而定，越嫩採的茶葉，沖泡水溫要低。

結論與建議

以 RO、DM、PD 沖泡之文山包種茶和高山茶茶湯中，總兒茶素濃度明顯高於其他四種用水，這顯示用硬度低且 pH 值低的水沖泡文山包種茶和高山茶對總兒茶素的溶出有利。而在凍頂烏龍茶的部分，則沒有像文山包種茶和高山茶有相同結果，未來將進一步探討是否為烘焙因素所造成的。在感官品評部分以 DM 和 PD 沖泡的茶湯水色可達水色標準，且香氣滋味表現亦較佳；RO 沖泡之茶湯水色雖達水色標準，但茶湯滋味帶有菁味及澀味；其餘四種用水之茶湯水色表現皆偏暗、偏黃，CM、TP 沖泡之茶湯顯現菁味及澀味。水色之良窳與香氣、滋味並未有直接之關聯，即擁有良好之茶湯水色其香味品質未必一定亦佳，然而良好之茶湯水色則為一高品質好茶必備條件之一 (蔡等，1991)。未來可進一步探討不同水質對不發酵茶、部分發酵茶和全發酵茶之茶湯品質及化學成分之影響，以獲得更具完整性的結果。另一方面，對水質而言，礦泉水有很多類型，如本試驗所收集到的四種礦泉水其基本性質就不同，泡茶品質當然也不同。以一般消費者來說，並不見得會花額外的費用購買市面上的礦泉水或包裝飲用水來泡茶，亦或者是特地到山上裝取山泉水作為泡茶用水，因此，如何將我們隨手可取得的水源 (自來水) 透過相關簡易的處理，就可改善至適合沖泡茶葉的水質，

是值得我們努力的目標。

泡茶水溫與茶葉中有效物質在水中的溶出率呈正相關，茶湯中總兒茶素、咖啡因和總游離胺基酸的濃度皆隨著沖泡水溫的增加而增加，泡茶水溫的掌控，主要視泡什麼茶而定，以獲得該茶類最好的品評風味。本試驗三種沖泡水溫處理中，綠茶（碧螺春）以 80~90℃ 優於沸水，文山包種茶以 90℃~沸水優於 80℃，高山茶及凍頂烏龍茶以沸水沖泡較佳，東方美人茶以 80~90℃ 優於沸水，紅茶以 90℃~沸水優於 80℃。

參考文獻

1. 中川致之. 1972. 茶之五味. 茶 第 25 卷第九號。
2. 甘子能. 1984. 茶葉化學入門. 台灣省茶業改良場林口分場。
3. 白芳禎. 1993. 沖泡條件對包種茶茶湯品質之影響. 國立中興大學 食品科學系碩士論文。
4. 阮逸明. 1991. 茶葉可溶分及主要化學成分萃取之研究. 台灣茶業研究彙報 10: 89-108。
5. 吳聲舜、陳國任、莊瓊昌. 1995. 水質對茶湯水色之影響. 台灣茶業研究彙報 14: 89-99。
6. 吳振鐸. 1997. 從茶湯之化學成分談台灣茶葉品質之改進問題. 吳振鐸茶學研究論文選集 pp. 864-880。
7. 林世民. 2007. 綠茶飲料去除茶乳製程之探討. 中興大學食品暨應用生物科技學系碩士論文。
8. 陳清泉、尤新輝、程竹青. 1997. 水質、pH 及金屬離子對烏龍茶茶湯色澤及多元酚含量之影響. 食品科學 24(3): 331-347。
9. 郭桂義、袁丁、羅娜、王廣銘、王榮獻. 2002. 水質對信陽毛尖茶沖泡品質的影響研究初報. 信陽農業高等專科學校學報 12(1): 40-42。
10. 張鳳屏、楊光盛. 1994. 包種茶中無機成分之含量與其浸出率之研究. 台灣茶業研究彙報 13: 121-138。
11. 楊柳、全曉菲、董川. 2006. 茶多酚溶出動態的研究. 蘭州交通大學學報 25(6): 157-160。
12. 廖文誠. 2009. 萃取條件對玉山烏龍茶飲品質之影響. 國立中興大學食品暨應用生物科技學系所碩士論文。
13. 蔡永生、區少梅、張如華. 1991. 包種茶茶湯水色 I. 包種茶茶湯水色與酚類化合物之關係. 台灣茶業研究彙報 10: 65-75。
14. 鄭正宏. 1992. 改善冷飲茶混濁及沉澱現象之研究. 茶葉產製技術研討會專刊 pp. 173-175。
15. 劉祖生. 1992. 茶的沖泡. 中國茶經. 上海市：上海文化出版社 pp. 580-586。
16. 龔永新、蔡烈傳、黃啓亮. 2002. 三峽茶區不同水質泡茶效果的研究. 湖北農學院學報 22(2): 131-134。
17. Zhou, D. R., Chen, Y. Q., and Ni, D. J. 2009. Effect of water quality on the nutritional components and antioxidant activity of green tea extracts. Food Chemistry, 113: 110-114.

Effects of Water Quality and Temperature on Tea Liquor Quality and Chemical Compositions

Jia-Ru Dai¹ Ten-Lin Liu¹ Kuo-Renn Chen² Jin-Chih Lin³

Summary

Wenshen Paochung tea, High-mountain Oolong tea and Dongding Oolong tea were brewed by four packaged mineral water (AM, BM, CM and DM), one packaged drinking water (PD), tap water (TW) and reverse osmosis water (RO). The results indicate that the higher pH of the brewing water the higher pH of tea liquor. When brewing with DM, PD and RO, tea liquors showed normal liquor color. The others were darkish and yellow. Wenshen Paochung tea, High-mountain Oolong tea brewed by DM, PD and RO had higher concentration of total catechins in tea liquors except for the Dongding Oolong tea. In sensory test, tea liquors prepared by BM, PD and DM were the top three of flavor and taste, CM, TP and RO had astringent and grassy flavor. Green tea (Biluochun), Wenshen Paochung tea, High-mountain Oolong tea, Dongding Oolong tea, Oriental Beauty tea and Black tea were brewed by three kinds of water temperature. The results indicate that the concentration of caffeine, total catechins, free amino acid and electronic conductivity and “b” values of liquor color increased with water temperature, but the “L” values were decreased with temperature.

Key words: Brewing, Caffeine, Total catechins

-
1. Assistant Researchers, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan. R.O.C.
 2. Chief of Tea Processing Section, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan. R.O.C.
 3. Chief of Industry Service Section, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan. R.O.C.

表一、水質之基本性質分析

Table 1. Quality parameters of different kind of waters

水質	pH	EC (μ S/cm)	總硬度 (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	K (mg/L)	Na (mg/L)	Fe (mg/L)
AM	7.04	211	78	18.9	7.56	1.35	5.63	0.031
BM	7.20	145	44	10.8	4.05	1.05	9.39	0.018
PD	6.05	8.77	3.7	1.11	0.22	0.40	0.94	0.018
CM	7.16	149	45	11.0	4.21	0.94	9.35	0.021
DM	6.39	27.4	8.9	2.43	0.69	0.43	1.83	0.026
TP	7.88	215	82	21.9	6.54	1.97	6.00	0.037
RO	6.05	1.25	1.9	0.54	0.14	0.48	0.34	0.065

註：AM、BM、CM、DM 皆為市售礦泉水；PD 為市售包裝飲用水；TP 為自來水、RO 為逆滲透水。

表二、不同水質沖泡文山包種茶、高山茶和凍頂烏龍茶之茶湯 pH 變化

Table 2. Tea liquor pH of Wenshen Paochung tea, High-mountain tea and Dongding Oolong tea brewed by different kind of waters

水質	文山包種茶	高山茶	凍頂烏龍茶
AM	6.54 ^b	6.65 ^b	6.41 ^b
BM	6.64 ^{ab}	6.69 ^{ab}	6.53 ^a
PD	5.83 ^d	5.93 ^d	5.57 ^d
CM	6.58 ^b	6.66 ^b	6.43 ^{ab}
DM	6.00 ^c	6.06 ^c	5.78 ^c
TP	6.73 ^a	6.76 ^a	6.53 ^a
RO	5.76 ^d	5.84 ^e	5.55 ^d

Means within each column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

表三、不同水質沖泡文山包種茶、高山茶和凍頂烏龍茶之茶湯導電度變化

Table 3. Tea liquor conductivity of Wenshen Paochung tea, High-mountain Oolong tea and Dongding Oolong tea brewed by different kind of waters

水質	文山包種茶 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	高山茶 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	凍頂烏龍茶 (S/cm)
AM	663 ^{ab}	649 ^a	684 ^a
BM	639 ^{abc}	615 ^a	631 ^a
PD	550 ^c	521 ^b	510 ^b
CM	689 ^a	606 ^a	623 ^a
DM	559 ^{bc}	526 ^b	516 ^b
TP	667 ^a	657 ^a	653 ^a
RO	546 ^c	521 ^b	537 ^b

Means within each column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

表四、不同水質沖泡文山包種茶、高山茶和凍頂烏龍茶之茶湯水色 L 值

Table 4. Tea liquor color L value of Wenshen Paochung tea, High-mountain Oolong tea and Dongding Oolong tea brewed by different kind of waters

水質	文山包種茶	高山茶	凍頂烏龍茶
AM	88.58 ^b	87.80 ^c	84.31 ^b
BM	88.34 ^b	87.85 ^c	84.18 ^b
PD	89.45 ^a	89.26 ^a	87.06 ^a
CM	88.08 ^b	88.13 ^c	84.31 ^b
DM	89.27 ^a	88.73 ^b	86.94 ^a
TP	88.28 ^b	88.10 ^c	84.48 ^b
RO	89.37 ^a	89.07 ^{ab}	86.99 ^a

Means within each column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

表五、不同水質沖泡文山包種茶、高山茶和凍頂烏龍茶之茶湯水色 b 值

Table 5. Tea liquor color b value of Wenshen Paochung tea, High-mountain Oolong tea and Dongding Oolong tea brewed by different kind of waters

水質	文山包種茶	高山茶	凍頂烏龍茶
AM	16.54 ^b	16.44 ^a	25.86 ^a
BM	17.42 ^{ab}	17.07 ^a	25.99 ^a
PD	9.98 ^c	9.73 ^b	16.55 ^b
CM	19.06 ^a	16.00 ^a	25.67 ^a
DM	11.19 ^c	10.43 ^b	17.44 ^b
TP	17.72 ^{ab}	16.70 ^a	25.53 ^a
RO	9.85 ^c	9.54 ^b	17.11 ^b

Means within each column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

表六、不同水質沖泡文山包種茶、高山茶和凍頂烏龍茶之茶湯咖啡因濃度變化

Table 6. The concentration of caffeine of Wenshen Paochung tea, High-mountain Oolong tea and Dongding Oolong tea brewed by different kind of waters

水質	文山包種茶 (mg/L)	高山茶 (mg/L)	凍頂烏龍茶 (mg/L)
AM	266 ^a	279 ^a	267 ^a
BM	265 ^a	286 ^a	270 ^a
PD	258 ^a	287 ^a	254 ^a
CM	276 ^a	275 ^a	259 ^a
DM	266 ^a	285 ^a	251 ^a
TP	258 ^a	280 ^a	249 ^a
RO	267 ^a	297 ^a	268 ^a

Means within each column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

表七、不同水質沖泡文山包種茶、高山茶和凍頂烏龍茶之茶湯游離胺基酸濃度變化
 Table 7. The concentration of total free amino acid of Wenshen Paochung tea, igh-mountain Oolong tea and Dongding Oolong tea brewed by different kind of waters

水質	文山包種茶 (mg/L)	高山茶 (mg/L)	凍頂烏龍茶 (mg/L)
AM	166 ^a	187 ^a	111 ^a
BM	175 ^a	196 ^a	112 ^a
PD	180 ^a	201 ^a	94 ^a
CM	184 ^a	209 ^a	108 ^a
DM	181 ^a	211 ^a	110 ^a
TP	168 ^a	219 ^a	108 ^a
RO	177 ^a	209 ^a	109 ^a

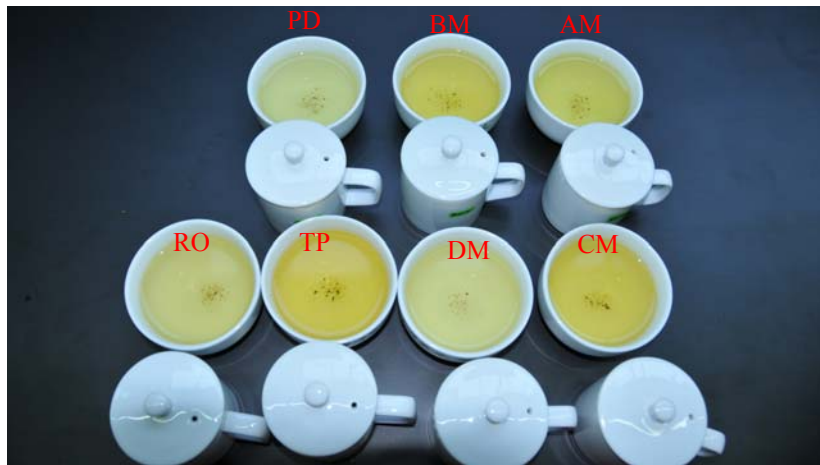
Means within each column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

表八、不同水溫沖泡綠茶 (碧螺春)、文山包種茶、高山茶、凍頂烏龍茶、東方美人茶及紅茶之茶湯物理化學成分變化

Table 8. The physicochemical composition of Green tea (Biluochun), Wenshen Paochung tea, High-mountain Oolong tea, Dongding Oolong tea, Oriental Beauty tea and Black tea brewed by different water temperature

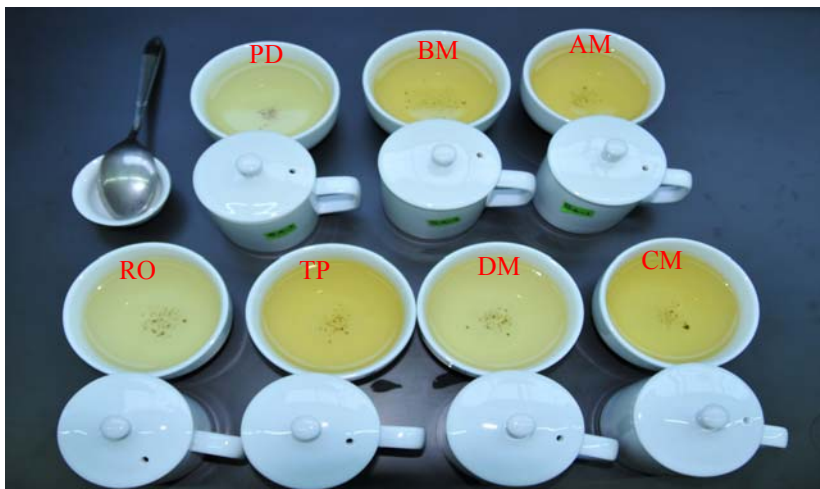
		pH	EC	L	a	b	TC	Caffeine	FAA
			μS/cm				mg/L	mg/L	mg/L
綠茶 (碧螺春)	80℃	5.63 ^a	360 ^c	90.35 ^a	-1.78 ^a	5.25 ^c	436 ^c	188 ^c	250 ^b
	90℃	5.58 ^{ab}	451 ^b	90.29 ^a	-2.02 ^b	5.93 ^b	522 ^b	287 ^b	264 ^b
	沸水	5.52 ^b	585 ^a	89.94 ^b	-2.30 ^c	7.58 ^a	728 ^a	397 ^a	312 ^a
文山 包種茶	80℃	5.72 ^b	288 ^c	90.22 ^a	-2.49 ^a	7.50 ^c	282 ^c	103 ^c	177 ^b
	90℃	5.80 ^a	373 ^b	89.95 ^a	-3.00 ^b	9.49 ^b	343 ^b	179 ^b	212 ^{ab}
	沸水	5.83 ^a	505 ^a	89.53 ^b	-3.35 ^c	11.89 ^a	469 ^a	286 ^a	235 ^a
高山茶	80℃	5.73 ^a	450 ^c	90.46 ^a	-1.76 ^a	4.93 ^c	195 ^c	72 ^c	146 ^b
	90℃	5.74 ^a	519 ^b	90.14 ^{ab}	-2.16 ^b	6.77 ^b	282 ^b	135 ^b	175 ^b
	沸水	5.78 ^a	609 ^a	89.82 ^b	-2.68 ^c	9.08 ^a	487 ^a	267 ^a	220 ^a
凍頂 烏龍茶	80℃	5.54 ^b	439 ^c	88.77 ^a	-1.53 ^a	10.60 ^c	264 ^c	107 ^c	120 ^b
	90℃	5.80 ^a	491 ^b	87.70 ^b	-1.53 ^a	14.63 ^b	364 ^b	175 ^b	127 ^b
	沸水	5.41 ^b	577 ^a	86.43 ^c	-1.52 ^a	19.93 ^a	554 ^a	290 ^a	182 ^a
東方美 人茶	80℃	4.80 ^a	342 ^c	87.84 ^a	-2.80 ^b	17.66 ^c	78 ^c	149 ^c	68 ^b
	90℃	4.65 ^a	408 ^b	86.58 ^b	-2.80 ^b	23.16 ^b	111 ^b	281 ^b	78 ^b
	沸水	4.67 ^a	454 ^a	84.59 ^c	-2.07 ^a	30.63 ^a	140 ^a	432 ^a	106 ^a
紅茶	80℃	4.85 ^a	750 ^b	77.44 ^a	4.54 ^c	62.31 ^c	39 ^c	215 ^c	205 ^a
	90℃	4.78 ^a	828 ^b	74.57 ^b	8.32 ^b	69.96 ^b	49 ^b	307 ^b	230 ^a
	沸水	4.72 ^a	935 ^a	70.36 ^c	14.07 ^a	78.14 ^a	63 ^a	417 ^a	221 ^a

TC = GC + EGC + C + EC + EGCG + CG + ECG + GCG ; FAA : Free amino acid ; Means within each column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.



圖一、不同水質沖泡文山包種茶之茶湯水色

Fig. 1. Tea liquor color of Wenshen Paochung tea brewed by different kind of waters



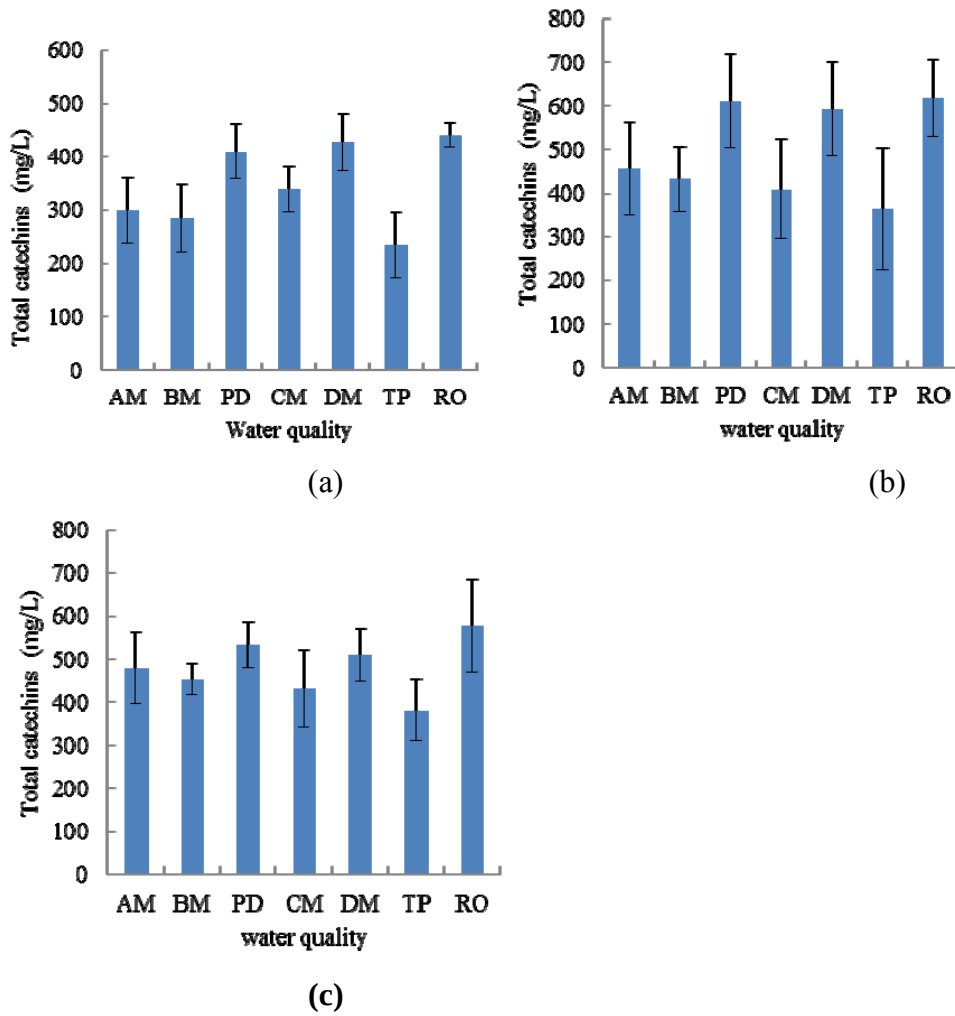
圖二、不同水質沖泡高山茶之茶湯水色

Fig. 2. Tea liquor color of High-mountain Oolong tea brewed by different kind of waters



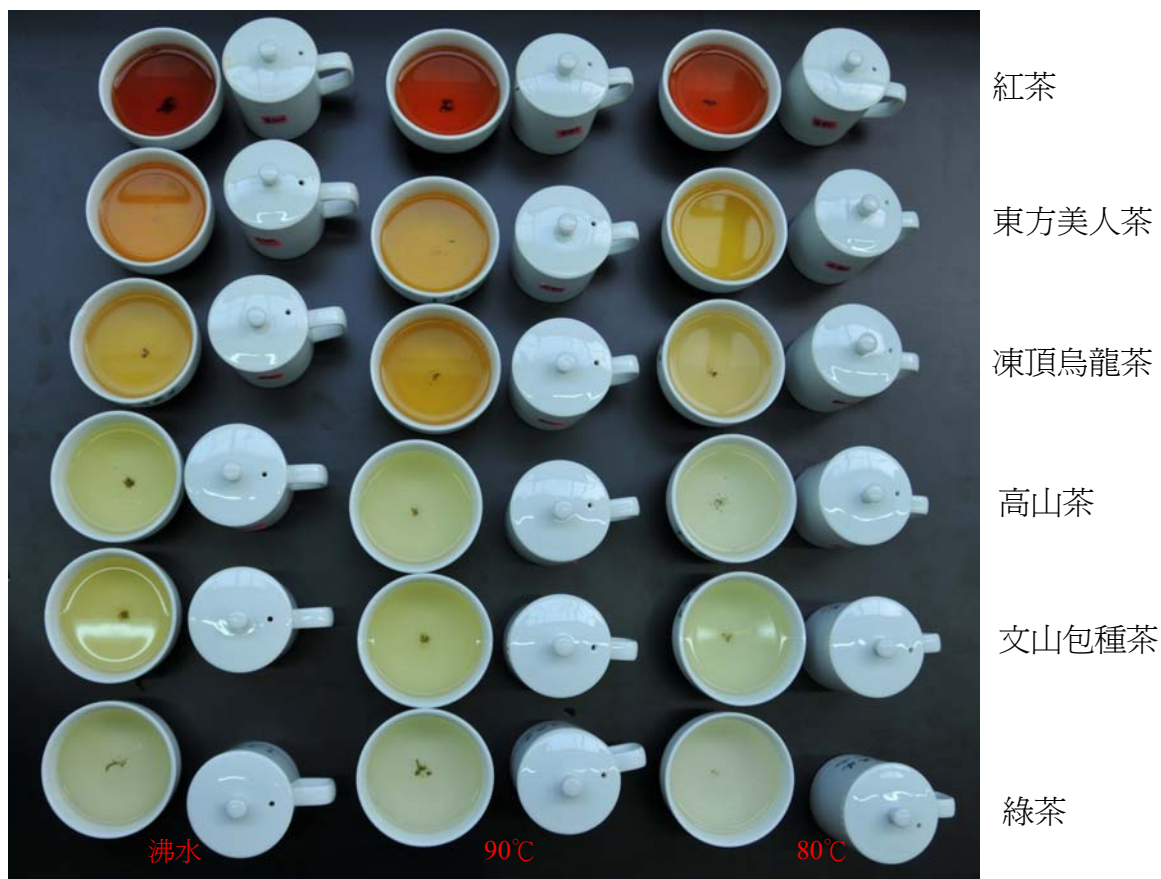
圖三、不同水質沖泡凍頂烏龍茶之茶湯水色

Fig. 3. Tea liquor color of Dongding Oolong tea brewed by different kind of waters



圖四、不同水質沖泡(a)文山包種茶、(b)高山茶及(c)凍頂烏龍茶之茶湯總兒茶素濃度變化

Fig. 4. The concentration of total catechins of (a) Wenshen Paochung tea, (b) High-mountain Oolong tea and (c) Dongding Oolong tea brewed by different kind of waters. Data are expressed as means $\pm$ SD.



圖五、不同水溫沖泡綠茶 (碧螺春)、文山包種茶、高山茶、凍頂烏龍茶、東方美人茶及紅茶之茶湯水色

Fig. 5. Tea liquor color of Green tea (Biluoichun), Wenshen Paochung tea, High-mountain Oolong tea, Dongding Oolong tea, Oriental Beauty tea and Black tea brewed by different water temperature

應用液相層析串聯質譜儀測定茶葉中 6 種鄰苯二甲酸酯類殘留

林正偉¹ 蔡明樺¹ 謝明倫¹ 巫嘉昌^{2,*} 黃玉如¹ 陳右人³

摘要

本研究旨在建立茶葉中 6 種鄰苯二甲酸酯類 (phthalate esters, PAEs) 之液相層析串聯質譜儀 (liquid chromatograph/tandem mass spectrometer, LC/MS/MS) 檢測技術。茶葉樣品以甲醇 (methanol) 萃取及高速離心後，採用液相層析連接三重四極桿串聯質譜儀，以多重反應偵測模式 (multiple reaction monitoring mode, MRM) 進行分析。數據顯示，6 種 PAEs 之方法偵測極限 (limits of detection, LOD) 範圍介於 0.025 至 0.5 mg/L，定量極限 (limits of quantification, LOQ) 為 0.02 mg/L，符合衛生署食品藥物管理局 (Taiwan Food and Drug Administration, TFDA) 建議之 1 mg/L 判斷依據。檢量線之線性迴歸係數 r^2 大於 0.995，以 1 mg/L 的 PAEs 添加於茶葉中萃取，其中最低回收率為 DNOP 的 78%，最高為 DEHP 的 113%。所建立之方法準確性及靈敏度皆相當良好，適合應用於茶葉中殘留 PAEs 分析。

關鍵字：塑化劑、鄰苯二甲酸酯、液相層析串聯質譜

前言

近幾年食品或農作物中農藥殘留、三聚氰氨、油中砷及塑化劑事件層出不窮，已引起消費者恐慌。臺灣累積了幾十年的信賴基礎面臨崩盤危機。塑化劑 (plasticizer) 是一種新興污染物 (emerging contaminants)，因成本低廉不肖廠商誤用取代起雲劑 (cloudy) 添加於食品中，造成消費者對食品安全疑慮。起雲劑是合法的食品添加物，屬於乳化香精的一種，由阿拉伯膠、乳化劑、植物油及多種食品添加物混合製成，一般成品呈現乳白色。主要用途是讓原本透明的飲料形成霧狀，飲料廠商使用在運動飲料與果凍中。依照濃度與成分的

本文部分內容已發表於第一屆茶業科技研討會 (2012.7.25-7.26，台灣 台北市)

1. 行政院農委會茶業改良場南投農藥檢驗站助理、助理、助理、助理研究員。台灣 南投縣。
2. 行政院農委會茶業改良場文山分場分場長。台灣 新北市。
3. 行政院農委會茶業改良場場長。台灣 桃園縣。

*通訊作者。

不同，可分成一般起雲劑、三倍起雲劑、五倍起雲劑與高糖度起雲劑。部分不肖業者爲了延長食品的有效期限，達到更佳的乳化穩定效果，以塑化劑取代起雲劑中的植物油（塑化劑的成本約爲植物油的五分之一）。鄰苯二甲酸酯類 (phthalate esters, PAEs) 是鄰苯二甲酸的酯化衍生物，是一種揮發性很低，穩定性高且具有芳香氣味的黏稠液體。在水中溶解度很小，易溶於有機溶劑。

PAEs爲最常見的塑化劑族群，普遍使用在塑膠商品上，由於塑膠本身是硬質的物料，在添加該物類後可使其變得柔軟易於塑形，因此廣泛的使用於玩具、食品包材、醫療材料、建築材料、日用品當中。但也由於非以鍵結方式與塑膠原料結合，容易受接觸溶劑的影響或是溫度的改變從產品中被釋放出來，因而造成環境和人類健康的不良影響，像是生殖危害、刺激性早熟以及對孕婦甲狀腺及新生兒的健康影響等毒性 (陳, 2011; Auger et al., 1995; Chou et al., 2009; Huang et al., 2007, 2009)，國際上早有頒布了一系列法令嚴格控制或禁止使用此類物質，如歐盟的 1999/815/EC, 2005/84/EC (EC, 1999; 2005) 和大陸 GB/T 22048-2008 (GB/T, 2008) 等。而歐盟更在 2007/19/EC (EU, 2007) 的法令中針對食物所接觸的塑料材料裡訂定了 PAEs 的遷移限值(specific migration limit, SML)，國內也採用歐盟標準管制之 5 種 PAEs 塑化劑每人每日的耐受量(tolerable daily intake, TDI)(TFDA, 2011)(表一)。

塑化劑是用於塑料加工的添加劑，農產品中若會有塑化劑出現並非是因爲加工需要而添加，而是由於產品原料遭受環境污染，或是在生產、加工、儲存過程中受到包材、容器、設備等游離出之塑化劑間接污染產生。故對於此物質的管理上，現行衛生機關和農政機關應特別注重預防以及針對現有狀況提出合宜的管制措施，建立監測控管之依據。鑑於近年來消費者越來越重視茶葉的安全的保障，茶業改良場於 1985 年起便建立完整多重殘留分析法 (multiresidue analysis)，以溶劑萃取方式結合氣相層析儀 (GC/FPD/ECD)、液相層析儀 (LC/FLD) 執行茶菁、茶葉、茶飲料之農藥成分及含量監測業務 (巫, 2001; 巫, 2003; 巫等, 2008; 林等, 2008; 巫等, 2009; Wu et al., 2007; Wu et al., 2009)。

茶業改良場在 2011 年爲因應臺灣食品添加塑化劑風波，並參考行政院衛生署 (TFDA, 2011)、環保署 (EPA, 1999) 與歐盟塑化劑管制規範，故本研究共分析 BBP、DBP、DEHP、DNOP、DINP、DIDP 等 6 種常見之塑化劑，冀望建立適合茶葉塑化劑之檢測方式，爲茶葉產品安全把關，保障進出口茶葉之安全。現行儀器而言，採用氣相層析質譜儀 (gas chromatography-mass spectrophotometer, GC-MS) 是塑化劑較爲常見的檢測技術，但該技術存在著滯留時間 (retention time, RT) 較長的問題，加上茶葉含有茶多酚、咖啡因、色素及蠟質等多種干擾塑化劑的成分分析，單獨使用甲醇萃取茶葉後，僅經過高速離心過濾濾液的方式並無法完全排除雜質，可能會增添誤判情形，故本研究採液相層析串聯質譜 (LC/MS/MS) 來分析，進一步提高樣品與雜質之分離度，降低干擾，希望能對茶葉產品提供良好、快速、準確的分析方法。

材料及方法

一、試驗藥劑

甲醇 (methanol) 採用層析級；甲酸 (formic acid)，甲酸銨 (ammonium formate) 爲試藥級；PAEs 標準品，購自 AccuStandard Inc. 之混合液，溶劑爲甲醇，濃度爲 2×10^{-3}

mg/L，含有鄰苯二甲酸丁基苯酯 (benzyl butyl phthalate, BBP, $\geq 99.0\%$)、鄰苯二甲酸二丁酯 (dibutyl phthalate, DBP, $\geq 99.1\%$)、鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯 (di(2-ethylhexyl) phthalate, DEHP, $\geq 99.6\%$)、鄰苯二甲酸二辛酯 (di-n-octyl phthalate, DNOP, $\geq 99.5\%$)、鄰苯二甲酸二異壬酯 (di-iso-nonyl phthalate, DINP, 100%) 及鄰苯二甲酸二異癸酯 (di-iso-decyl phthalate, DIDP, 100%)。

二、標準溶液配製

取混合液標準品 (AccuStandard Inc.) 在稀釋倍數不超過 20 倍的範圍內，以容量瓶及甲醇配製成濃度 5 mg/L 之標準溶液，冰存於 -30°C 冰箱備用。

三、供試材料

鹿谷凍頂茶合作社凍頂烏龍茶 2 件；鹿谷鄉農會凍頂烏龍茶 1 件；名間鄉農會紅茶 (臺茶 12 號) 和青心烏龍各 1 件；竹山鎮農會杉林溪烏龍茶 1 件；信義鄉農會玉山高海拔烏龍茶 1 件；魚池鄉農會紅茶 (臺茶 18 號) 1 件；阿里山鄉、梅山鄉農會和嘉義縣政府阿里山高山茶各 1 件；名間茶包 1 件，共 13 件。

四、樣品前處理

依 TFDA (2011) 公布之方法，取樣品約 1 g，精確秤定後置於 50 mL 容量瓶中，加入甲醇約 45 mL，經超音波震盪 30 min，待冷卻後以甲醇定容。靜置平衡後，吸取上部溶液於離心管中以 3500 rpm 離心 10 min，取上清液供作檢液。

五、儀器分析及條件

採用高效液相層析儀 (Agilent Technologies 1200, USA) 串聯質譜儀 (Agilent Triple Quad LC/MS 6410A)，使用 C18 層析管 (Agilent SB-C18, 100 mm x 2.1mm, 1.8 μm)。移動相 (mobile phase) 由 A、B 兩液相組成，液相 A 含有 5 μM 甲酸銨的二次去離子水，液相 B 則為甲醇，以前述兩溶液設立梯度分析條件 (表二)。調整儀器管柱溫度為 50°C ，進樣體積 10 μL ，離子源採用電灑離子化正離子 (positive ion electrospray ionization, ESI⁺)，霧化氣壓力 40 psi，乾燥氣溫度 350°C ，流速 10 L/min，毛細管電壓 4000 V，以多重反應偵測模式 (MRM) 進行正離子掃描，設定 RT、碎裂器電壓 (fragmentor voltage)、碰撞能量 (collision energy) 等 (表三)。

六、鑑別試驗及含量測定

檢液及混合標準溶液各 10 μL ，分別注入液相層析串聯質譜儀中，依下列條件進行液相層析串聯質譜分析，就檢液與對應標準溶液所得波峰之滯留時間及多重反應偵測相對離子強度比鑑別之，並依下列計算式求出檢體中各鄰苯二甲酸酯之含量 ($\mu\text{g/g}$)。

檢體中各鄰苯二甲酸酯之含量 ($\mu\text{g/g}$) = $C \times V/M$

C：由標準曲線求得檢液中各鄰苯二甲酸酯之濃度 ($\mu\text{g/mL}$)。

V：檢體最後定容之體積 (mL)。

M：取樣分析檢體之重量 (g)。

結果與討論

一、LC/MS/MS之檢測質譜

本研究使用高效液相層析儀 (HPLC) 連接三重四極桿串聯質譜儀 (LC/MS/MS), 採正電電灑游離化離子源和多種反應偵測模式, 建立 6 種塑化劑在茶葉中之圖譜。HPLC 優越的分離純化能力, 會把檢液內複雜的成分, 按時間一一層析流出, 流出之產物隨即導入質譜儀作進一步的確認, 由於是直接收集處理 HPLC 析出的成分, 節省了許多耗力費時的純化步驟, 同時也避免處理樣品時所造成的流失。茶葉中所含之 PAEs 進入質譜儀後, 藉由電灑帶電及碰撞碎裂過程產生特定質荷比 (mass to charge ratio, m/z) 的離子, 儀器通過改變磁場的方式, 選擇該物特殊 m/z 的離子來測定。被附加電性的 PAEs 經第一次四極桿篩選出母離子 (precursor ion) 後, 再加入碰撞能量做第二次的專屬子離子 (product ion) 挑選來建立譜圖。此過程可以有效除去背景的干擾, 提高訊噪比 (signal to noise ratio, S/N)。儀器根據 TFDA (2011) 因應塑化劑污染事件而訂定之母離子與子離子對, 試驗 6 種塑化劑, 並對質譜儀器需做滯留時間, 碎裂器電壓, 碰撞能量等參數做最佳化設定 (表三)。

由於 PAEs 結構上的雙酯在苯環相鄰位置處, 在碰撞碎裂途徑中, 二個酯上之烷氧基 (alkoxide group, RO^-) 會產生特殊的脫去反應機制, 於苯環上環化形成一特定 m/z 為 149 的子離子, 故以此離子做為 6 種塑化劑專屬之定量離子 (圖一)。而 DBP 結構相對較簡單, 因而定量加定性離子對僅使用二組, 其餘則採用三組離子來加強確認分析物。本方法建立的分析的圖譜中, 以 BBP 最早出峰, RT 是 1.83 min, 再來依序為 DBP、DEHP、DNOP、DINP 及最後出峰的 DIDP, RT 為 7.18 min (圖二)。整個儀器分析流程可在 8 min 內完成, 質譜也確實偵測到所設立之離子對, 故 LC/MS/MS 可以有效分離與偵測本研究使用之 6 種塑化劑。

二、PAEs 檢量線、方法偵測極限和定量極限試驗

取濃度 5 mg/L 的混標稀釋液, 待回復到室溫後以甲醇逐步稀釋供作 6 點檢量線濃度 (濃度為 2.5, 5, 10, 25, 50, 100×10^{-3} mg/L)。另以 0.02 mg/L 濃度之標準品添加於茶樣上, 依 TFDA 方法做檢液含 1 mg/L 之污染判斷依據的定量極限。添加完混合標準品之茶葉靜置 20 min 後, 再按樣品前處理方式萃取檢液, 並依前述建立的 LC/MS/MS 方法分析之。

分析結果以濃度為 x 軸, 定量離子積分面積為 y 軸, 做線性迴歸曲線分析, 求得 6 種塑化劑之 r^2 值皆大於 0.995。經由儀器分析得 3 以上之 S/N 值, 可獲得儀器分析方法偵測極限; 而茶樣檢液含 1 mg/L 之 PAEs 則須滿足 10 以上之 S/N 值才符合定量極限要求。結果顯示 PAEs 中的 DINP 方法偵測極限為 5.0×10^{-3} mg/L, 其餘則是 2.5×10^{-3} mg/L。定量極限部分, 茶樣檢液添加含 1 mg/L 的 PAEs 則全可以獲得在 10 以上之 S/N 值。

由數據所得, 可知本實驗方法符合 TFDA 因應塑化劑污染判斷之依據, 且經最佳化設立的 PAEs 質譜分析方法可以應用在茶葉上之監測。

三、茶樣 PAEs 之萃取方法評估

本研究為確保避免塑化劑干擾，分析過程中所使用之器具及材料均為玻璃材質，而且使用前需先以甲醇潤洗，吹乾備用。在前述所建立可行的分析方法後，還需要精準具一致性的標準檢測方式。每次取檢液檢驗時，需同時進行溶劑空白和添加回收分析。甲醇溶劑在空白分析中並無峰形出現，所以不會干擾 PAEs 波峰分析，也確保溶劑無污染之疑慮。為了評估分析方法的準確度 (accuracy) 與精確度 (precision)，需對茶樣進行 1 mg/L 的 PAEs 回收率試驗。試驗結果得到 6 種塑化劑的回收率以 DNOP 的 78% 最低，DEHP 的 113% 最高，皆落於食品化學檢驗的確效規範 75%-120% 之內 (TFDA, 2011)；而相對標準偏差 (relative standard deviation, RSD) 為 2%-11% (表四)，亦低於規範 15% 之標準。可知本方法有良好準確度及精確度。

茶樣分析 PAEs 是以甲醇溶劑萃取後，採高速離心方式過濾檢液，並無經過其他萃取的步驟，可以確保較高之回收率，提高數據分析的信心，故此方式為可行之萃取方法。

四、成品茶葉塑化劑分析

為瞭解成品茶葉是否殘留塑化劑，於 2011 年至臺灣最大茶葉產區南投縣及嘉義縣之鹿谷農會、竹山農會、名間農會、信義農會、梅山農會、阿里山農會及凍頂生產合作社等，針對門市所販售比賽茶及分級之烏龍茶和紅茶進行抽檢。依本研究建立之檢驗方法進行塑化劑分析，以液相串聯質譜 (LC/MS/MS)，分析 DBP、DEHP、DINP、DIDP、BBP 及 DNOP 等 6 種塑化劑，經過測試及比對，並未發現塑化劑成分。故可推論，臺灣原產地生產的原片茶葉在正常製造過程中並沒有被塑化劑污染，然而為了確保消費者健康及消彌大眾疑慮，往後仍應針對茶葉包裝資材建立塑化劑分析方法及進行監測，訂定茶類、包裝資材與茶飲料的管制標準，和建立安全標章制度，以避免發生國際貿易障礙和保護消費者安全。

結 論

本研究建立之檢驗方法在整個分析過程中皆需使用玻璃材質的器皿 (包含吸管、定量瓶等)，此外所分析之樣品需採用高速離心方式取代傳統過濾方式，另外在分析時應特別注意 2 個樣品之間需以甲醇清洗儀器管柱，以減少塑膠物質干擾、儀器分析造成背景偏高、基線不穩定現象或是結果誤判等情形。綜合本研究結果顯示，我們所建立的 LC/MS/MS 檢驗技術，可同時檢測 6 種塑化劑 BBP、DBP、DEHP、DNOP、DINP 及 DIDP，回收率及檢測極限有良好數值表現，因此可快速分析茶葉中的 PAEs 含量，並可應用於茶葉內外銷安全監測，消除民眾對茶葉產品殘留 PAEs 之疑慮。

誌 謝

本研究承蒙茶業改良場南投農藥檢驗中心同仁、王嫻芳和王嫻菁小姐協助，使試驗工作順利進行，謹致謝忱。

參考文獻

1. 中華人民共和國國家質量監督檢驗檢疫總局. 2008. 玩具及兒童用品聚氯乙稀塑膠中鄰苯二甲酸酯增塑劑的測定. GB/T 22048-2008。
2. 行政院衛生署食品藥物管理局. 2011. 公布我國 DEHP 等 5 種鄰苯二甲酸酯類塑化劑之每日耐受量 (Tolerable Daily Intake, TDI) 參考值。
http://www.fda.gov.tw/itemize_list.aspx?site_content_sn=2448. (Accessed January 27, 2012.)
3. 行政院衛生署食品藥物管理局. 2011. 食品中鄰苯二甲酸酯類之檢驗方法。
http://www.fda.gov.tw/itemize_list.aspx?site_content_sn=1574. (Accessed January 27, 2012.)
4. 行政院衛生署食品藥物管理局. 2011. 食品化學檢驗方法之確效規範。
http://www.fda.gov.tw/itemize_list.aspx?site_content_sn=1574. (Accessed January 27, 2012.)
5. 巫嘉昌. 1998. 茶葉安全用藥檢測業務簡介. 茶業專訊 26: 13-14。
6. 巫嘉昌. 2001. 茶菁中氨基甲酸鹽殺蟲劑之殘留量研究. 臺灣茶業研究彙報 20: 43-52。
7. 巫嘉昌. 2003. 茶菁中有機磷殺蟲劑之殘留量研究. 臺灣茶業研究彙報 22: 101-112。
8. 巫嘉昌. 2003. 臺灣地區茶菁農藥殘留分析及監測. 第三屆海峽兩岸茶業學術研討會論文 pp. 11-24. 杭州, 大陸。
9. 巫嘉昌、林正偉、巫貞穎、林麗貞. 2008. 茶飲料中氨基甲酸鹽類農藥同時檢測方法建立. 第五屆海峽兩岸茶業學術研討會論文. pp. 270-279. 臺中, 臺灣。
10. 巫嘉昌、林正偉、竺敏雯. 2010. 應用LC/MS/MS於茶葉中氨基甲酸鹽類農藥殘留量分析. 臺灣茶業研究彙報 29: 77-88。
11. 林正偉、巫嘉昌、侯金日. 2008. 降雨對茶樹噴施四種合成除蟲菊殺蟲劑消退之影響. 臺灣茶業研究彙報 27: 63-72。
12. 陳澄河. 2011. 起雲劑與塑化劑. 科學發展 463: 48-55。
13. Auger, J., Kunstmann, J. M., Czyglik, F. and Jouannet, P. 1995. Decline in Semen Quality among Fertile Men in Paris during the Past 20 Years. N. Engl. J. Med. 332: 281-285.
14. Chou, Y. Y., Huang, P. C., Lee, C. C., Wu, M. H. and Lin, S. J. 2009. Phthalate exposure in girls during early puberty. J. Pediatr. Endocrinol. Metab. 22: 69-77.
15. Huang, P. C., Kuo, P. L., Guo, Y., Guo, L., Liao, P., Liao, C. and Lee, C. C. 2007. Associations between urinary phthalate monoesters and thyroid hormones in pregnant women. Human reproduction 22: 2715-2722.
16. Huang, P. C., Kuo, P. L., Chou, Y. Y., Lin, S., Lin, J. and Lee, C. C. 2009. Association between prenatal exposure to phthalates and the health of newborns. Environment international 35: 14-20.
17. Mackintosh, C. E., Maldonado, J., Hongwu, J., Hoover, N., Chong, A., Ikonomou, M. G. and Gobas, F. A. P. C. 2004. Distribution of Phthalate Esters in a Marine Aquatic Food Web: Comparison to Polychlorinated Biphenyls. Environ. Sci. Technol. 38: 2011-2020.

18. Parliament and the Council of the European Union. 2005. Directive 2005/84/EC of the European Parliament and of the Council of 14 December 2005 amending for the 22nd time Council Directive 76/769/EEC on the approximation of the laws, regulations and administrative provisions of the Member States relating to restrictions on the marketing and use of certain dangerous substances and preparations. Official Journal of the European Communities L 344: 40-43.
19. The Commission of the European Communities. 1999. Commission Decision of 7 December 1999 adopting measures prohibiting the placing on the market of toys and childcare articles intended to be placed in the mouth by children under three years of age made of soft PVC containing one or more of the substances di-iso-nonyl phthalate (DINP), di(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP), dibutyl phthalate (DBP), di-iso-decyl phthalate (DIDP), di-n-octyl phthalate (DNOP), and butylbenzyl phthalate (BBP) Text with EEA relevance (notified under document number C (1999) 4436). Official Journal of the European Communities L 315: 46-49.
20. The Commission of the European Communities. 2007. Commission Directive 2007/19/EC of 30 March 2007 amending Directive 2002/72/EC relating to plastic materials and articles intended to come into contact with food and Council Directive 85/572/EEC laying down the list of simulants to be used for testing migration of constituents of plastic materials and articles intended to come into contact with foodstuffs. Official Journal of the European Communities L 91: 17-36.
21. Wu, C. C., Chu, C., Wang, Y. S. and Lur, H. S. 2007. Dissipation of carbofuran and carbaryl on Oolong tea during tea bushes, manufacturing and roasting processes. J. Envir. Sci. Health. Part B 42: 669-675.
22. Wu, C. C., Chu, C., Wang, Y. S. and Lur, H. S. 2009. Analysis of carbamate pesticides residues in tea samples by high-performance liquid chromatography with fluorescence detector. J. Envir. Sci. Health. Part B 44: 58-68.

Analysis of Six Phthalate Esters Residues in Tea by Liquid Chromatograph with Tandem Mass Spectrometer

Zheng-Wei Lin¹ Ming-Hua Tsai¹ Ming-Lun Sie¹ Yu-Ju Huang¹
Chia-Chang Wu^{2,*} Iou-Zen Chen³

Summary

We tried to establish the analysis method of the PAEs in tea by using LC/MS/MS. The PAEs were extracted from tea sample with methanol and then purified with high-speed centrifuge. As well as used multiple reaction monitoring mode (MRM), the PAEs were quantified and identified by the most abundant and character fragment ions. Limits of detection varied from 0.025-0.5 mg/L, limits of quantification were 0.02 mg/L. That consistent with the Taiwan Food and Drug Administration (TFDA) proposed 1 mg/L detection limits. The relative standard deviations were lower than 11%.

Good linear relationships were observed with the correlation coefficients $r^2 > 0.995$ for all analyses. The lowest recovery is 78% (DNOP) and the highest is 113% (DEHP) for the PAEs at 1 mg/L spiked concentration level. The proposed method provides an accurate, sensitive and appropriate for determination of 6 PAEs in tea samples.

Key words: Plasticizer, Phthalate, LC/MS/MS.

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

2. Director, Wenshan Branch, Tea Research and Extension Station, New Taipei City, Taiwan, R.O.C.

3. Director, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan, R.O.C.

*Corresponding author.

表一、國內 6 種 PAEs 的每日耐受量值

Table 1. The TDI value of PAEs in Taiwan

中文	Common name	TDI ^a (mg/kg bw/day)
鄰苯二甲酸丁基苯酯	benzyl butyl phthalate (BBP)	0.5
鄰苯二甲酸二丁酯	dibutyl phthalate (DBP)	0.01
鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯	di(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP)	0.05
鄰苯二甲酸二辛酯	di-n-octyl phthalate DNOP	ND
鄰苯二甲酸二異壬酯	di-iso-nonyl phthalate (DINP)	0.15
鄰苯二甲酸二異癸酯	di-iso-decyl phthalate (DIDP)	0.15

^a tolerable daily intake, TDI.

表二、移動相組成和梯度

Table 2. Composition and gradient conditions of LC/MS/MS

Time (min)	Flow (mL/min)	5 μ M ammonium formate (aq) (%)	Methanol (%)
0	0.2	10	90
5	0.55	10	90
6	0.55	5	95
8	0.55	5	95
8.1	0.55	0	100
10	0.55	0	100

表三、分析之滯留時間、碎裂器電壓、碰撞能量、MRM 離子參數設定最佳化

Table 3. The optimum parameters, retention time, MRM transitions, fragmentor voltage and collision energy

Compound	Retention time (min)	MRM transitions	Fragmentor voltage (V)	Collision energy (eV)
BBP	1.85	313.0→149.0 ^a	72	5
DBP	1.91	313.0→205.0 279.0→149.0 ^a	72	1 9
DEHP	4.58	391.0→149.0 ^a	140	15
DNOP	5.08	391.0→149.0 ^a	104	9
DINP	5.61	419.0→149.0 ^a	104	21
DIDP	7.22	447.0→149.0 ^a	104	15

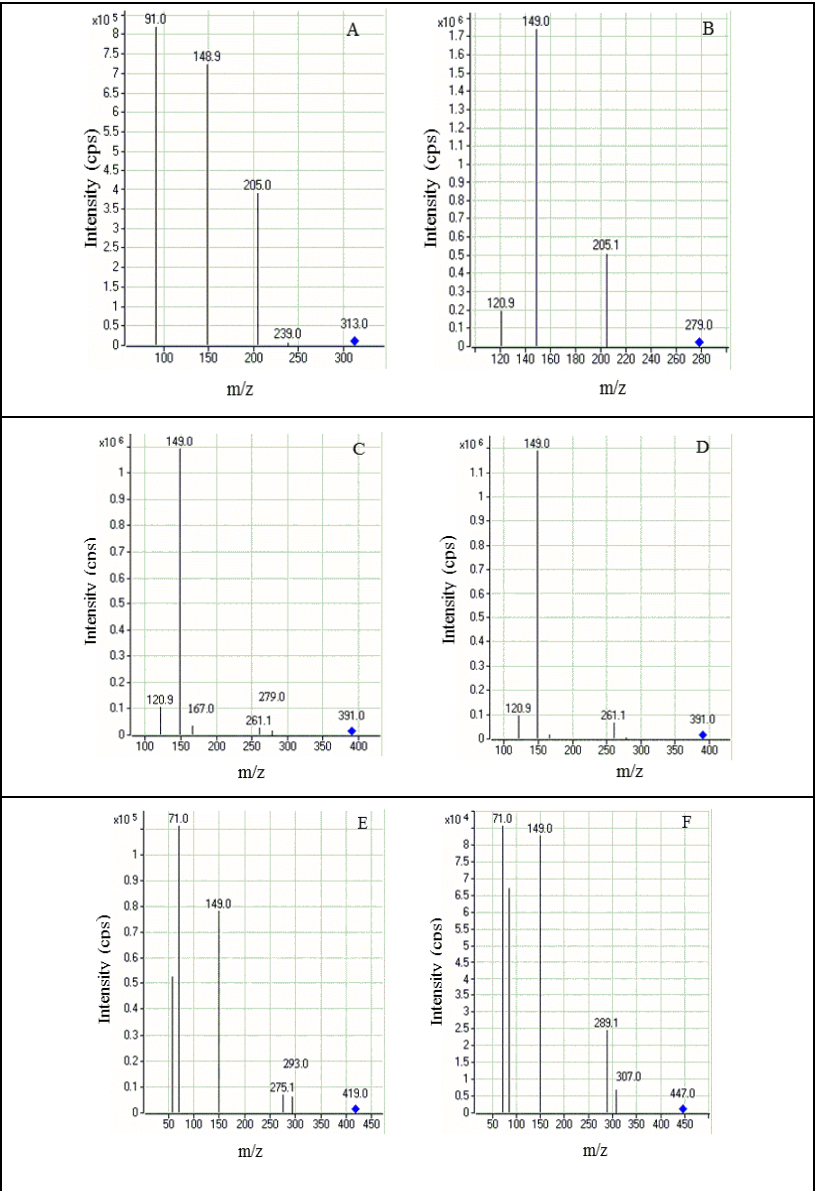
^a The ion with m/z =149 is used as a quantifying ion.

表四、PAEs 檢量線、方法偵測極限和定量極限試驗

Table 4. Linearity, calibration curves, limits of detection (LODs), and limits of quantification (LOQs) for the PAEs under study

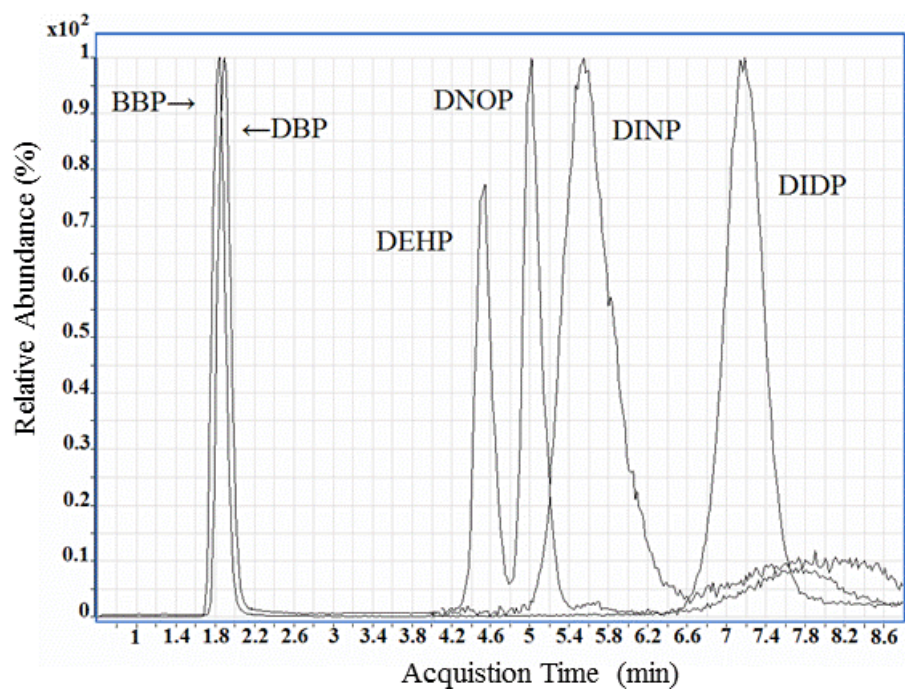
Compound	Linear range (mg L ⁻¹)	r ²	Parameters of Slope	Linearity Intercept	LOD (mg L ⁻¹)	LOQ (mg L ⁻¹)	Recovery ^a (%)	RSD (%)
BBP	0.05 - 1	0.9999	2.272×10 ⁴	8.174×10 ³	0.05	0.02	79.81	2.03
DBP	0.05 - 1	0.9991	4.580×10 ⁴	1.817×10 ³	0.05	0.02	94.62	2.96
DEHP	0.05 - 1	0.9979	2.998×10 ⁴	7.767×10 ⁴	0.05	0.02	112.92	11.18
DNOP	0.05 - 1	0.9997	4.233×10 ⁴	-4.428×10 ⁴	0.05	0.02	78.10	7.34
DINP	0.025- 1	0.9958	2.325×10 ³	4.600×10 ³	0.0025	0.02	104.23	10.49
DIDP	0.05- 1	0.9996	3.611×10 ³	0.840×10 ³	0.05	0.02	98.83	2.58

^a All values represent the average for four determinations.



圖一、6種鄰苯二甲酸酯質譜圖

Fig. 1. Mass spectrum of 6 phthalate esters
(A, BBP; B, DBP; C, DEHP; D, DNOP; E, DINP; F, DIDP)



圖二、6 種鄰苯二甲酸酯多重反應偵測層析圖

Fig. 2. Multiple reaction monitoring chromatograms of 6 phthalate esters, BBP, DBP, DEHP, DNOP, DINP, and DIDP

殺蟲劑克凡派於茶樹中的消退情形與 取食安全評估

黃玉如¹ 巫嘉昌^{2,*} 莊雅惠³

摘要

本研究目的在探討殺蟲劑克凡派在茶樹的消退情形與取食安全評估，選擇青心烏龍 (Chin-shin Oolong) 及臺茶 12 號 (TTES No.12) 兩茶樹品種進行克凡派 (chlorfenapyr) 的田間消退試驗，試驗劑量以 10 % 克凡派水懸劑 (EC) 稀釋 1,250 倍，每公頃施用 1 公升，分別於噴藥後第 0、4、7、12、25、70 及 82 天採集葉片進行殘留量測定。統計 2007~2009 年茶葉樣品克凡派檢出情形及推估經由飲茶途徑攝入克凡派的安全評估。結果發現，克凡派在青心烏龍及臺茶 12 號上的降解情形符合一次動力方程式，其降解速率常數分別為 0.1441 及 0.1589，利用 $T_{1/2} = \ln(2)/K$ 推算克凡派在青心烏龍及臺茶 12 號的半衰期分別為 4.8 及 4.4 天。以每人每年平均飲用 1.3 公斤的茶葉量估算 2007~2009 年克凡派的理論最大殘留預估值及實際殘留預估值分別為 1.19×10^{-4} mg/day/kg BW 及 1.05×10^{-5} mg/day/kg BW，其值均小於克凡派每日可允許攝入之農藥量 0.02 mg/day/kg BW，結果顯示當克凡派殘留量低於其殘留農藥安全容許量標準 2 mg/kg 時，其殘留量應不至於對人體產生毒害現象。

關鍵字：茶、克凡派、消退

1.行政院農委會茶業改良場南投農藥檢驗站助理研究員。台灣 南投縣。

2.行政院農委會茶業改良場文山分場分場長。台灣 新北市。

3.行政院農委會茶業改良場凍頂工作站助理研究員。台灣 南投縣。

*通訊作者。

克凡派是由美國氰胺公司開發的一種新型廣效性的殺蟲殺蟎劑，化學名稱爲 4-bromo-2-(4-chlorophenyl)-1-ethoxymethyl-5-trifluoro-methylphrrole-3-carbonitrile，構造式爲 $C_{15}H_{11}BrClF_3N_2O$ ，分子量爲 407.6，幾乎不溶於水，但易溶於丙酮、乙醚、二甲亞砜、四氫呋喃、氰甲烷及醇類。目前已於 19 個國家登記使用於防治棉花、觀賞植物及多種蔬菜作物上的蟲、蟎害。殺蟲劑克凡派對害蟲具胃毒及接觸毒作用，會造成蟲體之粒線體產生異常現象，因此在防治吮吸式和咀嚼式之害蟲及蟎類效果良好，且對那些具胺基甲酸鹽類、有機磷類、除蟲菊精及幾丁質合成抑制劑抗藥性的物種（例如：*Heliothis* sp.、*Spodoptera* sp.、*Trichoplusia* sp.、*Pseudoplusia* sp.及 *Tetranychus* sp.）亦有良好的控制效果（Gary, 2004）。殺蟲劑克凡派是一種 pro-insecticide，所謂 pro-insecticide 是指需經昆蟲代謝後產生具殺蟲活性物質的殺蟲劑（Treacy et al., 1994），克凡派一旦於生物體內形成代謝產物，其代謝產物會破壞粒線體膜上的質子梯度，影響細胞產生 ATP 的能力，最終導致細胞死亡和生物體的死亡（Black et al., 1994；Anon, 1995）。在臺灣，殺蟲劑克凡派除了登記核准防治茶葉神澤氏葉蟎、蟎蟬類及葉蟎外，亦核准使用在防治蕃茄夜蛾、蓮霧腹鉤薊馬、包葉菜小菜蛾、豌豆甜菜夜蛾、洋香瓜南黃薊馬及梨二點葉蟎等害蟲（農藥使用手冊，2009）。

各茶葉生產國家或進口國家爲了規範農民正確使用農藥及確保消費者健康，除了建立完整茶葉檢測系統，並訂定茶葉之安全殘留容許量。由於各國氣候狀況及栽種作物種類情形差異大，所以各國訂定之克凡派在茶葉中殘留容許量標準均不相同；臺灣之容許量爲 2 mg/kg，日本爲 50 mg/kg，歐盟則暫訂爲 0.1 mg/kg，但是美國、香港、澳州、加拿大、紐西蘭、新加坡及泰國等國家則未訂定克凡派的茶葉農藥殘留標準（國立中興大學，2009）。雖然克凡派已登記核准在臺灣茶園中使用，但是近年來發現茶葉抽檢樣品中檢出殘留情形頻繁，此外並調查農民噴施克凡派情形，據農民反映雖然依植物保護手冊推薦用量以 10 % 克凡派水懸劑稀釋 1000 倍噴施茶葉，並依照安全採收期 21 天後，才採摘茶芽，但仍然檢出農藥殘留，因此有必要針對克凡派施用於青心烏龍及臺茶 12 號二茶樹品種上田間的消退情形及取食安全進行調查評估，以提供農民茶園用藥參考及農政單位茶產品安全管控依據。

材料及方法

一、田間藥劑消退試驗設計與處理

於南投縣鹿谷鄉行政院農業委員會茶業改良場凍頂工作站第 22 區及第 24 區茶園，試驗茶樹品種爲青心烏龍及臺茶 12 號，試驗區大小爲 7 m × 1 m（長×寬，重複數爲 3）。試驗藥劑爲 10% 克凡派水懸劑，試驗藥劑施用量爲稀

釋 1250 倍，每公頃施用 1 公升。試驗時間為 2009 年 10 月 22 日，茶樹噴藥一小時後取樣，視為第 0 天，後分別於第 4、7、12、25、70、82 天進行取樣，每次採取茶葉（一心三葉）150 芽，採樣後以 90 °C 烘箱烘 4 小時，冷卻後置 -20°C 保存待分析。

二、試驗藥劑

分析藥品有氰甲烷 (acetonitrile)、二氯甲烷 (dichloromethane) 及丙酮 (acetone) 為層析級藥品，氯化鈉 (sodium chloride) 等採用化學試藥特級。

三、檢量線製備及回收率測試

供試之農藥標準劑克凡派，純度為 99%。分別配製 0.01、0.05、0.1、0.5、1 及 2 mg/L 的克凡派標準溶液，分別取配製好之不同濃度標準劑 1 µL 注入氣相層析儀分析，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，其檢量線判定係數 (coefficient of determination, r^2) 需大於 0.995。並於空白樣品添加適量藥劑進行方法空白回收測試。

四、樣品的萃取與淨化

將不同時間採收之茶菁經 90°C 烘乾後，參考 Wu 等 (2009) 之茶葉農藥殘留分析方法，部分予以修改。

稱取茶葉粉末 10 克，加入 40 毫升去離子水均勻混合，靜置 20 分鐘，加入 80 毫升氰甲烷，以均質機 (轉速 10000 rpm/min) 均質 1 分鐘，萃取液以抽氣過濾除去濾渣，濾液移入有蓋之玻璃量筒中，加入 15 克氯化鈉，震盪 1 分鐘，取 10 毫升上層液吹氮濃縮至微乾，加入 5 毫升丙酮/正己烷混合液 (1:9, v/v)，再以矽酸鎂固相萃取管進行淨化，以 10 毫升丙酮/正己烷混合液 (1:9, v/v) 沖提淨化管，收集沖提液，以氮氣吹乾後，再以正己烷定容至 1 毫升，再以 0.2 µm (PTFE) 濾膜過濾，待分析。

五、實驗儀器及分析條件

採用氣相層析儀 (Agilent Technologies 6890N, USA) 附微電子捕捉檢出器 (μ -ECD)，檢測溫度為 300°C，層析管為 DB-608 毛細管柱 (內徑 0.53 mm × 長度 30 m, 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 4°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 40 分鐘。攜帶氣體氮氣，流速 10 ml/min。

六、取食安全評估

取食安全評估分別計算推估出理論最大殘留預估值 (theoretical maximum residue contribution, 簡稱 TMRC) 及實際殘留預估值 (actual residue contribution, 簡稱 ARC)。

TMRC 計算公式為：

$$\text{TMRC} = (\text{Fi} \times \text{Ti}) / \text{BW}$$

Fi：各類作物每日平均取食量。

Ti：該藥於登記作物中之安全容許量。

BW：國民平均體重，國人之平均體重以 60 公斤計算。

ARC 計算公式為：

$$\text{ARC} = (\text{Fi} \times \text{Ri}) / \text{BW}$$

Fi：各類作物每日平均取食量。

Ri：該藥於分析樣品中之實際殘留量。

BW：國民平均體重，國人之平均體重以 60 公斤計算。

結果與討論

一、克凡派分析方法確認

本研究之青心烏龍及臺茶 12 號添加 0.05 mg/kg 克凡派之層析圖與滯留時間(retention time) 如圖二所示，青心烏龍及臺茶 12 號添加 0.05 mg/kg 克凡派滯留時間分別為 15.882 及 15.884 分鐘，分析效果良好，顯示此兩種茶樹品種之基質不會影響克凡派之分析。

克凡派檢量線線性範圍為 0.01~2 mg/kg，檢量線方程式為 $y = 371087.79X - 289.73$ ，線性相關係數 $r^2 = 0.9999$ 。克凡派的回收率為 75-80 %，相對差異百分比 (RSD) 介於 0~4.82 %，克凡派之分析方法偵測極限 (limit of detection, LOD) 為 0.0001 mg/kg，定量極限 (limit of quantitation, LOQ) 為 0.0004 mg/kg，表示本研究之前處理及儀器設定方法之準確性與再現性是可接受的。

二、克凡派田間消退情形

克凡派為新興類型化合物吡咯 (pyrroles) 族 (圖一)，在臺灣核准登記用來防治茶樹上之蚜蟬類、葉蟬或神澤氏葉蟬等害蟲。在 2007~2009 年間，茶葉上檢出克凡派的機率約為 26%，為了解殺蟲劑克凡派於茶園中的消退情形，青心烏龍及臺茶 12 號兩種茶樹品種園，噴施克凡派並於噴施前及噴施後 1 小時

及 4、7、12、25、70 及 82 天採集茶樹葉片進行農藥殘留分析，以觀察殺蟲劑克凡派於青心烏龍及臺茶 12 號兩種茶樹品種上於田間的消退情形。

由表一可以發現，在此次試驗噴藥前茶樹葉片上就已經殘留有 0.03 mg/kg 的克凡派，此為前季噴藥殘留的藥劑。在噴藥後 1 小時採集的葉片經分析，克凡派在青心烏龍及臺茶 12 號的濃度分別為 14 及 17 mg/kg，在第 82 天青心烏龍及臺茶 12 號上分別殘留克凡派 0.56 及 0.48 mg/kg。

表二是以一次動力方程式計算殺蟲劑克凡派於青心烏龍及臺茶 12 號兩種茶樹品種上的降解速率常數 (K)、決定係數 (r^2) 和半衰期 ($T_{1/2}$) 結果。由決定係數約為 0.8 可知克凡派在青心烏龍及臺茶 12 號上的降解情形符合一次動力方程式，其降解速率常數分別為 0.1441 及 0.1589，利用 $T_{1/2} = \ln(2)/K$ 推算克凡派在青心烏龍及臺茶 12 號上的半衰期分別為 4.8 及 4.4 天。

由本研究結果發現，克凡派在青心烏龍及臺茶 12 號兩種茶樹品種上的消退情形無顯著差異，其半衰期均小於 5 天，顯示安全採收期 21 天足以避免茶樹上有超量的克凡派殘留，故茶農若依照農藥使用手冊上建議的施用倍率及施用面積使用克凡派，並遵循規定的安全採收期進行茶葉採摘，則可確保茶葉之品質安全。

三、克凡派取食安全評估

統計 2007~2009 年克凡派於茶葉中檢出情形如表三。2007~2009 年克凡派檢出件數分別為 295、232 及 190 件，檢出率分別為 29、23 及 26%；檢出最大值分別為 2.80、3.19 及 2.08 mg/kg；檢出平均值分別為 0.18、0.20 及 0.15 mg/kg。根據 2007~2009 年克凡派檢出情形推估殺蟲劑克凡派實際殘留預估值 (ARC) 分別為 1.07×10^{-5} 、 1.19×10^{-5} 及 8.90×10^{-6} mg/day/kg BW (表四)。

所謂理論最大殘留預估值 (TMRC) 是指由田間用藥資料推估，假設用藥後之田間殘留量皆等於容許量，且所有登記作物都會使用該類農藥，及採收後殘留量不會因食前處理而減少之情形者，亦即將殘留量皆視為容許量進行估算而得到之結果。而實際殘留預估值 (ARC) 則是利用採集分析樣品上實際殘留之農藥量進行推估之結果，不同於理論最大殘留預估值 (TMRC)，用實際殘留預估值進行殘留農藥取食安全評估較具意義。克凡派的每人每公斤每日可允許攝入之農藥量 ADI (acceptable daily intake) 與茶葉上之殘留農藥安全容許量標準 MRL (maximal residual level) 分別為 0.02 mg/day/kg BW 及 2 mg/kg。

由評估結果 (表四) 可知，若以平均每人每年飲用 1.3 公斤的茶葉，且國

人平均體重為 60 公斤估算，則每人每日取食量為 $(1.3 \text{ kg} / 365 \text{ day}) 0.00356 \text{ kg/day/人}$ ，又以克凡派殘留平均值 0.18 mg/kg 為例，計算 ARC 值為 $1.07 \times 10^{-5} \text{ mg/day/kg BW}$ (殘留量 $\times$ 取食量 / 國民平均體重)，若以克凡派殘留容許量 2 mg/kg 計算 TMRC 值為 $1.19 \times 10^{-4} \text{ mg/day/kg BW}$ ；而克凡派的每人每公斤每日可允許攝入之農藥量 ADI 為 $0.02 \text{ mg/day/kg BW}$ ，也就是說只要克凡派殘留量低於其安全殘留容許量 2 mg/kg 時，其殘留量應不至於對人體產生毒害現象，因此茶農們務必依照農政單位規定的濃度噴施及安全採收期的規定採收茶葉，降低農藥殘留之風險與確保消費者之飲用安全。

結 論

克凡派在不同茶樹品種上的消退情形無顯著差異，半衰期均小於 5 天。若以平均每人每年飲用 1.3 公斤的茶葉量估算，克凡派之實際殘留預估值與理論最大殘留預估值分別為每人每公斤每日可允許攝入之克凡派的 0.0524 及 0.595 %，顯示只要克凡派殘留量低於其殘留農藥安全容許量標準 2 ppm 時，其殘留量應不至於對人體產生毒害現象。

誌 謝

本研究承蒙茶業改良場林麗華、林麗貞、張淑惠、張育璋、張孟淳等人協助試驗工作，謹致謝忱。

參考文獻

1. 行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所. 2009. 農藥使用手冊。
2. 行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所. 2010. 植物保護手冊。
3. 國立中興大學. 2009. 臺灣農產品主要外銷國 (地區) 殘留農藥容許量手冊。
4. Anon. 1995. AC 303, 630 insecticide-miticide. American Cyanamid Company. pp. 1-20.
5. Black, B. C., Hollingsworth, R. M., Ahammadsahib, K. I., Kukel C. D. and Donovan, S. 1994. Insecticidal action and mitochondrial uncoupling activity of AC-303, 630 and related halogenated pyrroles. Pestic. Biochem. Physiol. 50: 115-128.

殺蟲劑克凡派於茶樹中的消退情形與取食安全評估

6. Gary, M.R. 2004, Fate and effects of the insecticide-witicide chlorfenapyr in outdoor aquatic microcosms. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 58:50-60.
7. Rand, G. M. 2004. Fate and effects of the insecticide-miticide chlorfenapyr in outdoor aquatic microcosms. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 58: 50–60.
8. Treacy, M., Miller, T. B. Black, I., Gard, D. H. and Hollingworth, R. M. 1994. Uncoupling activity and pesticidal properties of pyrroles. *Biochem. Soc. Trans.* 22: 244–247.
9. US EPA. 2001. Pesticide Fact Sheet.
10. Wu, C. C., Chun, C. Y., Wang, S. and Lur, H. S. 2009. Multiresidue method for high-performance liquid chromatography determination of carbamate pesticides residues in tea samples. *J. Environ. Sci. Health, Part B.* 44: 58-68.

表一、殺蟲劑克凡派於不同茶樹品種上的消退情形

Table 1. Dissipation of chlorfenapyr in different cultivars

天數 (天) Day number after spraying	殘留濃度 (mg/kg) Residual (mg/kg)	
	青心烏龍 Chin-shin Oolong	臺茶12號 TTES No.12
噴藥前	0.03	0.03
0	14.00	17.00
4	7.00	10.00
7	4.00	7.00
12	2.80	3.80
25	0.77	0.47
70	0.54	0.22
82	0.56	0.48

表二、以一次動力方程式計算殺蟲劑克凡派於不同茶樹品種上的降解速率常數 (K)、決定係數 (r^2) 和半衰期 ($T_{1/2}$)

Table 2. First-order degradation rate constant, half-life value and determination coefficient of fitting in different cultivars treated with chlorfenapyr

品種 Cultivar	降解速率常數 Degradation rate constant (K)	決定係數 Determination coefficient (r^2)	半衰期 (天) Half-life, $T_{1/2}$ (day)
青心烏龍 Chin-shin Oolong	0.1441	0.7894	4.8
臺茶12號 TTES No.12	0.1589	0.8661	4.4

表三、2007~2009年克凡派於茶葉中檢出情形

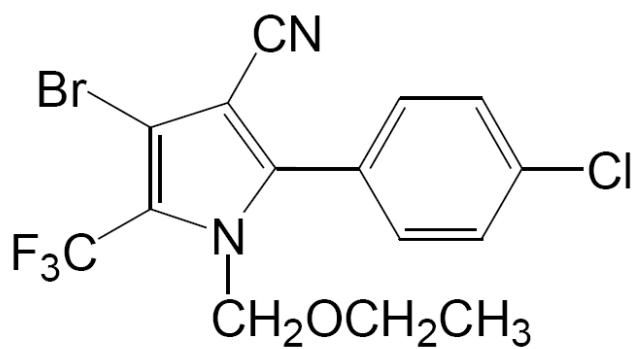
Table 3. Levels of chlorfenapyr residues detected in made-tea samples from 2007 to 2009

時間 (年) Time (year)	檢出件數 (件) Number	檢出最大值 (mg/kg) Max. residual	檢出最小值 (mg/kg) Min. residual	檢出平均值 (mg/kg) Ave. residual
2007	295	2.80	0.01	0.18
2008	232	3.19	0.01	0.20
2009	190	2.08	0.01	0.15

表四、2007-2009年克凡派殘留取食安全評估

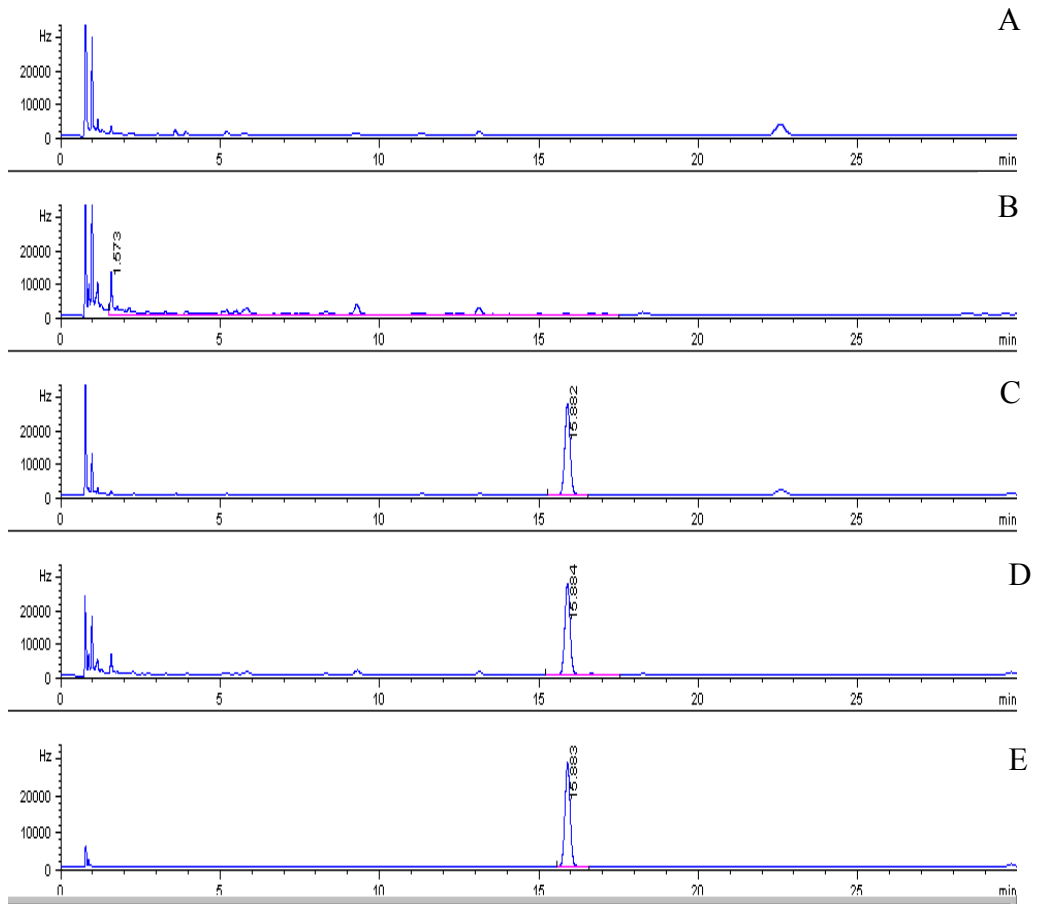
Table 4. Safety assessment of dietary intake of chlorfenapyr from 2007 to 2009

時間 (年) Time (year)	平均殘留值 (mg/kg) Average residual	理論最大殘留預估值 (mg/day/kg BW) TMRC	實際殘留預估值 (mg/day/kg BW) ARC	實際殘留預估值/ 每人每日可攝入量 (%) ARC/ADI ratio
2007	0.18		1.07×10^{-5}	0.0534
2008	0.20	1.19×10^{-4}	1.19×10^{-5}	0.0594
2009	0.15		8.90×10^{-6}	0.0445



圖一、殺蟲劑-克凡派的構造圖

Fig. 1. The structure of chlorfenapyr



圖二、殺蟲劑克凡派的層析圖譜 (圖 A 為青心烏龍之層析圖，圖 B 為臺茶 12 號之層析圖，圖 C 為青心烏龍添加 0.05 mg/kg 克凡派標準品之層析圖，圖 D 為臺茶 12 號添加 0.05 mg/kg 克凡派標準品之層析圖，圖 E 為克凡派標準品之層析圖)

Fig. 2. GC- μ ECD chromatograms of chlorfenapyr, A. Chin-shin Oolong extract without spiked chlorfenapyr, B. TTES No. 12 extract without spiked chlorfenapyr, C. Chin-shin Oolong extract spiked 0.05 mg/kg chlorfenapyr, D. TTES No. 12 extract spiked 0.05 mg/kg chlorfenapyr, E. standard of chlorfenapyr in 0.05 mg/kg.

Dissipation of Chlorfenapyr in Tea Plants and Safety Assessment of Dietary Intake of Chlorfenapyr

Yu-Ju Huang¹ Chia-Chang Wu^{2,*} Ya-Hui Chuang³

Summary

The aim of this study is to evaluate the dissipation of chlorfenapyr in tea plants and risk assessment on human health. The Chin-shin Oolong and TTES No. 12 was investigated in this study. Degradation rate of pesticide was determined by the residues of chlorfenapyr in leaves which sampled at different intervals. Safety assessment of dietary intake of chlorfenapyr was evaluated by calculating the theoretical maximum residue contribution (TMRC) and actual residue contribution (ARC). It reveals that the half-life of chlorfenapyr in Chin-shin Oolong and TTES No. 12 was 4.8 and 4.4 days, respectively. It showed no different degradation rate of chlorfenapyr between Chin-shin Oolong and TTES No. 12. According to the tea pesticide residue analyzed results from 2007 to 2009, the TMRC and the ARC of chlorfenapyr were 1.19×10^{-4} and 1.05×10^{-5} mg/day/kg BW, respectively. It suggested that when residue of chlorfenapyr were lower than its MRL, it may not cause threaten to human health.

Key words: Tea, Chlorfenapyr, Dissipation

-
1. Assistant Agronomist, Nantou Branch, Tea Research and Extension Station, Nantou, Taiwan, R.O.C.
 2. Director, Wenshan Branch, Tea Research and Extension Station, New Taipei City, Taiwan, R.O.C.
 3. Assistant Agronomist, Tungding Branch, Tea Research and Extension Station, Nantou, Taiwan, R.O.C.

*Corresponding author.

日本茶業現況與育種及推廣策略

陳俊良 林儒宏 戴佳如 林金池¹

摘 要

日本和臺灣有相近的茶業栽培現況及飲茶文化，也面臨相似的問題：單一品種栽培過多及罐裝飲料茶的衝擊。日本單一品種「藪北」（やぶきた, Yabukita）栽培面積比重過大（76%），茶葉價格下滑，栽培面積下降，工廠使用率過低，罐裝飲料盛行，年輕人多半不喜歡泡茶。面對這些問題，日本茶業界以多樣的推廣活動來促銷茶葉。同時針對新品種的育種擬訂明確的策略，希望能解決這些問題。本文為菁英計畫赴日二個多月間，參訪茶農、試驗改良場所，參加研討會，收集資料彙理所得，希望以此經驗，作為推展臺灣茶業的參考。

關鍵字：日本、茶、育種、推廣

壹、日本茶業現況

臺灣以獨特的品種及製茶技術聞名全球，各式各樣的特色茶在世界上佔有一席之地。日本與臺灣地理位置接近，同樣為海島型氣候，泡茶文化及茶樹品種皆由中國傳入，但目前所生產的茶葉卻和臺灣大不相同。相較於臺灣生產炒菁式的綠茶、包種茶及烏龍茶，日本主要是生產蒸菁式的綠茶，有常見的「煎茶」，及採收前須用遮蔭以提高茶葉品質的「玉露」和「遮蔭茶」等。而「抹茶」則是以類似「遮蔭茶」的栽培

1. 副研究員、助理研究員、助理研究員、研究員兼產業服務課課長，行政院農業委員會茶業改良場。臺灣 桃園。

管理，但在製茶時先將茶葉風乾成一片一片，除去梗之後再用石磨研成細粉狀，之後加入熱水充分攪拌均勻再飲用。相較於臺灣高級的茶葉多以人工手採，交由製茶師傅精心製作，日本的茶葉主要是以機器大面積栽培管理為主，平均每公頃的產量較臺灣為高，以機器採收後交由大型製茶工廠進行製作。一間兩百坪的製茶工廠只需兩個人管理，全都是電腦監控機械自動化製作。

日本之茶樹主要以「蘆北」為主，生產面積佔全國76%，最大的產區靜岡縣全縣種植「蘆北」佔90%。依據日本農林水產省統計資料顯示2010年一番茶採摘面積約為31,300公頃（圖一），茶菁收穫量為134,800公噸，主要生產茶葉縣市依序為靜岡、鹿兒島、三重、京都、埼玉及奈良縣。2010年3月及4月受到低溫霜害的影響造成平均茶菁收穫量減少，比2009年減少11,100公噸。在毛茶生產量方面，2010年生產量為27,900公噸，比2009減少2,400公噸，以縣市別區分毛茶生產量其中以靜岡縣14,200公噸為第一，其次為鹿兒島縣7,770公噸，三重縣為2,710公噸。

日本目前31,300公頃之採摘面積中，以靜岡縣最多為17,500公頃，其次為鹿兒島縣8,030公頃、三重縣2,920公頃（圖二）。比起2009年採摘面積減少2%，其主要原因為靜岡縣生產者高齡化，加上日本綠茶的茶價疲軟與銷量不佳，生產者意願降低進而廢園。相較於靜岡縣，鹿兒島縣因為種植較多品種（「蘆北」僅佔4成），收穫期較長，可避免採收期間的天災造成嚴重的損失。加上氣候較為溫暖，茶葉採收較其他地方早，價格較好，採摘面積反而有上升的趨勢。鹿兒島的茶業界目前正流行一句話，就是超越靜岡縣，成為日本第一的產茶大縣。2010年毛茶產量如圖三所示，靜岡縣占全日本51%，其次是鹿兒島縣28%，三重縣為10%。日本全國標準生產茶期區分，一番茶為3月至5月、二番茶為6月至7月、三番茶為8月至9月上旬，四番茶為9月中下旬至10月，而秋冬及春冬茶分別為10月底至12月底及翌年1月初至3月，因此與我們產茶期類似。

貳、日本茶業面臨之問題

和臺灣一樣，日本茶業目前面臨了罐裝飲料茶的衝擊，罐裝茶銷售量節節高升，飲料大廠如可口可樂、三得利 (Suntory)、伊藤園、麒麟 (Kirin) 等，無不挖空心思想要搶食這塊大餅。方便攜帶及飲用是罐裝飲料茶最吸引人的地方，加上強調各式各樣的機能性（如降低體脂肪）及多樣化的口味可供選擇，日本的年輕人幾乎都不自己泡茶而改喝罐裝飲料茶。根據統計，日本市面上販賣的罐裝飲料茶種類超過一百多種，不單是年輕人，越來越多的日本家庭以罐裝飲料茶取代日常的泡茶。有兩個故事持續在日本茶業界流傳，提醒日本茶業正面臨每況愈下的窘境。其中一個故事是某位老師

進行家庭訪問時，家長將綠茶的茶葉倒在杯子中，加入冷水後放到微波爐加熱，端給老師作為熱茶喝。另一個故事則是另一位老師進行家庭訪問時，該家長直接從冰箱裡拿出罐裝飲料茶到在杯子中，放到微波爐加熱，端給老師作為熱茶喝。泡茶人口的減少與斷層，是臺灣和日本茶業界所面臨相同的重大問題。要解決這問題，可能得靠一些推廣活動來拉近茶葉與年輕人的距離，同時利用新品種多樣化的風味，引起消費者的興趣。

另一個嚴重影響日本茶業的問題，就是栽培品種單一化。野菜茶業研究所枕崎據點的吉田克志研究員指出，當初「藪北」因為扦插苗的發根性及存活率高，品質良好，可對應蒸菁式及炒菁式製茶法，且適製茶種多、地域適應性佳，種種特性比起當時其他品種為壓倒性的優秀，於 1937 年成為靜岡縣第一個選為獎勵栽培之品種。1953 年登錄為農林 6 號，至 1970 年代栽培面積急速上升，成為至今佔全日本栽培面積 76% 以上之主要品種 (根角，2008a)。然而大量栽培單一品種，亦衍生了許多問題，靜岡縣農林技術研究所茶葉研究中心的中村順行所長，在一場名為「茶葉品種在日本茶業發展方向所扮演的角色為何」的研討會中，明確指出藪北種栽培面積過大造成的四個主要的問題：採摘期的集中化，病蟲害的多發化，品質的單調化，及茶業界的僵硬化。而這些問題，唯有新品種的導入才能解決。

- 一、採摘期的集中化：因大面積栽培同一品種，其成熟期相近，在同一時間內達到採摘適期的大量茶葉，無法一次採摘完畢，造成了有些茶葉延遲採收而品質低下。同時為了製造大量的茶葉，需增加製茶工廠的規模及設備，但是過了「藪北」的採收期之後就造成工廠閒置的問題。另一方面，因為採摘期集中，若是在適採期遭遇天然災害，例如霜害、風災等，會造成無法彌補的嚴重損失。若是栽培了不同成熟期 (早生種、晚生種) 的茶樹，不需要太大的製茶工廠，就可以依照各品種適合採摘的時間進行製茶，可解決上述的問題。
- 二、病蟲害的多發化：「藪北」對於一些茶樹的主要病蟲害抗性較弱，因此容易大規模發生病蟲害而造成農民的損失。要使用的農藥花費大，不容易達到安心、安全的訴求。若能改種植一些對病蟲害抗性較高的品種，可以減少損失，降低花費就能達到安心、安全的訴求。
- 三、品質的單調化：「藪北」的風味對於平日喝茶如喝水的日本人來說早已習慣，事實上不同的茶品種有不同型態的香氣滋味，單一品種單調的品質反而造成年輕人對於泡茶提不起興趣。如何選育出具有特色的品種加以推廣，給予消費者多樣性的選擇，是日本茶業界目前努力的目標 (武田善行，2008)。
- 四、茶業界的僵硬化：由於長時間大面積的栽培單一品種，導致業界缺乏改革改進的意圖，例如不再開發新的製茶技術或機器、不研發新的商品等。而市場上單調的

商品卻又正好和消費大眾嗜好性的多樣化背道而馳，造成商品乏人問津或價格滑落，這些情況一再地打擊茶業界。

然而，一味地栽種新品種就好嗎？日本的茶商界提出不同的看法。三洲製茶的董事長佐多浩二先生認為，雖然新品種中有一些不錯的品種，但栽培面積較小生產量較少，較不容易當作單一品種的商品全年販賣，因此，要在消費者之間取得優良的評價往往得花費較多時間。茶之山口園的董事長山口裕之則表示，要導入新的品種需努力學習新的栽培、製造方式，投入很多的時間金錢，能否賣得好卻不確定，有相當大的風險，因此，有很多人不願意栽培新品種。然而野菜茶業研究所之枕崎研究據點的據點長根角厚司先生表示，爲了日本茶業的振興，降低茶葉生產成本、安定生產、降低對環境造成的負擔、維持高品質等都是必要的。而茶樹品種在這當中扮演了相當重要的角色是可以確信的。

綜合以上的意見，可得知目前日本茶業面臨了罐裝飲料茶的衝擊，以及長期以來藪北種栽培面積寡占造成的一些問題。要解決這些問題，可從很多面向下手，而日本茶業界的研究單位主要傾向利用推出新品種來對應。

參、日本茶業之育種與品種策略

臺灣面積雖小，但全台各地利用不同的品種、不同的製茶方式製成的臺灣特色茶，種類眾多各具風味。臺灣茶樹的育種，由行政院農業委員會茶業改良場主導，針對不同的需求育出優良的品種：如適製紅茶、具薄荷、肉桂香的台茶 18 號；適製包種茶的台茶 19、20 號；香氣濃郁適製多種茶類的台茶 21 號等。目前臺灣包種茶的育種，除了希望能具有抗蟲、耐病及產量高等性狀之外，另一個重點爲選拔具有特殊香氣的品種：如過去的台茶 12 號（金萱）具有牛奶香，台茶 13 號具有梔子花香等。而具有特殊香氣的茶葉品種，往往可以給消費者留下較深的印象，相對的銷售量也較好，較受茶農的歡迎。這一點在日本亦是同樣的。經野菜茶業研究所之枕崎研究據點的據點長根角厚司先生親口證實，育成具有特殊香氣的品種，是枕崎研究據點的主要育種目標之一。他表示目前因生活水準提高，消費者的嗜好性多樣化，具有特殊香氣的品種往往在女性及年輕族群的消費市場可以得到較多的青睞。近年來日本對於半發酵茶的需求逐漸提高（包含罐裝飲料茶的原料），同時消費者對紅茶品質的追求也越來越高，利用適合製作綠茶的品種製作半發酵茶及紅茶往往品質不佳，因此育成適製半發酵茶及紅茶的品種爲枕崎據點的重要研究目標之一。其中適製紅茶品種「べにふうき」（紅富貴）就是一個很成功的例子。製成紅茶不但有特殊令人耳目一新的香氣，

製成綠茶時其甲基兒茶素含量特高，具抗花粉症效果，也成為機能性飲料茶而大風行。也有不少罐裝飲料茶使用此品種（根角，2008b）。

日本的茶葉品種眾多，自平成年間起，由公費育成而登錄於農林編號的茶葉品種有 19 個（表一）。約可分成四種不同的特徵來舉例說明（吉富，2010）。

一、以香氣為特徵的品種：そうふう、ゆめかおり、ゆめわかば

「そうふう」（蒼風）是早生品種，做煎茶能散發出東洋蘭般的花香為其特徵。施肥量少則香氣強而高揚，施肥量多雖然香氣較弱，但色澤良好滋味強。「ゆめかおり」（夢香）稍微早生，具有抗病性，做煎茶時能散發出和「藪北」不同的柔和香味，過去在進行官能品評盲飲測試時即為成績優異的品種。另外若進行萎凋則可以散發出高貴的花香味。「ゆめわかば」（夢若葉）具有耐寒性，適合在冷涼地栽培，若進行萎凋可散發出桂花一般的香味且品質提升。

二、以滋味為特徵的品種：さえみどり、はるみどり

「さえみどり」（冴え緑）是早生品種，澀味較低為其特徵，香氣具高級感帶甜香，早生的優點加上高品質，是可以期待獲得高收益的品種。「はるみどり」（春綠）是晚生種，樹勢強，成茶滋味強具牛奶香味為其特徵。

三、高產量的品種：さきみどり、ふうしゅん、みやまかおり

「さきみどり」（先綠）稍微早生，產量高且新芽顏色濃綠為其特徵。初期生長旺盛，樹勢強且抗炭疽病。香氣的評價雖因人而異，但可以兼顧品質及收量。「ふうしゅん」（富春）是耐寒性強的晚生品種，樹勢強，可作為寒冷地帶的高產量品種。「みやまかおり」（深山香）是十分晚生的品種，滋味和「藪北」完全不同，在品質及收量都值得期待。

四、以病蟲害抗性為特徵的品種：みなみさやか、はるのなごり、さいのみどり

「みなみさやか」（南爽）是對炭疽病及輪斑病具有抗性的品種，可以降低農藥使用量，同時品質具有奶茶般的花香味，適合做為單一品種的商品。「はるのなごり」（春之名殘）是晚生品種，對炭疽病及輪斑病具有抗性，品質較「藪北」為佳，是優良的改植候選品種。「さいのみどり」（彩之綠）改善了不耐炭疽病及製茶不佳的缺點，同時具有耐寒性，在寒冷地採收時間較「藪北」為早，可作為寒冷地區的茶樹更新之候選品種。

利用不同品種的搭配，尤其是導入採摘期不同的品種，不但可以分散勞動力，讓工廠有效率的運作，還可以避免一些天然災害。譬如 2010 年 3 月發生的霜害，造成很大的損失，但若具有早生、中生、晚生的品種，則可以分散收入減少之風險，因此導入採摘期不同的品種是經營上一種重要的策略。

靜岡縣農林技術研究所茶葉研究中心的中村順行所長表示，為了解決過度偏重於

藪北種造成的問題，在研究單位跟行政單位上都必須採取一些策略。在研究方面應進行符合現代需求之新品種育種、不同品種的栽培法改進、提升山間地栽培的生產性、不同品種的不同製茶加工法研究、研究不同品種炒菁的適性與萎凋香的特性（本來日本茶是蒸菁且不萎凋）等。在行政上，首先應針對不同產地進行戰略品種的選定與推展。從挑選適合該產地種植的品種開始，提高生產性，塑造當地之特色茶，進行品牌化等，進行一貫的策劃。接著在茶市場設立新品種的專櫃，包含介紹新品種的特性，宣傳單的印製發送，茶樣的展示試喝等，讓茶商能夠充分了解新品種而能夠順利的販售。同時藉由講習會宣導新品種的優點及栽培製作方法，並且在品評會的時候，針對新品種的特性進行選拔讓新品種能夠在品評會裡得到好成績，如此一來茶農和茶商也會跟進，進行新品種的栽培與販賣。

肆、日本之茶業推廣策略

日本茶業界面對罐裝飲料茶的衝擊及年輕人普遍不喜歡泡茶的現象，擬定解決策略並舉辦了各式各樣的推廣活動，希望讓消費者能夠更輕易的接觸到茶葉，更喜歡泡茶，列舉如下：

- 一、舉辦茶葉祭典及展售活動：祭典的歡樂氣氛人人喜歡，在各地舉辦茶葉祭典與展售活動，不但可以讓消費大眾快速的認識茶葉，並可增加茶葉的銷售量，推廣茶文化。筆者在日本兩個多月期間，就參與了靜岡縣每三年一度的世界茶葉祭、有機茶展售會、伊佐地區茶業女性大會及展售活動、鹿兒島縣茶葉祭 2010 於南九州市、喝茶一杯日茶葉展售活動與縣民喝茶健康講座。在交通便利之處舉辦茶葉活動，不但讓對茶有興趣的民眾方便參加，同時讓當地居民及路過的民眾都有機會接觸到茶葉。會場有熱鬧的表演活動，如茶道、歌舞表演，並展示像手揉茶、茶點、比賽茶等讓民眾感到興趣的項目，搭配各種茶類的試喝體驗，增加消費者一試成主顧的機會。
- 二、辦理「給茶據點」與「百元茶屋」活動：給茶據點是日本象印公司（生產販賣熱水瓶）與全國茶商工業協同組合連合會一同推廣，只要帶著自己的熱水瓶，便可在全日本超過 270 家的茶商店或咖啡廳，以 100 日元到 300 日元的價格喝到現泡、熱騰騰的茶。100 日元對日本民眾來說，像是臺灣人花 10 元台幣一樣的感覺，不必麻煩親手泡茶就可以享受到現泡的熱茶，因此每天都有不少的民眾使用這項服務。筆者詢問過辦理這項活動的店家，店長表示雖然這項活動並不賺錢，但是可以增加消費者的來店率，相對店裡的商品就更容易被注意到而販賣出去。對茶業界來講，可以讓更多消費者，尤其是年輕人瞭解現泡茶的好喝之處。這個活動對

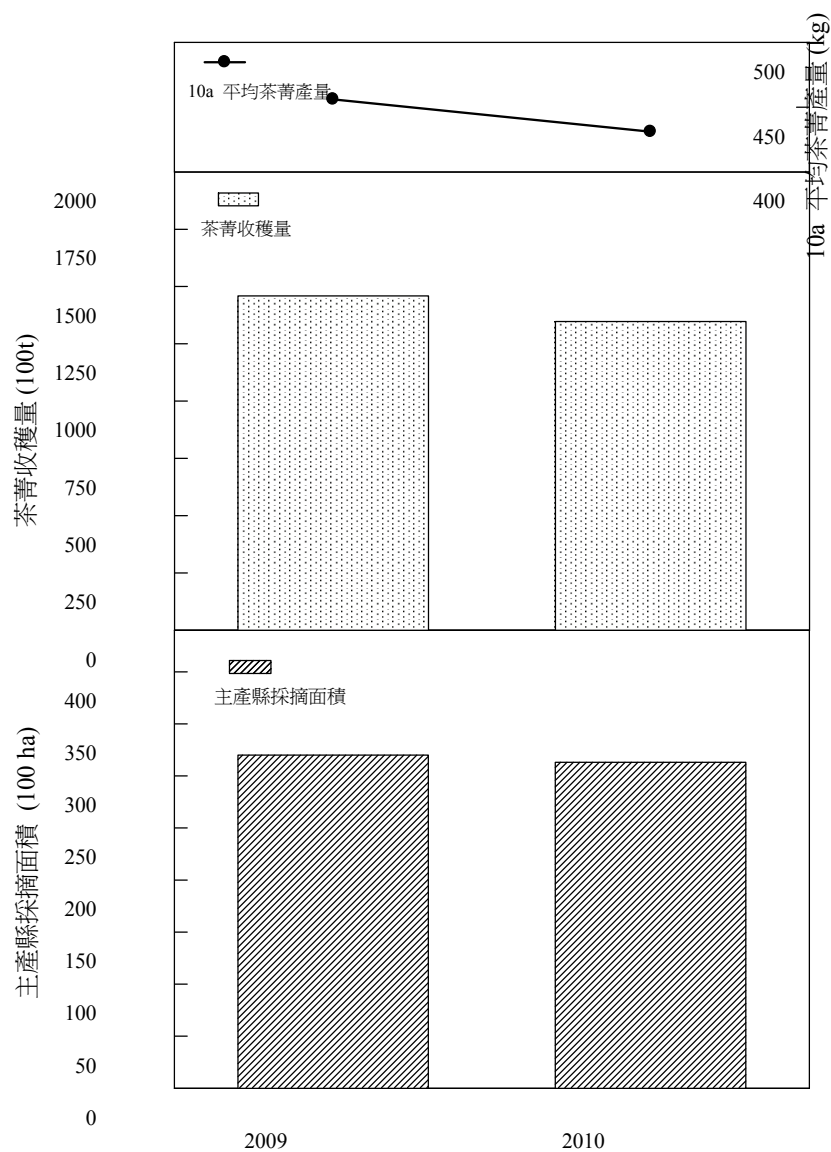
於消費者、店家、茶業界來說，可說是三贏的局面。而百元茶屋，就是指在一些展售活動中，賣茶的攤位搭起帳棚放置一些桌椅，然後同樣的可以用 100 日元買到一壺熱茶和小點心。不僅提供消費者走累了的休息之處，還可以增加茶商品的曝光率與銷售量，因此，在展售活動中百元茶屋往往都是座無虛席。

- 三、建立茶葉偶像人物：例如在靜岡縣有以茶葉防霜扇為武器，打扮如正義使者化身的假面騎士，身上有數個「茶」字的「茶神 888」；以及鹿兒島縣有武士裝扮，背著茶簍身上有「茶」字的布偶人物「茶茶丸」。不管是祭典中或是促銷活動時，這些偶像人物的出現往往造成轟動，大人小孩無不爭相拍照，增加了民眾對茶葉的印象及好感度，相關的展示海報或商品也都成了收集的對象，促進了購買力。
- 四、找酒店的媽媽桑推廣茶酒及茶多元化產品：針對中高齡的男性消費者，下班後喜歡喝杯小酒吃個點心的生活型態，邀請酒店的媽媽桑現身說法，親自送上一杯茶酒，並教導如何製作茶酒，再搭配有茶葉入菜的下酒菜、水餃、便當等，讓消費者耳目一新，提高興趣。參與活動的男女民眾無不掏出現金，買茶、買酒、買茶多元化商品。
- 五、加強辦理推廣人員的教育及資格認定，如茶業指導員制度 (Adviser, Instructor)：由日本茶協會主導的茶業指導員制度行之有年，經由函授、上課、實際操作、考試認定等方式，訓練出有熱忱、具專業的茶業指導員，透過他們在各行各業：如茶商、茶道界、藝文界的努力，讓民眾更瞭解茶，更喜歡茶，亦讓日本的茶文化推展的更廣更深入。
- 六、獎勵新品種栽種，茶葉結合地方特色文化，推行茶名牌化及地域區別化：選擇適合當地栽培的新品種，結合該地之特色文化，由政府提供補助獎勵新品種栽種，造成茶葉的地域區別化，進而塑造出自己的品牌，成為具有名牌力的精品，這是日本茶業界官方及學界共同努力的目標。因為藉由地域區別化所形成的不同品種不同味道的茶葉品牌，才能夠滿足消費者多樣化的口感，吸引到年輕人的族群，同時解決蘆北種栽培面積過大所造成的問題。目前已經有不少的成功案例，如天空之茶おくひかり，強調是在高海拔接近天空的茶園「奧光」所栽種的茶葉，具有和蘆北種不一樣的風味，成功製造出話題性且獲得很好的銷售量。

伍、結論

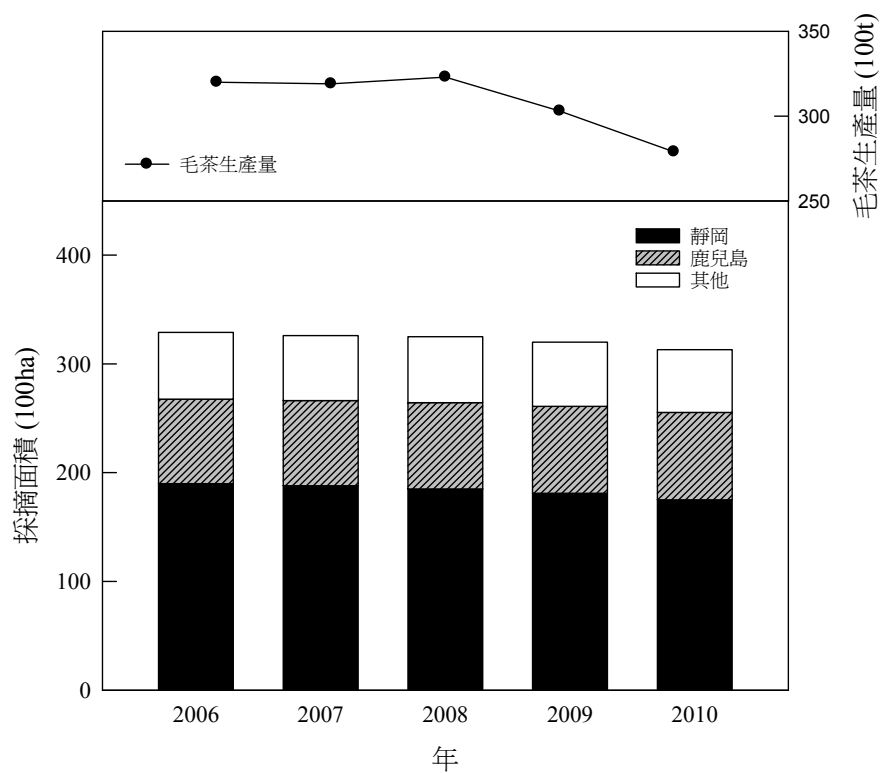
日本茶業目前遭遇的問題，可作為臺灣茶業的借鏡。雖然目前台茶因為精品化程度較日本高，價格較佳，但年輕人較少飲用沖泡茶，茶樹及從業人員老化，青心烏龍佔台茶種植面積一半以上等問題仍待解決。要解決這些的問題，可從育種及推廣新品

種開始。育種方面應針對社會經濟及生活型態，生產環境的改變開發新的品種，以導入新的基因及縮短育種年限為主要目標。推廣新品種的方法為：結合品評會，教育消費者品種的差異；政府推行獎勵品種栽培；進行地區差異化及品種品牌化。再配合消費者推廣，展示展售及行銷，促進民眾多沖泡茶葉。如此一來，臺茶推動的能量才能生生不息。



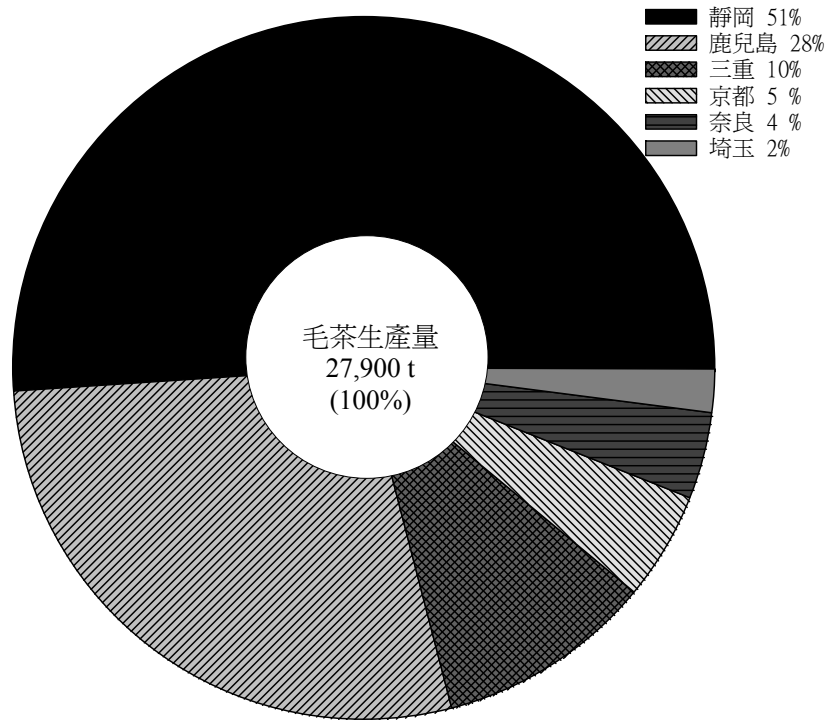
圖一、日本 2009 年與 2010 年主產縣摘採面積及茶菁收穫量與每 1 分地平均茶菁收穫量之比較 (農林水產省，2010)

Fig. 1. Plucking area of tea plantation in main tea-producing regions, amount of tea leaves production, and average tea leaves yields per 0.1ha in Japan during 2009-2010.



圖二、日本 2006 年至 2010 年主產縣一番茶的摘採面積與毛茶生產量

Fig. 2. Plucking area of tea plantation in main tea-producing regions for the first grade tea and amount of crude tea production during 2006-2010.



圖三、2010 年主產縣一番茶各縣別毛茶生產量

Fig. 3. Production amount of the first grade crude tea by prefecture in 2010.

表一、平成年間利用公費育成的品種及其特性

Table 1. Japanese tea breeds by public funding since 1989

農林編號	品種名	育成場所	品種の特徴	品種戰略之應用
茶農林 40 號	さえみどり	野菜茶業試験所	早生、高品質。	作為溫暖地區高品質茶葉生產用。
茶農林 41 號	ふうしゅん	野菜茶業試験所	稍微晚生，產量高，耐寒。	低花費高產量，可做為飲料茶之原料。
茶農林 42 號	みなみさやか	宮崎縣	晚生，抗病性高，具有特殊品種香。	作為溫暖地區或無農藥栽培用，主打香氣。
茶農林 43 號	ほくめい	埼玉縣	耐寒性，產量高，具萎凋香。	作為低溫地區之高產量品種，新香味茶。
茶農林 44 號	べにふうき	野菜茶業試験所	晚生，發酵茶及紅茶用，高甲基兒茶素含量高。	活用其香氣開發新香味茶類，作為機能性飲料之原料。
茶農林 45 號	りょうふう	野菜茶業試験所	晚生、高品質耐寒。	作為低溫區高品質茶。
茶農林 46 號	むさしかおり	埼玉縣	中晚生，高品質但生育弱。	作為山間低溫區之高品質茶使用。
茶農林 47 號	さきみどり	宮崎縣	稍微早生，新芽濃綠及產量高。	以發揮其高產、色澤的特性為戰略，作粉末茶之原料。
茶農林 48 號	はるみどり	野菜茶業試験所	晚生高品質，初期生育弱。	作為山間高品質茶之生產用。
茶農林 49 號	そうふう	野菜茶業試験所	早生，如東洋蘭般之香氣。	作為溫暖地區生產，並發揮其香氣特色之產品開發用。
茶農林 50 號	さいのみどり	埼玉縣	早生，具炭疽病抗性	作為低溫地區茶樹更新用之候補品種。
茶農林 51 號	はるもえぎ	宮崎縣	稍微晚生，高品質，初期生育弱。	作為溫暖地區高品質茶生產用。
茶農林 52 號	みやまかおり	宮崎縣	晚生，高產量，具有特殊的品種香味。	發揮高產量之特性，做為飲料茶原料。
茶農林 53 號	ゆめわかば	埼玉縣	中生種，具耐寒性，香氣強具萎凋香。	作為低溫地區發揮香氣特性之新香味茶。
茶農林 54 號	ゆめかおり	宮崎縣	早生，抗病性，香氣強具萎凋香。	作為溫暖地區發揮香氣特性之新香味茶。
	はるのなごり	宮崎縣	晚生，樹勢強，抗炭疽病及輪斑病。	作為茶樹更新用之候補品種。
	しゅんたろう	野菜茶業試験所	極早生，抗炭疽病及輪斑病。	作為茶樹更新用之候補品種。
	サンルージュ	野菜茶業試験所	含高花青素，具機能性。	作為花青素相關商品開發之用。
	さえあかり	野菜茶業試験所	稍微早生，高品質，抗炭疽病及輪斑病。夏茶品質也很好。	作為臺北之更新用之候補品種，可作為經營主軸之品種。

參考文獻

1. 吉富均. 2010. 国費により育成した茶品種. 茶品種ハンドブック.
2. 武田善行. 2008. 主要品種と栽培特性. 煎茶向き品種. 茶大百科 I. 農文教. pp. 569-587.
3. 根角厚司. 2008a. 茶の育種の歴史と動向. 茶大百科 I. 農文教 pp. 533-536.
4. 根角厚司. 2008b. 品種を活かすブランド化戦略と事例. 茶大百科 I. 農文教 pp. 564-568.

Current Status, Breeding, and Promotion Strategy of Tea Industry in Japan

Chun-Liang Chen Ju-Hung Lin Jia-Ru Dai Jin-Chih Lin¹

Summary

Japan and Taiwan have similar tea cultivation status and drinking culture and also face the same problems. The cultivated area of Yabukita is too large (76%), tea prices continue to fall, the cultivated area continues to decrease, factory utilization is too low, and most young people do not like brewing tea. Faced with these problems, Japanese tea industry holds all kinds of extension activities to promote tea sales. At the same time, definite strategy for the breeding of new cultivar was developed, and hoping to solve these problems. This paper was collated by visiting farmers and research and extension stations, participating in conference and collecting data during more than two months in Japan. Hoping this experience can be the reference of promoting Taiwan's tea industry.

Key words: Japan, Tea, Breeding, Extension

1. Associate Agronomist, Assistant Agronomist, Assistant Agronomist, Senior Agronomist, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan, R.O.C.

臺灣茶業研究彙報 第 31 號

發行人：陳右人

編輯：賴正南

編輯委員：陳 玄、蔡右任、林金池、陳國任、
邱垂豐、蔡憲宗

審查委員：石正中、邱垂豐、吳聲舜、林宗新、林金池、
侯金日、陳 玄、陳國任、陳英玲、黃文達、
張訓堯、顏瑞泓（依姓氏筆劃序）

出版機關：行政院農業委員會茶業改良場

電話：03-4822059

地址：326 桃園縣楊梅市埔心中興路 324 號

網址：<http://tea.coa.gov.tw>

印刷所：華元廣告設計社 電話：03-4506095

出版年月：中華民國 101 年 11 月

工本費：NT\$ 180 元

ISSN: 0254-6590

GPN : 2007100029 膠裝