

紅茶及包種茶製程中兒茶素含量變化之研究

石榆鳳¹ 古國隆² 邱垂豐³ 劉景平^{4*}

(投稿日期：95 年 4 月 17 日)

摘要

本研究以台茶 8 號、台茶 18 號、台茶 12 號和青心烏龍之新鮮茶芽做為不同製程之材料，探討 Caffeine、Gallate acid(GA)、(-)-Epigallocatechin(EGC)、(+)-Catechin(C)、(-)-Epigallocatechin gallate(EGCG)、(-)-Epicatechin(EC)和(-)-Epicatechin gallate(ECG)等在製程中之變化。由結果得知紅茶之 Caffeine 以發酵製程之 33.16 mg/g 最高；GA 以乾燥製程為最高，分別為 3.32 mg/g；EGC、C、EGCG 及 EC 則以新鮮茶芽為最高，分別為 18.81 mg/g、1.09 mg/g、10.45 mg/g 及 6.45 mg/g。品種間則是台茶 18 號高於台茶 8 號。紅茶及包種茶之主要兒茶素成分均為 $EGC > EGCG > EC > ECG > C$ ；包種茶之 Caffeine、GA 及 ECG 均以第一次攪拌製程為最高，分別為 24.06 mg/g、1.46 mg/g 及 1.95 mg/g；EGC 及 EC 以炒菁製程為最高，分別為 46.29 mg/g 及 5.90 mg/g；EGCG 則以乾燥製程之 14.95 mg/g 最高。品種間則以青心烏龍高於台茶 12 號。紅茶及包種茶之總兒茶素含量於發酵製程前皆是下降之趨勢，但於發酵製程後則有顯著增加之趨勢。

關鍵字：兒茶素、紅茶、包種茶、不同製程

¹ 國立嘉義大學農學研究所碩士班研究生

國立嘉義大學應用化學系副教授

³ 行政院農委會茶業改良場研究員兼茶作課長

⁴ 國立嘉義大學農藝學系教授

*通訊作者

Studys on Variations of Catechins Contents at Processes of Black tea and Paochung tea.

Yu-Feng Shih¹, Kuo-Lung Ku², Chwei-Feng Chiou³, Ching-Ping Liu^{4*}

(Received: Apr 17, 2007)

The study investigated changes in the content of Caffeine, Gallate acid (GA), (-)- Epigallocatechin (EGC), (+)- Catechin (C), (-)- Epigallocatechin gallate (EGCG), (-)- Epicatechin (EC), and (-)- Epicatechin gallate (ECG) in tea during processing by using fresh tea shoots of TTES No.8, TTES No.18, TTES No.12, and Chin-Shin Oolong were studied. The results indicated black tea had the highest amount of Caffeine (33.16 mg/g), during the fermentation processing, and the highest amounts of GA (3.32 mg/g), during the drying processing. Fresh tea shoots were found to contain the highest amounts of EGC, C, EGCG, and EC, which were 18.81, 1.09, 10.45 mg/g and 6.45 mg/g, respectively. Between the varieties, the contents of catechins in TTES No.18 were higher than those of TTES No.8. The major substances of catechins found in black tea and Paochung tea were $EGC > EGCG > EC > ECG > C$. Paochung tea appeared to have the highest amounts of Caffeine (24.06 mg/g), GA (1.46 mg/g), and ECG (1.95 mg/g), during the first shaking processing. Paochung tea appeared to have highest amounts of EGC and EC during the panning processing, which were 46.29 and 5.90 mg/g, respectively. Paochung tea appeared to have the highest amount of EGCG, 14.95 mg/g during the drying processing. Between the varieties, the contents of catechins in Chin-Shin Oolong

were higher than those of TTES No.12. The total amount of catechins in black tea and Paochung tea decreased before the fermentation processing, but increased after the fermentation processing.

¹Graduate student, Graduate Institute of Agriculture, National Chiayi University, Chiayi, Taiwan(R. O. C)

²Associate Professor, Department of Applied Chemistry, National Chiayi University, Chiayi, Taiwan(R. O. C)

³Senior Agronomist, Tea Research and Extension Station, Taiwan (R. O. C)

⁴Professor, Department of Agronomy, National Chiayi University, Chiayi, Taiwan(R. O. C)

*Corresponding author

前 言

茶是全世界重要非酒精性嗜好飲料之一，在中國已有五千多年的歷史 (Balentine *et al.*, 1997; 吳, 1985)。近年來科技進步，進行各項動物試驗或臨床試驗，證實茶葉確有多種保健及預防疾病之功效，如降低血脂、預防心血管疾病、預防高血壓、降血糖、預防糖尿病、預防齲齒、殺菌、抗病毒、抗細胞突變及抗癌等 (Henry and Stephens-Larson, 1984; Ho *et al.*, 1992; Khokhar and Magnusdottir, 2002; Lin and Lin, 1997)。

兒茶素類 (catechins) 是茶葉中最主要的多元酚類成分，約佔多元酚類成分總含量的 75-80%。兒茶素提供茶葉特殊的香味，未發酵綠茶之兒茶素約佔乾重 16-30%，全發酵紅茶之兒茶素約佔乾重 3-10%，部份發酵烏龍茶之兒茶素約佔乾重 8-20% (Graham, 1992)。在製茶的過程中兒茶素易氧化生成茶黃質 (theaflavins) 和茶紅質 (thearubigins) 等氧化產物，這些生成的產物都是水色和滋味的主要成分。天然存在的兒茶素類成分有 (+)-catechin(C)、(-)-epicatechin (EC) 和 (-)-epigallocatechin (EGC)、以及 EC 和 EGC 的沒食子酸酯類 (ECG、EGCG) (甘, 1984)。兒茶素之含量除了受製造過程影響最大外，其他如生長環境 (地勢、土質和氣候)、產季、品種、部位、栽培……等因子亦會影響其多寡 (吳, 1973; Chiu and Lin, 2005;)

Squire, 1985 ; Othieno, 1988)。

茶葉依製造過程中 Catechin 被氧化的程度，可分為無發酵之綠茶、輕發酵之包種茶（氧化程度 $12.7\pm 5\%$ ）、重發酵之烏龍茶（氧化程度 $58.7\pm 5.23\%$ ）及全發酵紅茶（ 87.2% 以上）四大類，各種茶之品質優劣亦常因品種而異（馮和沈，1990）。其中部份發酵茶之包種茶，全世界僅台灣及中國大陸福建、廣東地區有生產。台灣地區包種茶製造過程冗長繁複，其成分變化深受製茶時之萎凋處理影響（吳等，1995）。茶葉進行發酵必須先行萎凋促使細胞膜滲透性增加，以便細胞內之酵素與兒茶素相互接觸並進行氧化作用，萎凋之進行為製造茶之特有色、香、味等品質的重要製茶步驟（甘，1984）。兒茶素因具有強大之抗氧化能力，目前已成為很多食品及飲料中之重要添加物，若能瞭解紅茶及包種茶在製造過程中，兒茶素之變化情形，將可做為由茶菁、紅茶及包種茶中萃取兒茶素之參考。因此本研究乃選取目前臺灣栽培最多適製紅茶的台茶 8 號和台茶 18 號及目前臺灣栽培最多適製包種茶的台茶 12 號及青心烏龍為試驗材料，擬探討在製造過程中兒茶素含量之變化情形，以提供萃取兒茶素材料之參考。

材 料 與 方 法

一、 試驗材料：

1. 供試品種

以臺灣目前最主要栽培之茶樹品種，包括台茶 8 號、台茶 18 號、台茶 12 號和青心烏龍等四品種做為分析之材料，材料皆種於茶業改良場魚池分場，其中台茶 8 號和台茶 18 號適製紅茶，台茶 12 號和青心烏龍適製包種茶。

2. 取樣及製茶流程

各品種於 2006 年春季採摘茶菁進行調製，如圖 1 所示。紅茶製造過程之「茶菁」茶樣係於機械採收後立即取新鮮茶葉當樣品，「萎凋」茶樣是將茶葉平均攤放，經過大約 15-18 小時萎凋後取樣，「揉捻」茶樣是萎凋後的茶葉經過機械揉捻三回以上後取樣，「發酵」茶樣是揉捻後的茶葉再經過 120-150 分鐘的發酵後尚未乾燥前取樣，「乾燥」茶樣是發酵後的茶葉經過乾燥機 90-95°C 的乾燥，含水量約 3-5 % 時取樣。包種茶不同製造過程之「茶菁」茶樣係於機械採收後立即取新鮮茶葉當樣品，「第一次攪拌」茶樣是茶菁經日光萎凋 10-20 分鐘後，即移入常溫的萎凋室並薄攤於筴蓆上，靜置 1-2 小時，葉緣因走水蒸散而呈微波浪狀時進行第一次攪拌後取樣，「第二次攪拌」茶樣是第一次攪拌後的茶葉再靜置經過 60-120 分鐘後進行第二次攪拌後取樣，「浪菁」茶樣是經多次攪拌後的茶葉裝入竹籠中攪拌後取樣，「發酵」茶樣是浪菁後靜置於筴蓆上使其發酵至菁味消失發出清香後取樣，「炒菁」茶樣是經發酵後的茶葉以炒菁機大約 160-180°C 炒至無

臭菁味，葉質鬆軟具彈性及芳香撲鼻後取樣，「揉捻」茶樣是經過炒菁後的茶葉以揉捻機揉捻大約 3 - 4 分鐘後取樣，「乾燥」茶樣是經過揉捻後的茶葉以乾燥機 100-105°C 乾燥 25-30 分鐘後取樣（行政院農業委員會茶業改良場，2001）。

本試驗中所使用之試藥如 Caffeine、(-) - Epigallocatechin (EGC)、(+) - Catechin (C)、(-) - Epigallocatechin gallate (EGCG)、(-) - Epicatechin (EC) 和 (-) - Epicatechin gallate (ECG) 均購自 Sigma 公司，Gallate acid (GA) 則購自 Alfa Aesar 公司。

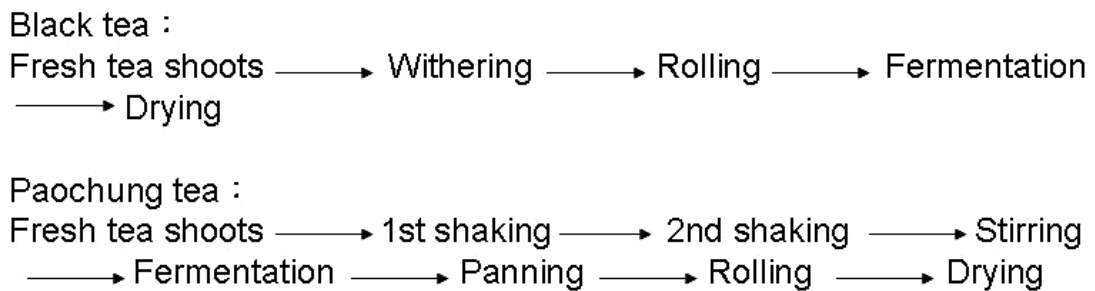


Fig. 1. Processes for the preparation of black tea and Paochung tea.

二、 試驗方法：

1. 茶葉抽出物之製備

將茶樣磨碎，取 1 g 的茶粉用 100 mL 80°C 的熱水沖泡 3 分鐘，再以 Advantec No.1 (90 mm) 濾紙置放於 90 mm 的陶瓷漏斗中，以抽氣器進行茶湯過濾，過濾完畢隨即倒入 100 mL 定量瓶中進行定量，再以 0.22 μ m 之 Millipore 過濾其茶湯，濾液以高效能液相層析

儀 (HPLC) 進行分析。

2. 個別兒茶素之定量分析

採用高效能液相層析儀系統 (Agilent 1100 series)，分離管柱採用 Hypersil Gold C18 (150 mm×2.1 mm, 5 μ m)，沖提液之溶劑 A 為甲醇，溶劑 B 為 0.1% TFA，以梯度移動相的條件來沖提 (0 min，95% 溶劑 B；至 5 min，90% 溶劑 B；10 min，85% 溶劑 B；15 min，80% 溶劑 B；20 min，72% 溶劑 B；25 min，50% 溶劑 B；35 min，0% 溶劑 B；45 min，0% 溶劑 B)，注射量 5 μ L，流速為 0.15 mL/min，檢測波長 280 nm。

2. 統計分析

本是驗各處理之樣品均為三重複，並將所調查之結果以 Microsoft Excel 列表，再以 SAS 套裝軟體進行差異顯著性測驗及以 Sigma Plot 軟體繪圖，分別比較不同製程處理間，個別兒茶素、咖啡因、沒食子酸及總兒茶素含量之變化情形。

結果與討論

茶葉中之多酚類會受到製茶過程的影響，其中以兒茶素所受影響最大 (Chiu and Lin, 2005)，故本報告主要擬探討台灣的紅茶、包種茶在不同製程時兒茶素含量的變化情形。由表 1. 試驗結果得知紅茶不同品種會對 Caffeine、Gallate acid (GA)、(-) - Epigallocatechin

(EGC)、(+)-Catechin(C)、(-)-Epigallocatechin gallate(EGCG)、(-)-Epicatechin(EC)和(-)-Epicatechin gallate(ECG)之含量造成顯著之影響。且在製茶過程亦會顯著影響 Caffeine、GA、EGC、C、EGCG、EC 和 ECG 之含量。

表 2. 為紅茶在製程中 Caffeine、GA、EGC、C、EGCG、EC 和 ECG 等成分之差異顯著性測驗。就 Caffeine 而言，以發酵製程為最高，其含量有 33.16 mg/g，其次為揉捻製程 30.97 mg/g，接著為新鮮茶芽 30.58 mg/g，惟三者之間均無顯著差異；但以乾燥製程 28.99 mg/g 為最低，且與發酵製程間有顯著差異。就 GA 而言，以乾燥製程為最高，其含量有 3.32 mg/g，與其餘四個製茶過程有顯著差異；但以發酵和揉捻製程 1.14 mg/g 為最低，且與新鮮茶芽、萎凋和乾燥製程間均有顯著差異。就 EGC 而言，以新鮮茶芽為最高，其含量有 18.81 mg/g，其次為萎凋製程 16.44 mg/g，接著為揉捻製程 15.73 mg/g，惟三者之間均無顯著差異；但以發酵製程 8.70 mg/g 為最低，且與其餘四個製茶過程有顯著差異。就 C 而言，以新鮮茶芽為最高，其含量有 1.09 mg/g，其次為乾燥製程 0.98 mg/g，惟二者之間均無顯著差異；但以萎凋製程 0.40 mg/g 為最低，且與新鮮茶芽和乾燥製程間有顯著差異。就 EGCG 而言，以新鮮茶芽為最高，其含量有 10.45 mg/g，其次為乾燥製程 10.10 mg/g，接著為萎凋製程 9.58 mg/g，惟三者之間均

無顯著差異；而以發酵製程 6.78 mg/g 為最低，發酵製程與新鮮茶芽、乾燥和萎凋製程間均有顯著差異。就 EC 而言，以新鮮茶芽為最高，其含量有 6.45 mg/g，與其餘四個製程間均有顯著差異；但以乾燥製程 4.01 mg/g 為最低，亦與其餘四個製程間均有顯著差異。就 ECG 而言，以萎凋製程為最高，其含量有 1.36 mg/g，其次為乾燥製程 1.32 mg/g，惟二者之間均無顯著差異；但以發酵製程之 0.57 mg/g 為最低，與其餘四個製程間均有顯著差異。然而 Lin *et al.* (1998) 以台茶 12 號製成紅茶，所測得的 Caffeine、GA、EGC、EGCG 和 EC 含量分別為 16.03 、1.83、0.19、0.30 和 0.04 mg/100 mg，與本結果不一致，此可能因所使用分析之茶樹品種為台茶 12 號係小葉種適於製做包種茶，而本試驗所用之台茶 8 號及台茶 18 號為大葉種適製紅茶而有所差異。

表 3. 為紅茶不同品種間 Caffeine、GA、EGC、C、EGCG、EC 和 ECG 等成分間之差異顯著性測驗。就紅茶的主要兒茶素成分而言， $EGC > EGCG > EC > ECG > C$ 。就 Caffeine 而言，以台茶 18 號為最高，有 33.71 mg/g；而以台茶 8 號之 27.93 mg/g 最低，二者間有顯著差異。就 GA 而言，亦以台茶 18 號為最高，有 2.20 mg/g；而以台茶 8 號之 1.68 mg/g 最低，二者間有顯著差異。就 EGC 而言，則以台茶 8 號為最高，有 17.14 mg/g；而以台茶 18 號之 14.18 mg/g 為

最低，二者間有顯著差異。就 C 而言，以台茶 18 號為最高，有 1.17 mg/g；而以台茶 8 號之 0.27 mg/g 為最低，二者間有顯著差異。就 EGCG 而言，以台茶 18 號為最高，有 10.52 mg/g；而以台茶 8 號之 7.34 mg/g 為最低，二者間有顯著差異。就 EC 而言，以台茶 18 號為最高，有 7.27 mg/g；而以台茶 8 號之 3.64 mg/g 為最低，二者間有顯著差異。就 ECG 而言，以台茶 18 號為最高，有 1.33 mg/g；而以台茶 8 號之 0.78 mg/g 為最低，二者間有顯著差異。Fernandez *et al.* (2000) 報告中指出，EGC 是市售紅茶兒茶素之主要成分；甘 (1984) 亦指出適製紅茶的品種，EGC 和 EGCG 的含量均甚高，與本試驗之結果相似。然而 Khokhar and Magnusdottir (2002) 報告中卻指出紅茶主要的兒茶素成分為 EGCG > ECG > EC > EGC > C，Fernandez *et al.* (2002) 報告中亦指出中國及印度市售的紅茶主要兒茶素成分為 EGCG 和 ECG。會有此不同的原因，除了加工會影響成茶最終化學成分之含量外，茶菁品種、產區、採摘老嫩程度、季節等因子，亦為影響成茶最終化學成份含量之重要因素 (蔡等，2000)。

Table 1. ANOVA of polyphenolic compounds of black tea in different processing periods.

| SOV | DF | MS | | | | | | |
|-------------|----|----------|--------|----------|--------|---------|---------|--------|
| | | Caffeine | GA | EGC | C | EGCG | EC | ECG |
| Variety (T) | 1 | 250.64** | 2.00** | 65.90** | 6.06** | 75.78** | 98.70** | 2.26** |
| Process (S) | 4 | 13.59* | 5.34** | 101.56** | 0.55** | 15.30** | 4.73** | 0.66** |
| T × S | 4 | 6.23 | 0.16 | 27.06* | 0.67** | 11.17** | 3.39** | 0.49** |
| Error | 20 | 5.12 | 0.09 | 6.96 | 0.11 | 1.02 | 0.30 | 0.06 |

*and ** denote significant at 5% and 1% level, respectively.

Table 2. Significant tests of differences among different processing periods in polyphenolic compounds of black tea.

| Process | Polyphenolic compounds(mg /g) | | | | | | |
|---------------------|---------------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| | Caffeine | GA | EGC | C | EGCG | EC | ECG |
| Fresh tea shoots | 30.58 ^{ab#} | 2.48 ^b | 18.81 ^a | 1.09 ^a | 10.45 ^a | 6.45 ^a | 1.15 ^{ab} |
| Withering | 30.43 ^b | 1.58 ^c | 16.44 ^a | 0.40 ^c | 9.58 ^a | 5.56 ^b | 1.36 ^a |
| Rolling | 30.97 ^{ab} | 1.14 ^d | 15.73 ^a | 0.68 ^{bc} | 7.72 ^b | 5.68 ^b | 0.87 ^b |
| Fermentation | 33.16 ^a | 1.14 ^d | 8.70 ^b | 0.47 ^c | 6.78 ^b | 5.57 ^b | 0.57 ^c |
| Drying | 28.99 ^b | 3.32 ^a | 18.62 ^a | 0.98 ^{ab} | 10.10 ^a | 4.01 ^c | 1.32 ^a |
| LSD _{0.05} | 2.73 | 0.37 | 3.18 | 0.40 | 1.21 | 0.66 | 0.30 |

: Values followed by same letter at same column are not significant at the 5% level using LSD test.

Table 3. Significant tests of differences between varieties in polyphenolic compounds of black tea.

| Variety | Polyphenolic compounds (mg / g) | | | | | | |
|---------------------|-----------------------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| | Caffeine | GA | EGC | C | EGCG | EC | ECG |
| TTES No.8 | 27.93 ^{b#} | 1.68 ^b | 17.14 ^a | 0.27 ^b | 7.34 ^b | 3.64 ^b | 0.78 ^b |
| TTES No.18 | 33.71 ^a | 2.20 ^a | 14.18 ^b | 1.17 ^a | 10.52 ^a | 7.27 ^a | 1.33 ^a |
| LSD _{0.05} | 1.72 | 0.23 | 2.01 | 0.25 | 0.77 | 0.42 | 0.19 |

: Values followed by same letter at same column are not significant at the 5% level using LSD test.

青心烏龍是台灣栽培面積最多的品種，粗估至少有一萬公頃以上。青心烏龍其成茶香味不僅優雅、溫順醇和，且甘甜滑潤，所以青心烏龍是台灣歷久不衰且最受台灣市場歡迎與無可取代的品種。台茶 12 號是台灣目前栽培面積第二大之品種，亦為國際馳名之品種，其具特殊奶香著稱（蔡等，2004），且抗病蟲害能力強，茶芽產量高，含有適當的多元酚（Lin *et al.*, 1998）。表 4. 為包種茶製造過程之變方分析表，其中品種效應在 GA、EGC、EGCG、EC 和 ECG 皆達極顯著標準。而 Caffeine 和 C 則無顯著影響。在不同製茶過程則主要對 Caffeine、GA、EGC、C、EGCG、EC 和 ECG 造成顯著影響。

表 5. 為包種茶製程中 Caffeine、GA、EGC、C、EGCG、EC 和 ECG 等成分之差異顯著性測驗。就 Caffeine 而言，以第一次攪拌製程為最高，其含量有 22.90 mg/g，其次為新鮮茶芽 22.32 mg/g，惟二

者之間無顯著差異；但以乾燥製程 18.15 mg/g 最低，且與新鮮茶芽、第一次攪拌、第二次攪拌、浪菁、發酵和炒菁製程間均有顯著差異。甘 (1984) 報告中指出，包種茶在茶製造過程中咖啡因含量的變化不大，且沒有一定的趨勢，與本試驗之結果不同，此亦可能因為使用之材料不同所致。就 GA 而言，亦以第一次攪拌製程為最高，其含量有 1.35 mg/g，與其餘七個製程間均有顯著差異；但以揉捻製程 0.21 mg/g 為最低，揉捻製程與新鮮茶芽、第一次攪拌、第二次攪拌、浪菁和發酵製程間均有顯著差異。就 EGC 而言，以炒菁製程為最高，其含量有 43.67 mg/g，其次為乾燥製程 42.79 mg/g，惟二者之間均無顯著差異；但以浪菁製程 12.78 mg/g 為最低，浪菁製程與新鮮茶芽、第一次攪拌、炒菁、揉捻和乾燥製程間均有顯著差異。就 C 而言，以第一次攪拌製程為最高，其含量有 0.11 mg/g，其次為發酵製程 0.09 mg/g，惟二者之間均無顯著差異；但以第二次攪拌、揉捻和乾燥製程者 0.01 mg/g 為最低，且與第一次攪拌和發酵製程間均有顯著差異。就 EGCG 而言，以乾燥製程為最高，其含量有 14.12 mg/g，其次為炒菁製程 12.59 mg/g，惟二者間無顯著差異；但以發酵製程之 5.41 mg/g 為最低，且與新鮮茶芽、第一次攪拌、炒菁、揉捻和乾燥製程間均有顯著差異。就 EC 而言，以炒菁製程為最高，其含量有 5.60 mg/g，其次為乾燥製程 5.53 mg/g，惟二者之間均無顯著差異；但以發酵製程 2.02 mg/g 為

最低，且與新鮮茶芽、第一次攪拌、第二次攪拌、浪菁、炒菁、揉捻和乾燥製程間均有顯著差異。就 ECG 而言，以第一次攪拌製程為最高，其含量有 1.81 mg/g，其次為新鮮茶芽之 1.75 mg/g，惟二者之間均無顯著差異；但以發酵製程 0.51 mg/g 為最低，發酵製程與其餘七個製程間亦均有顯著差異。然而 Lin *et al.* (1998) 研究指出以生長於坪林之台茶 12 號發酵 15% 做為包種茶材料，所測得之 Caffeine、GA、EGC、EGCG、EC 和 ECG 含量分別為 7.72、0.42、0.59、5.08、0.45 和 0.82 mg/100 mg，其含量與本試驗之結果略有不同，此亦可能因為地區及製茶技術不同所致。

包種茶在不同品種間之差異顯著性測驗列於表 6，由表可見茶樹品種之不同會造成 Caffeine、GA、EGC、EGCG、EC 和 ECG 等成分有顯著差異。就包種茶的主要兒茶素成分而言， $EGC > EGCG > EC > ECG > C$ 。就 Caffeine 而言，以青心烏龍為最高，其含量有 7.13 mg/g；而以台茶 12 號之 2.16 mg/g 最低，二者間有顯著差異。就 GA 而言，亦以青心烏龍為最高，其含量有 0.85 mg/g；而以台茶 12 號之 0.79 mg/g 最低，二者間亦有顯著差異。就 EGC 而言，亦以台茶 12 號為最高，其含量有 26.63 mg/g；而以青心烏龍之 23.99 mg/g 為最低，二者間有顯著差異。就 EGCG 而言，則以台茶 12 號為最高，其含量有 10.90 mg/g；而以青心烏龍之 7.26 mg/g 為最低，二者間有顯著差

異。就 EC 而言，以青心烏龍為最高，其含量有 4.24 mg/g；而以台茶 12 號者之 3.49 mg/g 為最低，且與青心烏龍間有顯著差異。就 ECG 而言，以台茶 12 號為最高，其含量有 1.43 mg/g；而以青心烏龍之 1.11 mg/g 為最低，二者間有顯著差異。Khokhar and Magnusdottir (2002) 亦指出，日本綠茶之主要兒茶素含量與本試驗之結果相同；甘 (1984) 亦指出適製綠茶和包種茶者 EGCG 和 EGC 含量均較高；Fernandez *et al.* (2000) 亦指出市售的綠茶之主要兒茶素成分為 EGCG 和 EGC；此外未發酵茶之主要兒茶素成分亦為 EGCG 和 EGC (Fernandez *et al.*, 2002)，均與本試驗之結果相似。然而 Lin *et al.* (1998) 以市售的茶葉為材料做成分分析，卻指出日本綠茶之主要兒茶素為 EGC 和 EC，此可能因所使用茶樹品種及種植地區之不同所致。

Table 4. ANOVA of polyphenolic compounds of Paochung tea in different processing periods.

| SOV | DF | MS | | | | | | |
|-------------|----|----------|--------|-----------|-------|----------|---------|--------|
| | | Caffeine | GA | EGC | C | EGCG | EC | ECG |
| Variety (T) | 1 | 0.48 | 0.05** | 83.68** | 0.01 | 131.68** | 7.88** | 0.84** |
| Process (S) | 7 | 16.71** | 1.51** | 1252.37** | 0.01* | 60.13** | 11.53** | 1.05** |
| T × S | 7 | 14.34** | 0.14** | 49.50** | 0.01 | 18.21** | 1.57** | 0.49** |
| Error | 32 | 0.64 | 0.002 | 5.07 | 0.004 | 2.04 | 0.10 | 0.05 |

*and ** denote significant at 5% and 1% level, respectively.

Table 5. Significant tests of differences among different processing periods in polyphenolic compounds of Paochung tea.

| Process | polyphenolic compounds (mg / g) | | | | | | |
|---------------------|-----------------------------------|-------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| | Caffeine | GA | EGC | C | EGCG | EC | ECG |
| Fresh tea shoots | 22.32 ^{ab#} | 0.96 ^c | 16.16 ^{bc} | 0.04 ^{ab} | 10.96 ^{bc} | 3.87 ^b | 1.75 ^{ab} |
| 1st shaking | 22.90 ^a | 1.35 ^a | 17.76 ^b | 0.11 ^a | 8.20 ^{de} | 3.23 ^c | 1.81 ^a |
| 2nd shaking | 21.09 ^{cd} | 1.20 ^b | 14.10 ^{cd} | 0.01 ^b | 6.23 ^f | 2.82 ^d | 1.28 ^d |
| Stirring | 21.50 ^{bc} | 1.21 ^b | 12.78 ^d | 0.08 ^{ab} | 6.58 ^{fe} | 2.90 ^{cd} | 1.09 ^d |
| Fermentation | 21.09 ^{cd} | 1.16 ^b | 13.77 ^{cd} | 0.09 ^a | 5.41 ^f | 2.02 ^e | 0.51 ^e |
| Panning | 20.30 ^d | 0.26 ^d | 43.67 ^a | 0.03 ^{ab} | 12.59 ^{ab} | 5.60 ^a | 1.32 ^{cdc} |
| Rolling | 18.60 ^c | 0.21 ^d | 41.49 ^a | 0.01 ^b | 9.86 ^{cd} | 5.22 ^a | 1.10 ^d |
| Drying | 18.15 ^c | 0.22 ^d | 42.79 ^a | 0.01 ^b | 14.12 ^a | 5.53 ^a | 1.55 ^{bc} |
| LSD _{0.05} | 0.94 | 0.06 | 2.65 | 0.08 | 1.68 | 0.38 | 0.25 |

: Values followed by same letter at same column are not significant at the 5% level using LSD test.

Table 6. Significant tests of differences between varieties in polyphenolic compounds of Paochung tea.

| Variety | polyphenolic compounds (mg / g) | | | | | | |
|---------------------|-----------------------------------|-------------------|--------------------|------|--------------------|-------------------|-------------------|
| | Caffeine | GA | EGC | C | EGCG | EC | ECG |
| Ching-Shin-Oolng | 7.13 ^{a#} | 0.85 ^a | 23.99 ^b | 0.03 | 7.26 ^b | 4.24 ^a | 1.11 ^b |
| TTES No.12 | 2.16 ^b | 0.79 ^b | 26.63 ^a | 0.06 | 10.90 ^a | 3.49 ^b | 1.43 ^a |
| LSD _{0.05} | 0.18 | 0.03 | 1.32 | ns | 0.84 | 0.19 | 0.13 |

: Values followed by same letter at same column are not significant at the 5% level using LSD test.

紅茶在製程中 5 個不同階段及 2 個品種之總兒茶素變化情形如圖 2 所示。就新鮮茶芽而言，台茶 18 號和台茶 8 號有顯著差異，台茶 18 號比台茶 8 號之總兒茶素平均含量多 5.78 mg/g；就萎凋製程階段而言，台茶 18 號和台茶 8 號亦有顯著差異，台茶 18 號比台茶 8 號之總兒茶素平均含量多 5.44 mg/g；但在揉捻製程階段，台茶 18 號和台茶 8 號間則無顯著差異；至發酵製程階段，台茶 18 號和台茶 8 號又有顯著差異，台茶 18 號比台茶 8 號之總兒茶素平均含量多 2.73

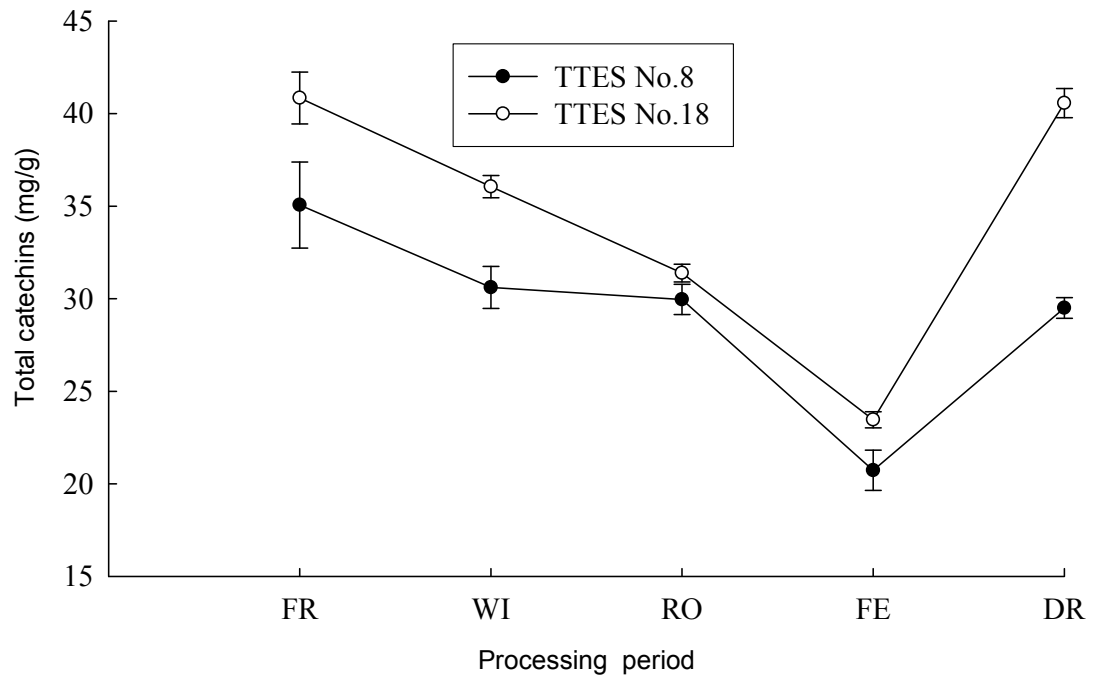
mg/g；最後在乾燥製程，台茶 18 號和台茶 8 號間之差異變大，台茶 18 號比台茶 8 號之總兒茶素平均含量多 11.07 mg/g。就製程階段方面而言，台茶 8 號新鮮茶芽之總兒茶素平均含量最高，其含量有 35.06 mg/g，隨製程之進展，逐漸下降，而以發酵製程之平均含量 20.73 mg/g 為最低，但至最後乾燥製程階段卻又升高至 29.50 mg/g。台茶 18 號則以發酵製程之平均含量 23.46 mg/g 為最低。中林等 (1988) 指出紅茶之總兒茶素含量會隨著發酵時間的增加而下降；，但至乾燥製程時，則又升至最高，達 40.57 mg/g。Khokhar and Magnusdottir (2002) 指出 EGCG 和 ECG 易受溫度影響，兒茶素含量會隨著溫度升高而增加，亦與本試驗之結果乾燥製程之兒茶素含量為最高相符。台茶 18 號在整個製程之總兒茶素含量比台茶 8 號高，蔡等 (2004) 在報告中指出，台茶 8 號總兒茶素含量為 17.76%，是參試品種中含量最高的，其次方為台茶 18 號之 16.3%，此與本試驗之結果不一致，推測其原因可能是採樣地區不同，基因型與環境共同影響所致。Lin *et al.* (1998) 指出以台茶 12 號為紅茶材料，以 HPLC 測得之總兒茶素含量為 0.52 mg/100 mg，較本試驗之結果含量低，此差異可能是品種不同所致。Khokhar and Magnusdottir (2002) 指出紅茶之總兒茶素平均含量為 15.4 mg/g，與本試驗之結果亦相差甚大，推測其原因可能為品種及產地不同所造成。Lin *et al.* (2003) 之研究指出市售紅茶以 75% 酒精萃

取所測得之總兒茶素含量為 6.03 mg/g，與本試驗之結果亦差距甚大，其原因可能為萃取方法不同所致。

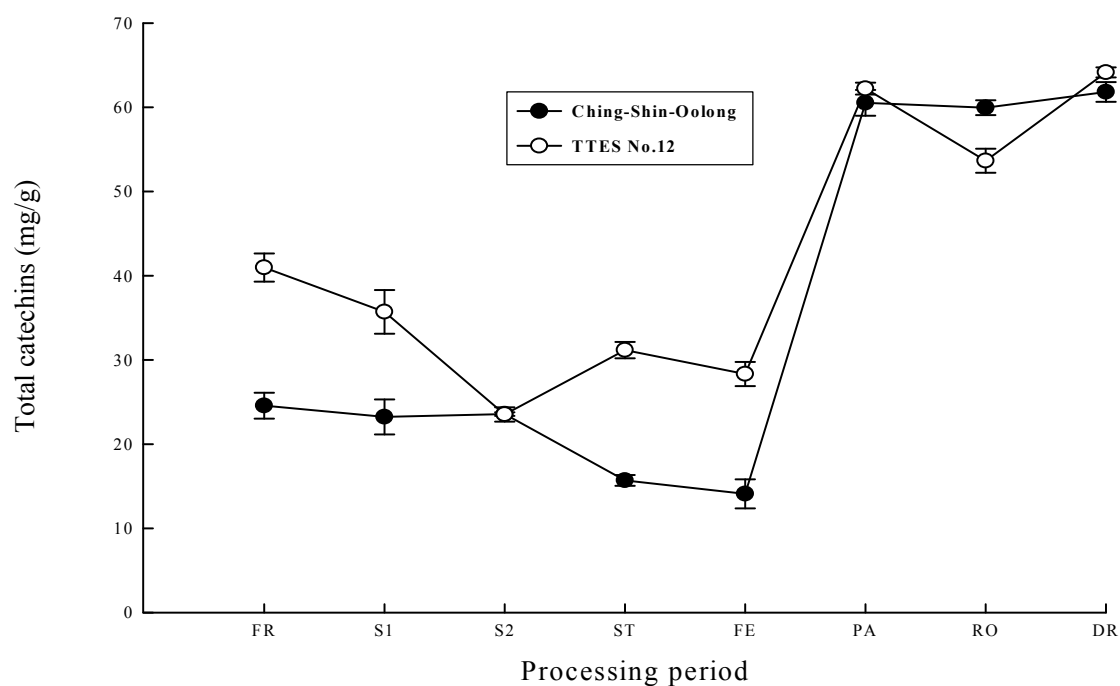
至於包種茶在製程中 8 個不同階段下及 2 個品種之總兒茶素變化情形如圖 3 所示。就新鮮茶芽而言，青心烏龍和台茶 12 號有顯著差異，台茶 12 號比青心烏龍之平均含量多 16.41 mg/g；就第一次攪拌製程階段而言，台茶 12 號和青心烏龍亦有顯著差異，台茶 12 號比青心烏龍之總兒茶素平均含量多 12.47 mg/g；但至第二次攪拌製程階段時，台茶 12 號和青心烏龍間則無顯著差異；就浪菁製程階段而言，台茶 12 號和青心烏龍間又有顯著差異，台茶 12 號比青心烏龍之總兒茶素平均含量多 15.47 mg/g；就發酵製程階段而言，台茶 12 號和青心烏龍間亦有顯著差異，台茶 12 號比青心烏龍之總兒茶素平均含量多 14.23 mg/g；就炒菁製程階段而言，台茶 12 號和青心烏龍間又變成無顯著差異；就揉捻製程階段而言，台茶 12 號和青心烏龍間又有顯著差異，青心烏龍比台茶 12 號之總兒茶素平均含量多 6.30 mg/g；就乾燥製程階段而言，台茶 12 號和青心烏龍間亦有顯著差異，台茶 12 號比青心烏龍之總兒茶素平均含量多 2.33 mg/g。李和鄭（2002）指出包種茶兒茶素含量會隨製程之進行而下降，於炒菁前達最低，但炒菁後又會回升，此與本試驗之青心烏龍結果相似，但卻與台茶 12 號結果不一，此亦說明品種不同可能為影響最大原因之一。Lin *et al.*

(1998) 指出以台茶 12 號為包種茶材料，以 HPLC 測得之總兒茶素含量為 7.00 mg/100 mg，與本試驗之台茶 12 號總兒茶素含量 64.15 mg/g 結果相似，Khokhar and Magnusdottir (2002) 之研究指出綠茶之總兒茶素平均含量為 67 mg/g，與本試驗結果相似。Lin *et al.* (2003) 之研究以 75% 酒精萃取，測得市售綠茶之總兒茶素含量為 126.13 mg/g，市售烏龍茶之總兒茶素含量為 99.16 mg/g，皆較本試驗包種茶之總兒茶素含量高，其原因可能為萃取方法及使用品種不同所致。就製程不同階段方面而言，青心烏龍和台茶 12 號從茶芽至發酵製程，總兒茶素含量均為最低，而後則急遽上升，至乾燥製程時總兒茶素平均含量最高，達 61.82 及 64.15mg/g，二供試品種結果反應相當一致。高溫能裂解多元酚氧化酶和配醣體的活性 (Lin *et al.*, 1998)，而細胞外膜被破壞，茶葉細胞釋放出較多的兒茶素 (黃等，2003)。

綜合上述結果得知，在製茶製程中不同階段對總兒茶素含量變化有顯著影響。紅茶及包種茶之總兒茶素含量，於發酵製程階段前皆是下降之趨勢，但於發酵製程後皆有顯著增加之趨勢。紅茶及包種茶主要兒茶素成分 $EGC > EGCG > EC > ECG > C$ ；紅茶品種間是以台茶 18 號高於台茶 8 號。包種茶品種則以青心烏龍高於台茶 12 號。由本研究紅茶及包種茶葉製程中兒茶素含量之變化情形，將有助於進行兒茶素萃取之參考。



FR : Fresh tea shoots WI : Withering RO : Rolling FE : Fermentation DR : Drying
 Fig. 2 Variations of total catechins in black tea during different processing periods.



FR : Fresh tea shoots S1 : 1st shaking S2 : 2nd shaking ST : Stirring FE :
Fermentation PA : Panning RO : Rolling DR : Drying

Fig. 3 Variations of total catechins in Paochung tea during different processing periods.

參考文獻

甘子能。1984。茶葉化學入門。初版。台北：台灣省茶業改良場林口

分場。pp.33-50。

行政院農業委員會茶業改良場。2001。茶葉技術推廣手冊製茶技術。

行政院農業委員會茶業改良場。pp.1-31。

李志仁、鄭正宏。2002。室內萎凋靜置時間對包種茶製茶過程中兒茶

素類成分與咖啡因含量變化之影響。臺灣茶業研究彙報 21：

65-74。

吳振鐸。1973。從茶湯之化學成分談台灣茶葉品質之改進問題。台灣

農業季刊 9(1)：194-210。

吳振鐸、葉速卿、鄭觀星。1975。不同製茶種類對兒茶素含量的影響。

中國農業化學會誌 13：159-168。

吳振鐸。1985。台灣茶葉的分類。台灣茶葉研究彙報 4：155-158。

馮鑑淮、沈明來。1990。茶樹育種提早選種指標的研究 II 品種芽葉農

藝性狀與產量及綠茶兼包種茶以及紅茶品質之關係。臺灣茶業研

究彙報 9：7-20。

黃智煜、吳志鴻、張振生、業永廉、張上鎮。2003。製程與採收季節

對茶葉抽出物抗氧化活性之影響。台大實驗林研究報告 17 (4)

231-237。

蔡永生、張如華、林建森。2000。台灣現有產製茶類主要化學成份含

量之分析與判別。臺灣茶業研究彙報 19：139-154。

中林敏郎、伊奈和夫、坂田完三。2001。綠茶、紅茶、烏龍茶の化学

と機能。初版。川崎市：弘学出版株式會社。pp. 52-74。

Balentine, D. A., S. A. Wiseman and L. C. M. Bouwens. 1997. The chemistry of tea flavonoids. *Crit. Rev. Food. Sci. Nutr.* 37：693-704.

Chiu, F. L. and J. K. Lin. 2005. HPLC analysis of naturally occurring methylated catechins, 3''- and 4''-methyl-epiallocatechin gallate, in various fresh tea leaves and commercial teas and their potent inhibitory effects on inducible nitric oxide synthase in macrophages.

- J. Agric. Food Chem. 53 : 7035-7042.
- Fernandez, P. L., F. Pablos, M. J. Martin and A. G. Gonzalez. 2002. Study of catechin and xanthine tea profiles as geographical tracers. J. Agric. Food Chem. 50 : 1833-1839.
- Fernandez, P. L., M. J. Martin, A. G. Gonzalez and F. Pablos. 2000. HPLC determination of catechins and caffeine in tea. Differentiation of green, black and instant teas. Analyst 125 : 421-425.
- Graham, H. N. 1992. Green tea composition, consumption and polyphenol chemistry. Prev. Med. 21 : 334-350.
- Henry, J. P. and P. Stephens-Larson. 1984. Reduction of chronic psychosocial hypertension in mice by decaffeinated tea. Hypertension 6 : 437-444.
- Ho, C. T., Q. Chen, K. Q. Shi-Zhang and R. T. Rosen. Antioxidative effect of polyphenol extract prepared from various Chinese teas. Prev. Med. 21 : 520-525.
- Khokhar S. and S. G. M. Magnusdottir. 2002. Total phenol, catechin, and caffeine contents of tea commonly consumed in the United Kingdom. J. Agric. Food Chem. 50 : 565-570.
- Lin, J. K., C. L. Lin, Y. C. Liang, S. Y. L. Shiau and I. M. Juan. 1998. Survey of catechins, gallic acid, and methylxanthines in green, oolong, pu-erh, and black teas. J. Agric. Food Chem. 46 : 3635-3642.
- Lin, Y. L. and J. K. Lin. 1997. (–)-Epigallocatechin-3-gallate blocks the induction of nitric oxide synthase by down-regulating

lipopolysaccharide - induced activity of transcription factor NFκB.

Mol. Pharmacol. 52 : 465-472.

Othieno, C. O. 1988. Summary of recommendations and observations from TRFK. Tea 9 (2) : 50-65.

Squire, G. R. 1985. Ten years of tea physiology. Tea 6 : 43-48.