

國立嘉義大學農學研究所

碩士論文

Graduate Institute of Agriculture

National Chiayi University

Master Thesis

製茶過程、採摘時期及品種（系）對大葉種及

野生山茶茶樹多元酚含量之影響

Effects of Different Processing, Plucking Crops and
Varieties (Lines) on Polyphenolic Compounds of
Camellia sinensis var. *assamica* and *Camellia sinensis*
f. formosensis

指導教授：劉景平 教授

Liu Ching-Ping Ph. D.

研究生：石榆鳳

Shih Yu-Feng

中華民國九十六年六月

Jun. 2007

中文摘要

本研究目的為探討大葉種和野生山茶茶樹不同年度、採摘時期及品種(系)對茶菁及製成之包種茶各種兒茶素含量之變化及與農藝性狀間之關係，並探討茶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。試驗結果摘述如下：

I. 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。

II. 不同年度、採摘時期和品種（系）會對大葉種茶樹茶菁之農藝性狀和多元酚造成顯著之影響。此外，不同採摘時期及品種（系）會對製成之包種茶多元酚造成顯著之影響。茶菁農藝性狀與部份多元酚含量呈顯著相關，大葉種茶樹茶菁農藝性狀與製成之包種茶部分多元酚含量亦呈顯著相關。

III. 不同年度、採摘時期及品系亦會對野生山茶茶樹茶菁農藝性狀和多元酚造成顯著之影響。此外，不同採摘時期及品系會對製成之包種茶多元酚造成顯著之影響。野生山茶茶樹茶菁農藝性狀與部分多元酚含量呈顯著相關。野生山茶茶樹茶菁農藝性狀與製成之包種茶部分多元酚含量呈顯著相關。

關鍵字：多元酚、紅茶、包種茶、製茶過程、大葉種、野生山茶

Abstract

This study aimed to investigate the effects of different year, plucking crops and varieties (lines) on polyphenolic compounds of young tea shoots and derived Paochung tea in large leaf type and wild type. Correlations between individual catechins contents of Paochung tea and agronomic characters of young tea shoots were also studied. Besides, the changes of individual catechins during processing were investigated to provide information for catechins extraction. The results were summarized as follows :

I . The 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.

II . The agronomic characters and polyphenolic compounds of young tea shoots in large leaf type were significantly affected by different years, plucking crops, and varieties (lines). In addition, polyphenolic compounds of Paochung tea were significantly affected by different plucking crops and varieties (lines). Significant correlations were found between agronomic characters and part of polyphenolic compounds contents in young tea shoots. The agronomic characters of young tea shoots in large leaf type were significantly correlated to parts of polyphenolic compounds of derived Paochung tea.

III . The agronomic characters and polyphenolic compounds of young tea shoots in wild type were significantly affected by different years, plucking crops, and lines. In addition, polyphenolic compounds of Paochung tea were significantly affected by different plucking crops and lines. Significant correlations were found between agronomic characters and part of polyphenolic compounds of young tea shoots. The agronomic characters of young tea shoots in wild type were

significantly correlated to part of polyphenolic compounds of derived Paochung tea.

Key words : Polyphenol, Black tea, Paochung tea, Tea processing,
Large-leaf type, Wild type.



目錄

中文摘要·····	I
Abstract·····	III
表目錄·····	VII
圖目錄·····	XI
壹、前言·····	1
貳、前人研究·····	4
參、材料與方法·····	13
I. 紅茶、包種茶製程中對多元酚含量之影響·····	13
II. 大葉種茶樹不同品種（系）及採摘時期茶菁農藝性狀、多元 酚與製成包種茶多元酚含量之相關·····	17
III. 野生山茶茶樹不同品種（系）及採摘時期茶菁農藝性狀、多 元酚與製成包種茶多元酚含量之相關·····	21
肆、結果·····	23
I. 紅茶、包種茶製程中對多元酚含量之影響·····	23
II. 大葉種茶樹不同品種（系）及採摘時期茶菁農藝性狀、多元 酚與製成包種茶多元酚含量之相關·····	38
III. 野生山茶茶樹不同品種（系）及採摘時期茶菁農藝性狀、多 元酚與製成包種茶多元酚含量之相關·····	63
伍、討論·····	87
陸、參考文獻·····	99

表目錄

Table 1. The adjust formulas of standard curves of caffeine, individual catechins and gallate acid.	16
Table 2. Twenty-two varieties(lines) of tea planted at Tea Research and Extension Station which selected for investigating of agronomic characters.	17
Table 3. Eight lines of tea planted at Tea Research and Extension Station which selected for investigating of agronomic characters.	21
Table 4. ANOVA of polyphenolic compounds of black tea in different processing periods.	26
Table 5. Significant tests of differences among different processing periods in polyphenolic compounds of black tea.	27
Table 6. Significant tests of differences between varieties in polyphenolic compounds of black tea.	28
Table 7. ANOVA of polyphenolic compounds of Paochung tea in different processing periods.	34
Table 8. Significant tests of differences among different processing periods in polyphenolic compounds of Paochung tea.	35
Table 9. Significant tests of differences between varieties in polyphenolic compounds of Paochung tea.	36
Table 10. ANOVA of agronomic characters of young tea shoots in large leaf type of tea in different years, crops and lines.	45
Table 11. Significant tests of differences between years in agronomic characters of young tea shoots in large leaf type of tea.	46

Table 12. Significant tests of differences among crops in agronomic characters of young tea shoots in large leaf type of tea.	47
Table 13. Significant tests of differences among lines in agronomic characters of young tea shoots in large leaf type of tea.	48
Table 14. ANOVA of individual catechins and caffeine of young tea shoots in large leaf type of tea in different years, crops and lines.....	49
Table 15. Significant tests of differences of individual catechins and caffeine of young tea shoots between years in large leaf type of tea.	50
Table 16. Significant tests of differences of individual catechins and caffeine of young tea shoots among crops in large leaf type of tea.	51
Table 17. Significant tests of differences of individual catechins and caffeine of young tea shoots among lines in large leaf type of tea.....	52
Table 18. ANOVA of individual catechins, caffeine and gallate acid in large leaf type of tea in different crops and lines in 2006.	53
Table 19. Significant tests of differences of individual catechins, caffeine and gallate acid between young tea shoot and Paochung tea in large leaf type of tea in 2006. ...	58
Table 20. Significant tests of differences of individual catechins, caffeine and gallate acid among crops in large leaf type of tea in 2006. ...	59

Table 21. Significant tests of differences of individual catechins, caffeine and gallate acid among lines in large leaf type of tea in 2006.	60
Table 22. Significant tests of simple correlation coefficients among agronomic characters, individual catechins, caffeine and gallate acid of young tea shoot in large leaf type of tea.	61
Table 23. Significant tests of simple correlation coefficients among agronomic characters (young tea shoot), individual catechins, caffeine and gallate acid Paochung tea in large leaf type of tea. ...	62
Table 24. ANOVA of agronomic characters of young tea shoots in wild type of tea in different years, crops and lines.....	70
Table 25. Significant tests of differences between years in agronomic characters of young tea shoots in wild type of tea.	71
Table 26. Significant tests of differences among crops in agronomic characters of young tea shoots in wild type of tea.	72
Table 27. Significant tests of differences among lines in agronomic characters of young tea shoots in wild type of tea.	73
Table 28. ANOVA of individual catechins and caffeine in wild type of tea in different years, crops and lines.....	74
Table 29. Significant tests of differences of individual catechins and caffeine of young tea shoots between years in wild type of tea. ...	75
Table 30. Significant tests of differences of individual catechins and caffeine of young tea shoots among crops in wild type of tea. ...	76
Table 31. Significant tests of differences of individual catechins and caffeine of young tea shoots among lines in wild type of tea.....	77

Table 32. ANOVA of individual catechins, caffeine and gallate acid in wild type of tea in different crops and lines in 2006.	82
Table 33. Significant tests of differences of individual catechins, caffeine and gallate acid between young tea shoot and Paochung tea in wild type of tea in 2006.	83
Table 34. Significant tests of differences of individual catechins, caffeine and gallate acid among crops in wild type of tea in 2006.	84
Table 35. Significant tests of differences of individual catechins, caffeine and gallate acid among lines in wild type of tea in 2006.	85
Table 36. Significant tests of simple correlation coefficients among agronomic characters, individual catechins, caffeine and gallate acid of young tea shoot in wild type of tea.....	86
Table 37. Significant tests of simple correlation coefficients among agronomic characters (young tea shoot) , individual catechins, caffeine and gallate acid of Paochung tea in wild type of tea.	87

圖目錄

Fig. 1 Processes for the preparation of black tea and Paochung tea. ...	14
Fig. 2 Variations of total catechins in black tea during different processing periods.	29
Fig. 3 Variations of total catechins in Paochung tea during different processing periods.	37



壹、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)。是東南亞栽培最廣的作物，包括中國、印度、日本、台灣、斯里蘭卡、印尼和中非國家 (Lin, 1998)。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……等因子也會影響其多寡(吳,1973;Chiu and Lin,2005; Squire, 1985; Othieno, 1988)。

茶葉依製造過程中兒茶素被氧化的程度為依據，可分為無發酵茶、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，1975）。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，若能了解在紅茶及包種茶之製造過程中，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。因而本研究乃選取目前台灣栽培最多適製紅茶的台茶 8 號和台茶 18 號及目前台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。

兒茶素須以 HPLC 進行分析，若欲選育高兒茶素品系，需花費大量之時間及經費，故本研究之另一目的為探討大葉種和野生山茶茶

樹不同年度、採摘時期及品種（系）對茶菁及製成之包種茶各種兒茶素含量之變化及與農藝性狀間之關係，進而可藉間接選種選出高兒茶素含量之茶品種（系），減少選種所花費的時間及成本。



貳、前人研究

一、茶樹與生長環境

茶樹是一種多年生的木本常綠植物，山茶科 (Theaceae)，山茶屬 (Camellia)，1823 年印度阿薩姆野生種 (Assamica) 被發現後，學者再將茶樹變種分為：印度大葉種 (*Camellia sinensis* var. *assamica*) 及中國小葉種 (*Camellia sinensis* var. *sinensis*)，自 1950 年後國際間通用的茶樹學名為 *Camellia sinensis* (L.) O.Kuntze (阮，1995)。

茶芽在未萌發前呈錐狀，並由 2-3 片鱗片披覆。葉互生，單葉，多成橢圓或卵形 (盧，1994；阮，1995)，主脈分明，葉緣鋸齒狀，葉面富臘質，嫩葉有茸毛。花屬短軸總狀花序，兩性花，一般為白色，少數為粉紅色。果為蒴果，外表光滑，其形狀視發育籽粒而異 (阮，1995)。

氣溫為影響茶樹生育之主要因子，以在 20-25℃ 的生長最為旺盛 (阮，1995；鄭，1995b)，台灣各茶區的年平均溫度約在 21℃ 左右，冬季氣溫多在 10℃ 以上，故茶葉產量特豐。一般小葉種的適應力，不論為抗寒或抗旱，常較大葉種為強 (盧，1994)。

茶樹性喜溫和的日照，而在南方各國的熱帶地域有行遮蔭的栽培。茶在生育期中能有 0.5-0.6 cal/min,cm² 程度的日照最為適宜，高溫、多照所採摘葉的單寧含量為最多 (盧，1994)。

降雨量與年中雨量的分布，為決定茶樹生長盛衰的主要因素，全年雨量平均最低需要 1,500-2,000 公厘（阮，1995），尤其 2/3 若能在生育期集中降下的地區為最佳。台灣為亞熱帶氣候，夏季多雨，冬季稍旱，各茶區年雨量概在 2,000 公厘以上。一般而言，台灣北部雨量分布較均勻，冬季多陰，夏季晴多雨也多，適製紅茶及烏龍茶，春季溫低多溼，茶芽肥壯，適製綠茶，秋季雨量雖少，而溫度較低適製包種茶，而中部高山如魚池、埔里雨多溼高茶樹生長良好（盧，1994）。

高山茶葉品質較平地優良，係因其陰鬱、雲霧籠罩、溼度經常在 80% 以上，而氣壓較低，日照較晚，以致茶芽保持柔嫩，芬芳物質增多，醇化而不苦澀。又因紫外線照射較多，可提高茶葉的水色與香氣（盧，1994）。

適宜栽培茶樹的土壤，一般首須排水良好，表土深厚，富含腐植質及鐵、鎂，並須經常保持適當水分的有機質壤土。台灣地區土壤之 pH 在 4.2-6.5 之間，茶樹生長均極良好（阮，1995；盧，1994）。

二、茶之採摘

一般茶樹著生有幼嫩芽葉，具有經濟生產價值的新生幼枝，可生長為枝及葉，經摘取後可製成紅茶或綠茶的茶葉，統稱採摘芽或茶芽。茶樹上依葉的老嫩可分為魚葉、嫩葉、老葉、對口葉等，在側枝開始生長時，生長點的二片鱗片張開後，所形成的第一片細小的葉即

為魚葉，特徵是邊緣平滑，無鋸齒，葉形特小且色較淡。魚葉形成後，新梢繼續所生的葉為嫩葉、葉質柔嫩，背覆茸毛，葉成長後茸毛脫落。葉色黃綠或帶紫紅，因品種而異。嫩葉長成若不採摘，則此幼枝生長至最後一葉張開，枝頂只剩 1 點休眠芽，此休眠兩側的二片開面葉呈對口狀，俗稱對口葉 (Banjhi-leaves) (盧，1994)。

台灣茶芽的萌芽次數，可分春茶，第一次夏茶俗名頭水，第 2 次夏茶俗名次水或六月白，第一次秋茶，第二次秋茶又名白露，若為早生種或氣候暖潤時，生長期長，尚有第 6 次冬茶可採 (甘和莊，1997；阮，1995；盧，1994)。春季氣溫低，北部茶區降雨日數尤多，此時茶芽伸長而軟，含水分多；夏季氣溫升高，日照強烈，茶芽節間短，葉中茶單寧含量較高，適於製造紅茶及烏龍茶；秋季雨量減少，日照較弱，夜間氣溫降低，製造紅茶香氣高，小葉種以製造包種茶及綠茶為佳 (馮和沈，1990)，每日採摘時間不同對品質亦有差異，尤其包種茶及烏龍茶必須以中午 12 時及下午 3 時前採摘者香味特優；綠茶的採摘，春茶雨水多，下午採摘者的品質，普通較上午採摘者為高，至秋季高燥期中則以上午 7 時至 9 時採摘者品質較佳；紅茶採摘時間的不同，可藉萎凋處理調節 (盧，1994)。

鄭 (1995b) 報告指出芽長、節間長、節間徑及葉長、寬、厚與面積在季節和品種均有顯著或極顯著差異，夏茶之芽長和節間長比

春、冬茶長，節間徑以冬茶最短，葉厚以春茶比其他茶有較厚之現象，葉面積以春夏茶比秋冬有較大之趨勢；鄭（1995b）報告指出季節間不論年度，第一、二節間徑或節間長及第二、三葉性狀均有極顯著差異，而且海拔與季節、海拔與品種芽葉大部份性狀也有顯著或極顯著交感。

茶樹在台灣的气候條件及栽培管理下，一年採摘次數往往達四至七次之多（李和陳，2001；蔡和陳，2001），其產量及品質與採摘的時機及程度有關，紅茶與綠茶之品質以採摘一心二葉時品質最佳（吳和林，1962）；吳和馮（1979）也認為包種茶以一心二葉至一心三葉間為理想的採摘程度；Lin *et al.*（1996）指出新鮮茶芽（一心二葉）之多元酚含量比老葉（5-10 葉）和莖多，尤其是 EGCG；Chiu and Lin（2005）亦指出新鮮茶芽（一心二葉）之 EGCG 含量比老葉（5-10 葉）多。

三、茶之製造

茶樹芽葉所含的成分極為複雜，茶葉的製造就是要應用加工技術去除不利成茶品質的成分，發揮有利的成分，製成消費者所要求的色、香、味、形的優質茶葉。茶葉依加工方式及發酵程度概分為不發酵茶類、部分發酵茶類及全發酵茶類（阮，1995；林，2001）。

1.綠茶

綠茶是屬於不發酵茶（甘和莊，1997；阮，1995；林，2001；廖，1999；盧，1994；Astill *et al.*, 2001；Chiu and Lin, 2005；Lin *et al.*, 1998；Lin *et al.*, 2003），通常採取不萎凋不攪拌直接進行炒菁。為保持茶菁原料的新鮮度，避免茶菁在靜置當中進行發酵，必須當日製造完成為最好；隔夜菁就無法製造出高級綠茶，湯色會因發酵而轉黃且較渾濁（廖，1999）。

2.紅茶

紅茶為全發酵茶（甘和莊，1997；阮，1995；林，2001；廖，1999；盧，1994；Astill *et al.*, 2001；Chiu and Lin, 2005；Lin *et al.*, 1998；Lin *et al.*, 2003），近年來全世界有 40 多個國家生產紅茶，根據 1997 年統計調查，世界消費總量約 266 萬公噸，其中紅茶就佔 206 萬公噸（77%）。茶葉出口量則以斯里蘭卡之 25.7 萬公噸最多，佔世界總出口量的 22%，其次是中國大陸（18%），印度與肯亞（17%）、印尼（6%）及馬拉威（4%）（林，2001）。

3.包種茶

包種茶係部分發酵茶類中屬發酵程度較輕的一種茶類（甘和莊，1997；馮和沈，1990；盧，1994；Lin *et al.*, 1998；Lin *et al.*, 2003），外觀色澤墨綠，茶湯水色由蜜綠至蜜黃或金黃色且明亮清澈，滋味甘

醇有活性，香氣清純具花香。台灣產製包種茶的地區分布極廣，以文山包種茶及凍頂茶最具代表性（林，2001）。

紅茶及包種茶在製造過程中須經萎凋、揉捻、解塊與篩分、發酵及乾燥等步驟，其中萎凋主要目的是使茶菁均勻散失適量的水分，減少細胞張力，促使葉質柔軟，增加茶葉韌性，為揉捻創造有利的條件（廖，1999；林，2001）。攪拌以雙手合掌合執茶葉，用微力將鮮葉翻轉，使鮮葉相互摩擦引起葉緣細胞破損，空氣易於進入葉肉細胞促進發酵作用，同時藉翻動使茶葉「走水」平均（廖，1999；林，2001；阮，1995）。揉捻主要目的是萎凋葉經揉捻後，葉內細胞損傷，茶汁外溢，促使多元酚類化合物氧化，形成茶葉特有的色、香、味。揉捻也使萎凋葉搓揉捲成條索緊結之外型，揉後茶汁粘著葉表，乾燥後色澤烏潤有光澤（阮，1995），沖泡時可溶性物質易溶於茶湯，增進茶湯濃稠度（廖，1999；林，2001）。解塊與篩分主要目的是解開茶葉團塊，散發積熱，降低葉溫，並初步分級，將碎形、條形茶或老嫩葉分開，使老嫩葉都能充分揉捻，均勻發酵（阮，1995；林，2001；廖，1999）。發酵目的是茶葉品質形成的重要關鍵，在揉捻過程中發酵雖已經開始，但揉捻結束時，發酵尚未完成，必須經由「發酵」處理，才能使揉捻葉在最適條件下完成內質的轉化，形成茶葉特有的色、香、味及品質（林，2001；廖，1999）。乾燥主要目的是利用高溫迅

速破壞酵素的活性，蒸發茶葉中的水分，使條索緊縮，固定茶葉外形，並使毛茶充分乾燥，利於保持茶葉品質；(廖，1999；林，2001)。

四、兒茶素之萃取及不同製程和產地對兒茶素之影響

茶葉以 100°C 萃取比 80°C 所萃取之兒茶素含量還要高，但以 80°C 萃取之茶湯口感比 100°C 還甘甜 (Sharma *et al.*, 2005)；使用 80°C 熱水萃取兒茶素比使用乙酸乙酯和甲醇的效果佳 (Farhoosh *et al.*, 2007)；Kim *et al.* (2007) 指出綠茶之 EGCG、EGC、EC、ECG 和總兒茶素會隨著萃取溫度升高而減少，萃取兒茶素建議以 85°C 以下處理最佳；Khokhar and Magnusdottir (2002) 報告亦指出萃取高含量之多元酚，建議使用 77-80°C 萃取會比較好。

咖啡因及兒茶素類是茶中重要的兩種生理活性成分，分別佔乾重 2-4% 及 10-30% (阮和陳，1998)。阮和李 (1976) 報告指出秋茶咖啡因最高，夏茶次之，春茶最低。鄭 (1995a) 報告亦指出秋茶咖啡因含量比春茶多；兒茶素之成分中以 EGCG 和 EGC 含量最多，平均約佔 70% 以上。大葉種之兒茶素明顯比小葉種含量多 (蔡等，2004)。製造方法對成茶的兒茶素成分總含量有很大的影響。一般來說，發酵程度愈深，成茶的兒茶素類成分總含量愈低，不論品種或季節都有相同的趨勢。在製造綠茶時，兒茶素類成分幾無變化；在製造包種茶時，EGCG 和 EGC 少量減少。烏龍茶在室內萎凋時，EGCG 和 EGC 即顯

著減少，到乾燥完成時約減少一半，同時 ECG 和 EC 的含量也略有降低。紅茶萎凋時，兒茶素變化不大，但經揉捻後 EGCG 和 EGC 的量即顯著下降，發酵時更繼續降低（甘，1984）。蔡等（1990）指出不同季節及產區所製包種茶之品質有明顯的差異，春冬茶優於夏秋茶，可能是由於夏茶氣溫高，代謝旺盛，兒茶素與咖啡因含量相對提高，致使夏茶品質滋味苦澀。鄭（1995a）指出多元酚及兒茶素皆以夏茶比春茶多；蔡（1983）指出夏茶之兒茶素含量最高，次為秋茶，春茶最少。

Lin *et al.*（2003）指出將三個茶品種（台茶 8 號、台茶 12 號和野生種）之新鮮茶葉製成綠茶、烏龍茶及紅茶，進行兒茶素成分分析綠茶之總兒茶素含量高於新鮮茶葉、烏龍茶及紅茶的含量，而以紅茶的總兒茶素含量最低。Lin *et al.*（1998）以台茶 12 號做成不同發酵程序的茶葉進行兒茶素含量的分析除了 GA 以外，其他的兒茶素成分隨著發酵程度的增加而減少；在低發酵（10-25%）時，咖啡因隨著發酵程度的增加而增加，在高發酵（85%）時，咖啡因的含量已增加至 16 mg/100 mg，這樣的生化反應值得再研究。Wang *et al.*（2006）將 28 個綠茶及 28 個佳龍茶（GABA tea）樣品進行兒茶素成分分析，綠茶及佳龍茶之咖啡因、GC、C、EGC、ECG 和 EC 皆沒有顯著差異，表示佳龍茶和綠茶之兒茶素含量相似。

Zuo *et al.* (2002) 將中國大陸四個地區市售的綠茶、二個地區的烏龍茶、一個地區的紅茶和普洱茶，八個茶樣品進行兒茶素含量分析，四個地區的綠茶之兒茶素含量皆高於烏龍茶，而普洱茶和紅茶之兒茶素含量皆很低。Wang *et al.* (2003) 以市售之二個紅茶、四個綠茶和二個乾燥的綠茶進行兒茶素含量的分析，綠茶之兒茶素含量高於紅茶的含量，可能紅茶在製造過程兒茶素轉變形成 theaflavins 和 theorubigins，綠茶之兒茶素含量為 11.68-13.57%，乾燥綠茶之兒茶素含量為 28.92 - 38.61%。Sharma *et al.* (2005) 將五種茶樣品萃取後，進行兒茶素含量的分析，台灣的綠茶具有高成分的兒茶素。



參、材料與方法

I. 紅茶、包種茶製程中對多元酚含量之影響

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試驗之材料，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，而台茶 12 號和青心烏龍則適製包種茶。

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；「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℃ 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笊蓆上，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笊蘆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℃ 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℃ 乾燥 25-30 分鐘後取樣（廖，1999；林，2001）。

Black tea :

Fresh tea shoots → Withering → Rolling → Fermentation
→ Drying

Paochung tea :

Fresh tea shoots → 1st shaking → 2nd shaking → Stirring
→ Fermentation → Panning → Rolling → Drying

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

3.化學藥劑

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。

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 μm 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 $\times$ 2.1 mm, 5 μm)，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；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 μL ，流速為 0.15 mL/min，檢測波長 280 nm。

3. 多元酚檢量線之製作

將 Caffeine、EGC、C、EGCG、EC、ECG 和 GA 標準品溶於 100% 甲醇，稀釋成 5、10、25、50、100、125、200、250、500 和 1000 ppm，各濃度經 HPLC 分析後利用尖峰面積與濃度關係製作出此七種

指標成分之檢量線，重覆 3 次，以 Microsoft Excel 算出平均值，再求出其公式（表 1）。

Table 1. The adjust formulas of standard curves of caffeine, individual catechins and gallate acid.

	Adjust formula
Caffeine	$y = 102.0500x - 11.7364$
EGC	$y = 7.6027x + 42.425$
C	$y = 32.424x + 126.82$
EGCG	$y = 60.476x - 115.56$
EC	$y = 36.608x - 14.093$
ECG	$y = 79.838x + 66.802$
GA	$y = 123.65x - 28.609$

4.統計分析

本試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。

II.大葉種茶樹不同品種（系）及採摘時期茶菁農藝性狀、多元酚與製成包種茶多元酚含量之相關

一、試驗材料

1.供試品種（系）

以行政院農委會茶業改良場魚池分場品種保存園內 22 個大葉種品種（系）為材料，於 2006 年分為春、夏、秋和冬季進行材料採集（表 2）。將所採摘之部分茶芽進行芽葉農藝性狀調查，其餘部分則製成包種茶，進行各項化學分析。

Table 2. Twenty-two varieties(lines) of tea planted at Tea Research and Extension Station which selected for investigating of agronomic characters.

Large leaf type of tea	
TTES No.3	No.655
TTES No.8	No.701
TTES No.9	55-28-35
TTES No.10	58-14-167-c
TTES No.11	M40-169
No.387	M40-178
No.409	D7-2
No.623	FKK-22
No.624	43-27
No.625	48-21
No.642	48-134-2

2.化學藥劑

與前述（I）紅茶、包種茶製程中對多元酚含量之影響所使用之化學藥劑相同。

二、試驗方法

以一心二葉為採摘標準，新鮮茶芽採摘後置於真空包裝袋真空包裝，保存於放有冰塊之冰桶內，避免陽光直射，減少茶芽氧化。

1.不同品種（系）茶樹茶芽農藝性狀之調查

每一品種（系）逢機取 15 個茶芽葉，分別測量其第一、二葉葉長、葉寬和葉厚，第一節間及第二節間之長與直徑，第一、二葉葉綠素含量等性狀，重複 15 次。將所求得之數據，以 SAS 套裝軟體進行分析。

- (1) 第一節間徑寬 (First internode diameter, 1ID)：量測茶芽基部至第一節位之間的莖寬度，以 mm 表示。
- (2) 第一節間長 (First internode length, 1IL)：量測茶芽基部至第一節位之間的長度，以 mm 表示。
- (3) 第一葉葉長 (First leaf length, 1LL)：量測茶芽葉第一葉葉片基部至葉片尖端之長度，以 cm 表示。
- (4) 第一葉葉寬 (First leaf width, 1LW)：量測茶芽葉第一葉片葉身最寬處，以 cm 表示。
- (5) 第一葉葉厚 (First leaf thickness, 1LT)：以厚薄規量測第一葉葉片中段葉肉部分，以 mm 表示。
- (6) 第一葉葉綠素含量相對值 (First leaf chlorophyll content, 1LC)：

以 SPAD-502 型葉綠素計量測茶芽葉第一葉葉片中段葉肉部分之 SPAD 值，以相對量表示。

(7) 第二節間徑寬 (Second internode diameter, 2ID)：量測茶芽第一節位至第二節位之間的莖寬度，以 mm 表示。

(8) 第二節間長 (Second internode length, 2IL)：量測茶芽第一節位至第二節位之間的長度，以 mm 表示。

(9) 第二葉葉長 (Second leaf length, 2LL)：量測茶芽葉第二葉葉片基部至葉片尖端之長度，以 cm 表示。

(10) 第二葉葉寬 (Second leaf width, 2LW)：量測茶芽葉第二葉葉片葉身最寬處，以 cm 表示。

(11) 第二葉葉厚 (Second leaf thickness, 2LT)：以厚薄規量測第二葉葉片中段葉肉部分，以 mm 表示。

(12) 第二葉葉綠素含量相對值 (Second leaf chlorophyll content, 2LC)：以 SPAD-502 型葉綠素計量測茶芽葉第二葉葉片中段葉肉部分之 SPAD 值，以相對量表示。

2. 茶葉抽出物之製備

取 1 g 新鮮茶芽葉及包種茶磨碎後用 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 μm 之 Millipore 過濾其茶湯，濾液以高效能液相層析儀（HPLC）進行分析。

3. 個別兒茶素之定量分析

與前述紅茶、包種茶製程中對多元酚含量之影響（I）之個別兒茶素定量分析方法相同。

4. 多元酚檢量線之製作

與前述（I）紅茶、包種茶製程中對多元酚含量之影響之多元酚檢量線之製作相同。

5. 統計分析

將所調查之結果以 Microsoft Excel 列表，代入每個成分的公式，求出每個成分的含量，綜合 2005 及 2006 年之數據，再以 SAS 套裝軟體進行複因子重複數不等 CRD 設計分析及相關分析，分別比較大葉種茶樹之不同年度、不同季節和不同品系茶菁農藝性狀、多元酚與製成包種茶多元酚含量之相關。

III. 野生山茶茶樹不同品系及採摘時期茶菁農藝性狀、多元酚與製成

包種茶多元酚含量之相關

一、試驗材料

1. 供試品系

以行政院農委會茶業改良場魚池分場品種保存園內 8 個野生山茶品系為材料，於 2006 年分為春、夏、秋和冬季進行材料採集（表 3）。將所採摘之部分茶芽進行芽葉農藝性狀調查，其餘部分則製成包種茶，進行各項化學分析。

2. 化學藥劑

與前述（I）紅茶、包種茶製程中對多元酚含量之影響所使用之化學藥劑相同。

Table 3. Eight lines of tea planted at Tea Research and Extension Station which selected for investigating of agronomic characters.

<u>Wild tea</u>
Chyh ya wild tea
Lung tou wild tea
Min hei wild tea
Maiwuan wild tea
Le ye wild tea
Feng huang wild tea
Derwhaser wild tea
<u>Nan fon wild tea</u>

二、試驗方法

以一心二葉為採摘標準，新鮮茶芽採摘後置於真空包裝袋真空包裝，保存於放有冰塊之冰桶內，避免陽光直射，減少茶芽氧化。

1.不同品系茶樹茶芽農藝性狀之調查

與前述（Ⅱ）大葉種茶樹不同品種（系）及採摘時期茶菁農藝性狀、多元酚與製成包種茶多元酚含量之相關之茶樹茶芽農藝性狀調查同。

2.茶葉抽出物之製備

與前述（Ⅱ）大葉種茶樹不同品種（系）及採摘時期茶菁農藝性狀、多元酚與製成包種茶多元酚含量之相關之茶葉抽出物製備相同。

2.個別兒茶素之定量分析

與前述（Ⅰ）紅茶、包種茶製程中對多元酚含量之影響之個別兒茶素之定量分析方法相同。

3.多元酚之檢量線之配製

與前述（Ⅰ）紅茶、包種茶製程中對多元酚含量之影響之多元酚標準品配製及檢量線相同。

4.統計分析

將所調查之結果以 Microsoft Excel 列表，代入每個成分的公式，求出每個成分的含量，綜合 2005 及 2006 年之數據，再以 SAS 套裝軟體進行複因子重複數不等 CRD 設計分析及相關分析，分別比較山茶茶樹之不同年度、不同季節和不同品系茶菁農藝性狀、多元酚與製成之包種茶多元酚含量之相關。

肆、結 果

I. 紅茶、包種茶製程中對多元酚含量之影響

由表 4.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 5 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。

表 6 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。

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，但至乾燥製程時，則又升至最高，達 40.57 mg/g。

Table 4. 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 5. 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.

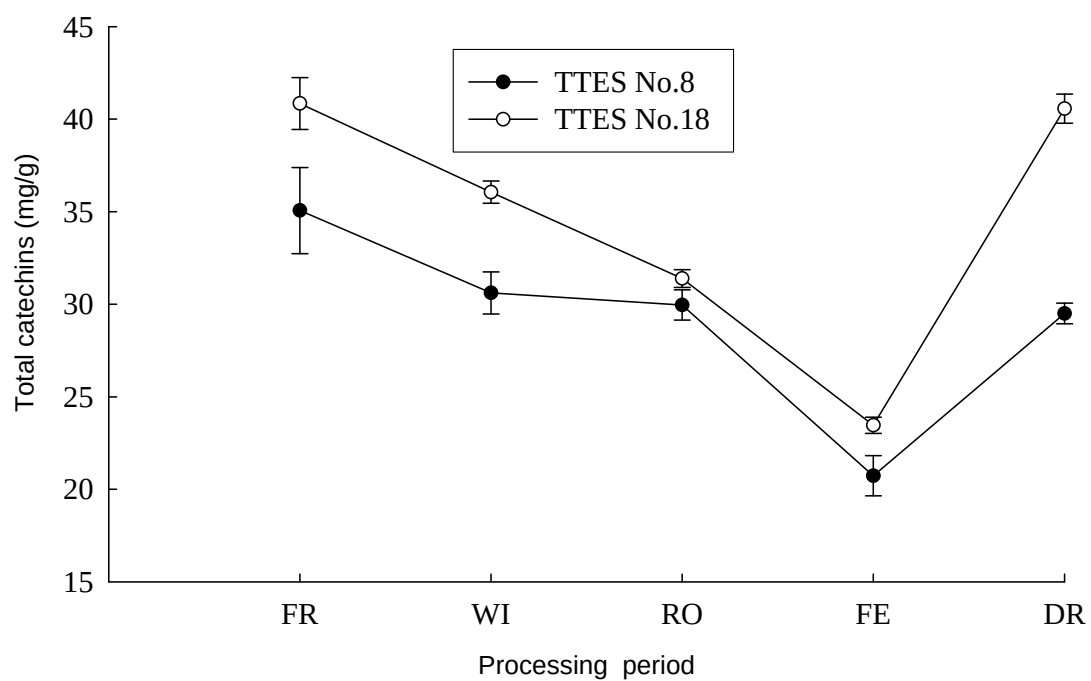


Table 6. Significant tests of differences between varieties in polyphenolic compounds of black tea.

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.





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.

表 7. 為包種茶製造過程之變方分析表，其中品種效應在 GA、EGC、C、EGCG、EC 和 ECG 皆達極顯著標準。而 Caffeine 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 8 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 24.06 mg/g，其次為新鮮茶芽 23.68 mg/g，惟二者之間無顯著差異；但以乾燥製程 19.22 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。就 GA 而言，亦以第一次攪拌製程為最高，其含量有 1.46 mg/g，與其餘七個製程間均有顯著差異；但以揉捻和乾燥製程 0.23 mg/g 為最低，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 46.29 mg/g，與其餘七個製程間均有顯著差異；但以浪菁製程 13.55 mg/g 為最低，浪菁製程與新鮮茶芽、第一次攪拌、發酵、炒菁、揉捻和乾燥製程間均有顯著差異。就 C 而言，以發酵製程為最高，其含量有 0.07 mg/g，其次為浪菁製程 0.04 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 14.95 mg/g，其次為炒菁製程 14.15 mg/g，惟二者間無顯著差異；但以發酵製程之 5.75 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 5.90 mg/g，其次為乾燥製程 5.86 mg/g，惟二者之間均無顯著差異；但以發酵製程 2.15 mg/g 為最低，且與其餘七個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 1.95 mg/g，其次為新鮮茶芽之 1.85 mg/g，惟二者之間均無顯著差異；但以發酵製程 0.54 mg/g 為最低，發酵製程與其餘七個製程間亦均有顯著差異。

包種茶在不同品種間之差異顯著性測驗列於表 9，由表可見茶樹品種之不同會造成 GA、EGC、C、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 GA 而言，亦以青心烏龍為最高，其含量有 0.91 mg/g；而以台茶 12 號之 0.86 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 28.64 mg/g；而以青心烏龍之 24.90 mg/g 為最低，二者間有顯著差異。就 C 而言，則以台茶 12 號為最高，其含量有 0.04 mg/g；而以青心烏龍之 0.01 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 11.78 mg/g；而以青心烏龍之 8.20 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 4.55 mg/g；而以台茶 12 號者之 3.74 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 1.55 mg/g；而以青心烏龍之 1.25 mg/g 為最低，二者間有顯著差異。

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 17.45 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 11.79 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 16.33 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，青心烏龍比台茶 12 號之總兒茶素平均含量多 4.23 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 7.10 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 3.61 mg/g。

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。



Table 7. ANOVA of polyphenolic compounds of Paochung tea in different processing periods.

SOV	DF	MS						
		Caffeine	GA	EGC	C	EGCG	EC	ECG
Variety (T)	1	1.66	0.03**	168.08**	0.01*	153.95**	8.00**	1.13**
Process (S)	7	18.97**	1.80**	1287.73**	0.00*	73.26**	12.29**	1.19**
T × S	7	14.85**	0.16**	51.98**	0.00	22.41**	1.75**	0.59**
Error	32	0.76	0.002	5.47	0.001	2.36	0.12	0.05

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



Table 8. 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	23.68 ^{ab#}	1.02 ^d	17.14 ^{cd}	0.02 ^b	11.63 ^b	4.11 ^c	1.85 ^{ab}
1st shaking	24.06 ^a	1.46 ^a	19.18 ^c	0.03 ^b	10.04 ^b	3.49 ^d	1.95 ^a
2nd shaking	22.51 ^c	1.34 ^b	15.04 ^{de}	0.01 ^b	6.66 ^c	3.01 ^e	1.36 ^d
Stirring	22.79 ^{bc}	1.28 ^c	13.55 ^e	0.04 ^{ab}	6.46 ^c	3.20 ^{de}	1.26 ^d
Fermentation	22.40 ^{cd}	1.23 ^c	16.30 ^d	0.07 ^a	5.75 ^c	2.15 ^f	0.54 ^e
Panning	21.38 ^d	0.26 ^e	46.29 ^a	0.03 ^b	14.15 ^a	5.90 ^a	1.39 ^{cd}
Rolling	19.57 ^e	0.23 ^e	43.40 ^b	0.01 ^b	10.37 ^b	5.47 ^b	1.15 ^d
Drying	19.22 ^e	0.23 ^e	43.27 ^b	0.01 ^b	14.95 ^a	5.86 ^{ab}	1.64 ^{bc}
LSD _{0.05}	1.03	0.06	2.75	0.04	1.81	0.41	0.28

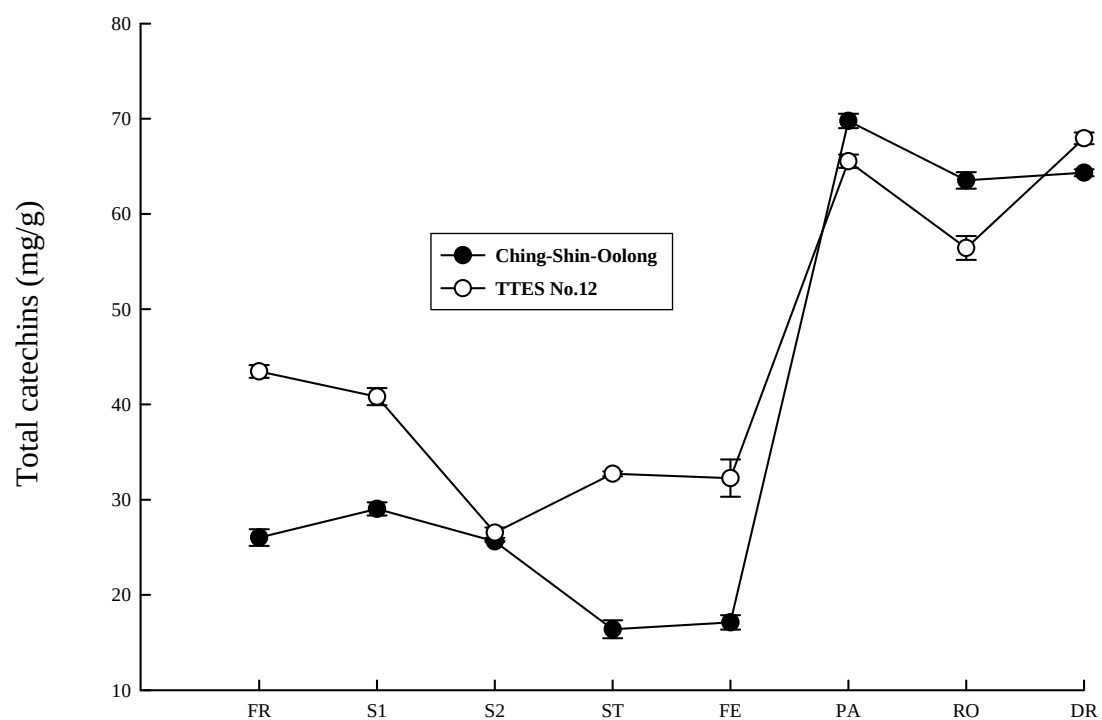
: Values followed by same letter at same column are not significant at the 5% level using LSD test.

Table 9. 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-Oolong	21.77 [#]	0.91 ^a	24.90 ^b	0.01 ^b	8.20 ^b	4.55 ^a	1.25 ^b
TTES No.12	22.14	0.86 ^b	28.64 ^a	0.04 ^a	11.78 ^a	3.74 ^b	1.55 ^a
LSD _{0.05}	ns	0.03	1.37	0.02	0.90	0.21	0.14

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





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.

II.大葉種茶樹不同品種（系）及採摘時期茶菁農藝性狀、多元酚與製成包種茶多元酚含量之相關

由表 10 得知大葉種茶樹在不同年度會對第一、二葉葉長，第一葉葉寬，第一葉葉厚，第一、二葉葉綠素相對含量和第二節間長造成顯著之影響。而不同採摘時期則對第一、二節間莖寬，第一、二葉葉長，第一葉葉寬，第一、二葉葉厚，第一、二葉葉綠素相對含量和第二節間莖寬造成顯著之影響。不同品系對第一、二節間莖寬，第一、二節間長，第一、二葉葉長，第一葉葉寬，第一、二葉葉厚和第一、二葉葉綠素相對含量造成顯著之影響。

表 11 為大葉種茶樹在不同年度下農藝性狀之差異顯著性測驗。就第一葉葉長而言，以 2006 採摘者年為最長，有 4.60 cm，而以 2005 年採摘者之 4.53 cm 較短，二者間有顯著差異；就第一葉葉寬而言，亦以 2006 年採摘者為最寬，有 1.68 cm，而以 2005 年採摘者之 1.53 cm 為較窄，二者間有顯著差異；就第一葉葉厚而言，以 2006 年採摘者為最厚，有 0.15 mm，而以 2005 年採摘者之 0.14 mm 較薄，二者間有顯著差異；就第一葉葉綠素相對含量而言，以 2005 年採摘者為最多，達 23.23，而以 2006 年採摘者之 19.72 較少，二者間亦有顯著差異；就第二節間長而言，以 2006 年採摘者為最長，有 13.59 mm，而以 2005 年採摘者之 11.10 mm 較短，二者間有顯著差異；就第二葉

葉長而言，亦以 2006 年採摘者為最長，有 6.10 cm，而以 2005 年採摘者之 5.47 mm 較短，二者間有顯著差異；就第二葉葉綠素相對含量而言，亦以 2006 年採摘者為最多，達 28.76，而以 2006 年採摘者之 27.95 較少，二者間有顯著差異。

表 12 為大葉種茶樹在不同採摘時期下農藝性狀之差異顯著性測驗。就第一節間莖寬而言，以冬季茶菁為最寬，有 1.24 mm，而以春季茶菁之 1.12 mm 為最短，冬季茶菁與其餘三個季節茶菁間均有顯著差異；就第一葉葉長而言，以春季茶菁為最長，有 4.52 cm，其次是秋季茶菁之 4.40 cm，接著是夏季茶菁之 4.39 cm，惟三者間均無顯著差異，而以冬季茶菁之 4.53 cm 為最短，冬季與春季茶菁間均有顯著差異；就第一葉葉寬而言，亦以春季茶菁為最寬，有 1.69 cm，與其餘三個季節茶菁間均有顯著差異，而以夏季茶菁之 1.50 cm 為最窄，與秋季及冬季茶菁間均有顯著差異；就第一葉葉厚而言，以春季茶菁為最厚，有 0.16 mm，與其餘三個季節間均有顯著差異，而以夏季茶菁之 0.13 mm 為最薄，與秋季及冬季茶菁間均有顯著差異；就第一葉葉綠素相對含量而言，以秋季茶菁為最多，有 21.96，其次是夏季茶菁之 21.56，接著是春季茶菁之 21.49，惟三者間均無顯著差異，而以冬季茶菁之 20.90 為最少，與秋季茶菁間均有顯著差異；就第二節間莖寬而言，以冬季茶菁為最寬，有 1.58 mm，與其餘三個季節間

均有顯著差異，而以秋季茶菁之 1.39 mm 為最短，與春季及夏季茶菁間均有顯著差異；就第二節間長而言，以夏季茶菁為最長，有 14.09 mm，其次為秋季茶菁之 13.50 mm，惟二者間無顯著差異，而以春季茶菁之 10.20 mm 為最短，且與其餘三個季節間均有顯著差異；就第二葉葉長而言，以夏季茶菁為最長，有 6.21 cm，與其餘三個季節間均有顯著差異，而以冬季茶菁之 5.51 cm 為最短，與秋季茶菁間有顯著差異；就第二葉葉厚而言，以春季茶菁為最厚，有 0.19 mm，與其餘三個季節間均有顯著差異，而以夏季茶菁和秋季茶菁之 0.16 mm 為最薄，與冬季茶菁間有顯著差異；就第二葉葉綠素相對含量而言，以春季茶菁為最多，有 29.83，與其餘三個季節間均有顯著差異，而以夏季茶菁之 27.61 為最低。

表 13 為大葉種茶樹在不同品種（系）下農藝性狀之差異顯著性測驗。就第一節間莖寬而言，以 623 品系為最寬，有 1.25 mm，其次為 625 品系之 1.21 mm，惟二者間無顯著差異，而以 55-28-35 品系之 1.05 mm 為最窄，且與 623、624、625 和 701 品系間均有顯著差異；就第一節間長而言，以 624 品系為最長，有 6.78 mm，與其餘 5 個品系間均有顯著差異，而以 625 品系之 3.60 mm 為最短，且與 624 品系間有顯著差異；就第一葉葉長而言，以 623 品系為最長，有 5.26 cm，其次是 624 品系之 5.25 cm，惟二者間無顯著差異，而以 701 品系之

3.86 cm 為最短，且與 623、624 和 642 品系間均有顯著差異；就第一葉葉寬而言，以 624 品系為最寬，有 1.92 cm，與其餘 5 個品系間均有顯著差異，而以 55-28-35 品系之 1.35 cm 為最窄，與 623 及 624 品系間均有顯著差異；就第一葉葉厚而言，以 625 和 701 品系為最厚，有 0.16 mm，惟二者間無顯著差異，而以 624 品系之 0.12 mm 為最薄，與其餘 5 個品系間均有顯著差異；就第一葉葉綠素相對含量而言，以 701 品系為最多，有 28.42，與其餘 5 個品系間均有顯著差異，而以 55-28-35 品系之 17.74 為最少，且與 624、625 及 642 品系間均有顯著差異；就第二節間莖而言，以 623 品系為最寬，有 1.60 mm，與其餘 5 個品系間均有顯著差異，而以 55-28-35 品系之 1.29 mm 為最窄，與 624、625、642 及 701 品系間均有顯著差異；就第二節間長而言，以 624 品系為最長，有 14.37 mm，與其餘 5 個品系間均有顯著差異，而以 625 品系之 10.72 mm 為最短，且與 55-28-35、623 及 701 品系間均有顯著差異；就第二葉葉長而言，以 623 品系為最長，有 6.88 cm，與其餘 5 個品系間均有顯著差異，而以 701 品系之 4.84 cm 為最短，與 55-28-35、624、625 及 642 品系間均有顯著差異；就第二葉葉厚而言，以 625 和 701 品系為最厚，有 0.19 mm，惟二者間無顯著差異，而以 624 品系之 0.14 mm 為最薄，且與 623、625、642 和 701 品系間均有顯著差異；就第二葉葉綠素相對含量而言，以 701 品系為最多，

有 35.58，與其餘 5 個品種(系)間均有顯著差異，而以 623 品系之 23.34 為最少，與 624、625 及 642 品系間均有顯著差異。

由表 14 得知大葉種茶樹在不同年度會對 Caffeine、EGC、C、EGCG、EC 和 ECG 造成顯著之影響。不同採摘時期下會對 Caffeine、EGC、C、EGCG、EC 和 ECG 造成顯著之影響。不同品種(系)下亦會對 Caffeine、EGC、C、EGCG、EC 和 ECG 造成顯著之影響。

表 15 為大葉種茶樹在不同年度下個別兒茶素和咖啡因等成分之差異顯著性測驗。就 Caffeine 而言，以 2005 年採摘者為最多，有 39.22 mg/g，而以 2006 年採摘者之 22.60 mg/g 為較低，二者間有顯著差異；就 EGC 而言，亦以 2005 年採摘者為最多，達 30.57 mg/g，而以 2006 年採摘者之 8.90 mg/g 較低，二者間亦有顯著差異；就 C 而言，亦以 2005 年採摘者為最多，有 8.56 mg/g，而以 2006 年採摘者之 4.21 mg/g 為較低，二者間亦有顯著差異；就 EGCG 而言，亦以 2005 年採摘者為最多，有 56.72 mg/g，而以 2006 年採摘者之 35.81 mg/g 為較低，二者間亦有顯著差異；就 EC 而言，亦以 2005 年為最多，有 11.82 mg/g，而以 2006 年採摘者之 4.78 mg/g 為最低，二者間有顯著差異；就 ECG 而言，亦以 2005 年採摘者為最多，有 8.20 mg/g，而以 2006 年採摘者之 5.77 mg/g 為最低，二者間有顯著差異。

表 16 為大葉種茶樹在不同採摘時期下個別兒茶素和咖啡因等成

分之差異顯著性測驗。就 Caffeine 而言，以春季茶菁為最多，有 36.18 mg/g，四個採摘時期間均有顯著差異，而以秋季茶菁之 22.11 mg/g 為最低，四個採摘時期間均有顯著差異；就 EGC 而言，以春季茶菁為最多，有 28.84 mg/g，與其餘三個季節間均有顯著差異，而夏季茶菁之 8.51 mg/g 為最低，四個採摘時期間均有顯著差異；就 C 而言，以夏季茶菁為最多，有 11.07 mg/g，與其餘三個季節間均有顯著差異，而以秋季茶菁之 3.16 mg/g 為最低，且與春季和夏季茶菁季節間均有顯著差異；就 EGCG 而言，以春季茶菁為最多，有 61.81 mg/g，四個採摘時期間均有顯著差異，而以秋季茶菁之 23.98 mg/g 為最低，四個採摘時期間均有顯著差異；就 EC 而言，以夏季茶菁為最多，有 10.36 mg/g，與其餘三個季節間均有顯著差異，而以秋季茶菁之 5.29 mg/g 為最低，且與夏季和冬季茶菁季節間均有顯著差異；就 ECG 而言，以夏季茶菁為最多，有 10.23 mg/g，與其餘三個季節間均有差異顯著，而以秋季茶菁之 3.34 mg/g 為最低，四個採摘時期間均有顯著差異。

表 17 為大葉種茶樹不同品種(系)下個別兒茶素和咖啡因等成分之差異顯著性測驗。就 Caffeine 而言，以 623 品系為最多，有 34.23 mg/g，與其餘五個品系間均有顯著差異，而以 55-28-35 品系之 22.34 mg/g 為最低，與 623、624、625 和 642 品系間均有顯著差異；就 EGC

而言，則以 701 品系為最多，有 29.11 mg/g，與其餘五個品系間亦均有顯著差異，而以 55-28-35 品系之 10.22 mg/g 為最低，與 624、625、642 和 701 品系間均有顯著差異；就 C 而言，以 642 品系為最多，有 11.36 mg/g，與其餘五個品系間均有顯著差異，而以 625 品系之 3.68 mg/g 為最低，與 55-28-35、623、642 和 701 品系間均有顯著差異；就 EGCG 而言，亦以 623 品系為最多，有 57.28 mg/g，與其餘五個品系間均有顯著差異，而以 701 品系之 24.73 mg/g 為最低，與 55-28-35、623、624、625 及 642 品系間均有顯著差異；就 EC 而言，則以 624 品系為最多，有 10.58 mg/g，與其餘五個品系間均有顯著差異，而以 625 品系之 3.64 mg/g 為最低，與其餘五個品系間均有顯著差異；就 ECG 而言，以 623 品系為最多，有 8.27 mg/g，其次是 701 品系之 7.90 mg/g，惟二個品系間均無顯著差異，而以 625 品系之 4.52 mg/g 為最低，與其餘五個品系間均有顯著差異。

表 18 為 2006 年大葉種茶樹之茶菁及製成包種茶之個別兒茶素與咖啡因含量之變方分析表，由表得知大葉種茶樹茶芽或製成之包種茶會對 Caffeine、GA、EGC、C、EGCG、EC 和 ECG 造成顯著之影響。不同採摘時期下則會對 Caffeine、GA、EGC、C、EGCG、EC 和 ECG 造成顯著之影響。至於不同品種（系）則對 Caffeine、GA、EGC、C、EGCG、EC 和 ECG 造成顯著之影響。

Table 10. ANOVA of agronomic characters of young tea shoots in large leaf type of tea in different years, crops and lines.

SOV	DF	MS											
		1ID [#]	1IL	1LL	1LW	1LT	1LC	2ID	2IL	2LL	2LW	2LT	2LC
Year (Y)	1	0.03	17.83	24.66**	4.01**	0.02**	2213.86**	0.01	1117.01**	72.11**	0.37	0.0006	120.54*
Crop (C)	3	0.60**	26.34	0.98*	1.05**	0.03**	34.41*	1.17**	573.40**	18.64**	2.53	0.03**	185.15**
Lines (L)	5	0.81**	141.77**	52.08**	5.03**	0.03**	1836.88**	1.55**	215.58**	76.27**	3.43	0.05**	3078.97**
Y×C	3	0.86**	280.42**	10.08**	1.44**	0.02**	919.20**	1.24**	782.13**	27.08**	3.97	0.04**	1005.17**
Y×L	5	1.09**	42.46*	1.53*	0.19	0.01**	17.45	0.15**	171.00**	3.71**	2.91	0.01**	98.39**
C×L	15	3.51**	56.20**	2.61**	0.46**	0.007**	163.23**	0.32**	143.73**	4.40**	4.21	0.05**	172.04**
Y×L×C	15	2.61**	43.07**	3.04**	0.22	0.01**	170.17**	0.24**	81.24**	5.21**	3.57	0.02**	118.40**
Error	672	0.03	18.55	0.53	0.13	0.0001	24.62	0.04	16.63	0.89	3.11	0.005	29.26

: 1ID : First internode diameter, 1IL : First internode length , 1LL : First leaf length, 1LW : First leaf width, 1LT : First leaf thickness , 1LC : First leaf chlorophyll content, 2ID : Second internode diameter, 2IL : Second internode length, 2LL : Second leaf length, 2LW : Second leaf width, 2LT : Second leaf thickness, 2LC : Second leaf chlorophyll content.

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

Table 11. Significant tests of differences between years in agronomic characters of young tea shoots in large leaf type of tea.

Year	1ID [#] mm	1IL mm	1LL cm	1LW cm	1LT mm	1LC	2ID mm	2IL mm	2LL cm	2LW cm	2LT mm	2LC
2005	1.15	4.53	4.23 ^{b*}	1.53 ^b	0.14 ^b	23.23 ^a	1.47	11.10 ^b	5.47 ^b	2.33	0.17	28.76 ^a
2006	1.16	4.85	4.60 ^a	1.68 ^a	0.15 ^a	19.72 ^b	1.47	13.59 ^a	6.10 ^a	2.38	0.17	27.95 ^b
LSD _{0.05}	ns	ns	0.11	0.05	0.003	0.73	ns	0.60	0.14	ns	ns	0.79

: 1ID : First internode diameter, 1IL : First internode length , 1LL : First leaf length, 1LW : First leaf width, 1LT : First leaf thickness , 1LC : First leaf chlorophyll content, 2ID : Second internode diameter, 2IL : Second internode length, 2LL : Second leaf length, 2LW : Second leaf width, 2LT : Second leaf thickness, 2LC : Second leaf chlorophyll content.

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

Table 12. Significant tests of differences among crops in agronomic characters of young tea shoots in large leaf type of tea.

Crop	1ID [#] mm	1IL mm	1LL cm	1LW cm	1LT mm	1LC	2ID mm	2IL mm	2LL cm	2LW cm	2LT mm	2LC
Spring	1.12 ^{b*}	4.13	4.52 ^a	1.69 ^a	0.16 ^a	21.49 ^{ab}	1.44 ^b	10.20 ^c	5.57 ^c	2.33	0.19 ^a	29.83 ^a
Summer	1.13 ^b	4.78	4.39 ^{ab}	1.50 ^c	0.13 ^c	21.56 ^{ab}	1.46 ^b	14.09 ^a	6.21 ^a	2.53	0.16 ^c	27.61 ^b
Fall	1.13 ^b	4.87	4.40 ^{ab}	1.61 ^b	0.14 ^b	21.96 ^a	1.39 ^c	13.50 ^a	5.85 ^b	2.28	0.16 ^c	27.79 ^b
Winter	1.24 ^a	4.98	4.35 ^b	1.61 ^b	0.14 ^b	20.90 ^b	1.58 ^a	11.58 ^b	5.51 ^c	2.29	0.17 ^b	28.20 ^b
LSD _{0.05}	0.04	ns	0.15	0.08	0.004	1.03	0.04	0.84	0.20	ns	0.01	1.12

: 1ID : First internode diameter, 1IL : First internode length , 1LL : First leaf length, 1LW : First leaf width, 1LT : First leaf thickness , 1LC : First leaf chlorophyll content, 2ID : Second internode diameter, 2IL : Second internode length, 2LL : Second leaf length, 2LW : Second leaf width, 2LT : Second leaf thickness, 2LC : Second leaf chlorophyll content.

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

Table 13. Significant tests of differences among lines in agronomic characters of young tea shoots in large leaf type of tea.

Lines	1ID [#] mm	1IL mm	1LL cm	1LW cm	1LT mm	1LC	2IL mm	2ID mm	2LL cm	2LW cm	2LT mm	2LC
55-28-35	1.05 ^{d*}	4.18 ^b	3.99 ^{bc}	1.35 ^e	0.13 ^c	17.74 ^d	1.29 ^d	11.78 ^c	5.34 ^c	2.27	0.15 ^c	24.08 ^{de}
623	1.25 ^a	4.57 ^b	5.26 ^a	1.72 ^b	0.13 ^c	18.60 ^d	1.60 ^a	13.02 ^b	6.88 ^a	2.46	0.17 ^b	23.34 ^e
624	1.20 ^{bc}	6.78 ^a	5.25 ^a	1.92 ^a	0.12 ^d	20.37 ^c	1.54 ^b	14.37 ^a	6.63 ^b	2.51	0.14 ^c	24.88 ^d
625	1.21 ^{ab}	3.60 ^b	3.97 ^c	1.56 ^c	0.16 ^a	20.36 ^c	1.52 ^b	10.72 ^d	5.44 ^c	2.52	0.19 ^a	29.51 ^c
642	1.07 ^d	4.38 ^b	4.16 ^b	1.45 ^d	0.15 ^b	23.36 ^b	1.39 ^c	11.28 ^{cd}	5.56 ^c	2.10	0.17 ^b	32.74 ^b
701	1.17 ^c	4.64 ^b	3.86 ^c	1.63 ^c	0.16 ^a	28.42 ^a	1.49 ^b	12.92 ^b	4.84 ^d	2.29	0.19 ^a	35.58 ^a
LSD _{0.05}	0.04	1.09	0.18	0.09	0.01	1.26	0.05	1.03	0.24	ns	0.02	1.37

: 1ID : First internode diameter, 1IL : First internode length , 1LL : First leaf length, 1LW : First leaf width, 1LT : First leaf thickness , 1LC : First leaf chlorophyll content, 2ID : Second internode diameter, 2IL : Second internode length, 2LL : Second leaf length, 2LW : Second leaf width, 2LT : Second leaf thickness, 2LC : Second leaf chlorophyll content.

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

Table 14. ANOVA of individual catechins and caffeine of young tea shoots in large leaf type of tea in different years, crops and lines.

SOV	DF	MS					
		Caffeine	EGC [#]	C	EGCG	EC	ECG
Year (Y)	1	4420.53**	7511.19**	302.71**	6991.97**	792.88**	94.65**
Crop (C)	3	625.19**	1439.05**	238.69**	7259.04**	118.57**	187.77**
Lines (L)	5	283.98**	545.09**	101.09**	2305.27**	64.89**	23.69**
Y×C	3	219.60**	369.87**	33.93**	5412.00**	261.64**	174.89**
Y×L	5	86.38**	218.18**	29.40**	197.89**	191.19**	19.28**
C×L	15	118.07**	343.81**	33.97**	667.41**	31.48**	19.94**
Y×L×C	15	2977.49**	127.90**	45.03**	393.12**	44.10**	10.32**
Error	24	3.71	3.95	1.98	11.99	2.90	0.64

[#]EGC : (—) - Epigallocatechin 、 C : (+) - Catechin 、 EGCG : (—) - Epigallocatechin gallate 、 EC : (—) - Epicatechin and ECG : (—) - Epicatechin gallate.

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

Table 15. Significant tests of differences of individual catechins and caffeine of young tea shoots between years in large leaf type of tea.

Years	Polyphenolic compounds (mg /g)					
	Caffeine	EGC [#]	C	EGCG	EC	ECG
2005	39.22 ^{a*}	30.57 ^a	8.56 ^a	56.72 ^a	11.82 ^a	8.20 ^a
2006	22.60 ^b	8.90 ^b	4.21 ^b	35.81 ^b	4.78 ^b	5.77 ^b
LSD _{0.05}	0.99	1.03	0.73	1.79	0.88	0.41

[#]EGC : (—) - Epigallocatechin 、 C : (+) - Catechin 、 EGCG : (—) - Epigallocatechin gallate 、 EC : (—) - Epicatechin and ECG : (—) - Epicatechin gallate.

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

Table 16. Significant tests of differences of individual catechins and caffeine of young tea shoots among crops in large leaf type of tea.

Crops	Polyphenolic compounds (mg /g)					
	Caffeine	EGC [#]	C	EGCG	EC	ECG
Spring	36.18 ^{a*}	28.84 ^a	4.39 ^b	61.81 ^a	4.85 ^c	8.30 ^b
Summer	27.91 ^b	8.51 ^d	11.07 ^a	58.39 ^b	10.36 ^a	10.23 ^a
Fall	22.11 ^d	11.68 ^c	3.16 ^c	23.98 ^d	5.29 ^c	3.34 ^d
Winter	26.35 ^c	15.46 ^b	4.01 ^{bc}	26.94 ^c	8.01 ^b	4.45 ^c
LSD _{0.05}	1.32	1.37	0.97	2.38	1.17	0.55

[#]EGC : (—) - Epigallocatechin 、 C : (+) - Catechin 、 EGCG : (—) - Epigallocatechin gallate 、 EC : (—) - Epicatechin and ECG : (—) - Epicatechin gallate.

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

Table 17. Significant tests of differences of individual catechins and caffeine of young tea shoots among lines in large leaf type of tea.

Lines	Polyphenolic compounds (mg /g)					
	Caffeine	EGC [#]	C	EGCG	EC	ECG
55-28-35	22.34 ^{d*}	10.22 ^c	5.43 ^b	29.14 ^d	5.99 ^d	5.62 ^c
623	34.23 ^a	11.65 ^c	5.50 ^b	57.28 ^a	6.63 ^{cd}	8.27 ^a
624	31.53 ^b	16.14 ^b	3.74 ^c	55.08 ^a	10.58 ^a	6.34 ^b
625	29.76 ^c	14.64 ^b	3.68 ^c	39.10 ^c	3.64 ^e	4.52 ^d
642	28.58 ^c	14.98 ^b	11.36 ^a	51.36 ^b	8.11 ^b	6.83 ^b
701	22.37 ^d	29.11 ^a	4.24 ^c	24.73 ^e	7.83 ^{bc}	7.90 ^a
LSD _{0.05}	0.25	1.68	1.19	2.92	1.43	0.68

[#]EGC : (—) - Epigallocatechin 、 C : (+) - Catechin 、 EGCG : (—) - Epigallocatechin gallate 、 EC : (—) - Epicatechin and ECG : (—) - Epicatechin gallate.

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

Table 18. ANOVA of individual catechins, caffeine and gallate acid in large leaf type of tea in different crops and lines in 2006.

SOV	DF	MS						
		Caffeine	GA [#]	EGC	C	EGCG	EC	ECG
Tea shoot (S)	1	7132.43**	25.92**	1031.73**	130.70**	20735.96**	256.62**	818.69**
Crop (C)	3	466.46**	0.96**	642.04**	52.05**	7333.02**	16.05**	246.76**
Lines (L)	6	98.21**	0.34**	326.05**	41.77**	794.30**	45.10**	42.33**
S×C	3	224.78**	0.46*	930.27**	58.48**	5969.44**	20.04**	195.88**
S×L	6	49.67**	0.30**	51.94**	19.72**	352.99**	5.82**	32.31**
C×L	18	22.31**	0.19**	102.97**	7.86**	234.96**	3.05**	10.33**
S×L×C	18	8.47**	0.14**	179.45**	10.19**	208.50**	2.83**	7.12**
Error	56	2.00*	0.04	4.14	0.79	9.28	0.80	0.82

[#]GA : Gallate acid 、EGC : (—) - Epigallocatechin 、C : (+) - Catechin 、EGCG : (—) - Epigallocatechin gallate 、EC : (—) - Epicatechin and ECG : (—) - Epicatechin gallate.

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

表 19.為 2006 年大葉種茶樹茶芽與製成之包種茶個別兒茶素和咖啡因等成分之差異顯著性測驗。就 Caffeine 而言，以茶菁為最多，有 25.48 mg/g，而以包種茶之 9.52 mg/g 為較低，二者間有顯著差異；就 GA 而言，亦以茶菁為最多，有 1.29 mg/g，而以包種茶之 0.33 mg/g 為較低，二者間有顯著差異；就 EGC 而言，亦以茶菁為最多，有 9.22 mg/g，而以包種茶之 3.15 mg/g 為較低，二者間亦有顯著差異；就 C 而言，亦以茶菁為最多，有 3.91 mg/g，而以包種茶之 1.75 mg/g 為較低，二者間有顯著差異；就 EGCG 而言，亦以茶菁為最多，有 37.90 mg/g，而以包種茶之 10.69 mg/g 為較低，二者間有顯著差異；就 EC 而言，亦以茶菁為最多，有 4.63 mg/g，而以包種茶之 1.60 mg/g 為較低，二者間有顯著差異；就 ECG 而言，亦以茶菁為最多，有 6.70 mg/g，而以包種茶之 1.29 mg/g 為較低，二者間有顯著差異。

表 20 為 2006 年大葉種茶樹在不同採摘時期下個別兒茶素和咖啡因等成分之差異顯著性測驗。就 Caffeine 而言，以春季茶作為最多，有 22.61 mg/g，與其餘三個季節間均有顯著差異，而以秋季茶作之 13.21 mg/g 為最低，與其餘三個季節間均有顯著差異；就 GA 而言，以春季茶作為最多，有 1.01 mg/g，其次是夏季茶作之 0.92 mg/g，惟二者間無顯著差異，而以秋季茶作之 0.68 mg/g 為最低，且與春季和夏季茶作間均有顯著差異；就 EGC 而言，以春季茶作為最多，有 13.22

mg/g，與其餘三個季節間均有顯著差異，而以秋季茶作之 2.68 mg/g 為最低，與其餘三個季節間均有顯著差異；就 C 而言，以夏季茶作為最多，有 4.75 mg/g，與其餘三個季節間均有顯著差異，而以秋季和冬季茶作之 1.86 mg/g 為最低，與春季及夏季茶作間均有顯著差異；就 EGCG 而言，亦以夏季茶作為最多，有 42.25 mg/g，與其餘三個季節間均有顯著差異，而以冬季茶作之 9.43 mg/g 為最低，與其餘三個季節間均有顯著差異；就 EC 而言，亦以春季茶作為最多，有 3.99 mg/g，與其餘三個季節間均有顯著差異，而以秋季茶作之 2.38 mg/g 為最低，與春季和夏季茶作間有顯著差異；就 ECG 而言，亦以夏季茶作為最多，有 7.33 mg/g，與其餘三個季節間均有顯著差異，而以冬季茶作之 1.29 mg/g 為最低，且與春季和夏季茶作間有顯著差異。

表 21 為 2006 年大葉種茶樹在不同品種（系）下個別兒茶素和咖啡因等成分之差異顯著性測驗。就 Caffeine 而言，以台茶 8 號為最多，有 20.76 mg/g，與其餘 6 個品系間均有顯著差異，而以 701 品系之 13.91 mg/g 為最低，與 623、624、625 和 655 品系間均有顯著差異；就 GA 而言，以 623 品系為最多，有 1.05 mg/g，而以 642 品系之 0.62 mg/g 為最低，與台茶 8 號、623、624、655 和 701 品系間均有顯著差異；就 EGC 而言，以 701 品系為最多，有 15.66 mg/g，與其餘 6 個品系間均有顯著差異，而以 642 品系之 2.16 mg/g 為最低，

與台茶 8 號、624、625 和 655 品系間均有顯著差異；就 C 而言，以 642 品系為最多，有 6.28 mg/g，與其餘 6 個品系間均有顯著差異，而以台茶 8 號之 1.50 mg/g 為最低，與 625、655 和 701 品系間均有顯著差異；就 EGCG 而言，以 623 品系為最多，有 33.09 mg/g，與其餘 6 個品系間均有顯著差異，而以 701 品系之 11.95 mg/g 為最低，與其餘 6 個品系間均有顯著差異；就 EC 而言，以 655 品系為最多，有 3.73 mg/g，其次為 701 品系之 3.39 mg/g，惟二者間無顯著差異，而以台茶 8 號品種之 1.96 mg/g 為最低，與 655 和 701 品系間均有顯著差異；就 ECG 而言，以 655 品系為最多，有 7.17 mg/g，與其餘 6 個品系間均有顯著差異，而以台茶 8 號之 2.50 mg/g 為最低，與 623、642 和 701 品系間均有顯著差異。

大葉種茶樹茶菁農藝性狀與各種多元酚含量之相關性如表 22 所示，第一葉葉長與第一節間莖寬呈顯著正相關；第一葉葉寬與第一節間長和第一葉葉長均呈顯著正相關；第一葉葉厚與第一節間莖寬，第一節間長和第一葉葉寬均呈顯著正相關；第二節間莖寬與第一葉葉長呈顯著正相關；第二節間長與第一節間長呈顯著正相關；第二葉葉長與第一、二節間長和第一葉葉長、葉寬均呈顯著正相關；第二葉葉寬與第一節間長，第一、二葉葉長，第一葉葉寬和第一葉葉厚均呈極顯著正相關；第二葉葉厚與第一節間長，第一、二葉葉寬，第一葉葉厚

和第二節間莖寬均呈極顯著正相關；第二葉葉綠素相對含量與第一葉葉綠素相對含量和第二節間莖寬呈顯著正相關；Caffeine 與第一、二葉葉綠素相對含量和第二節間莖寬均呈顯著正相關；C 與第一、二葉葉長和第二葉葉寬均呈顯著負相關，但與 EGC 則呈顯著正相關；EGCG 與第一節間長和第一葉葉厚呈顯著負相關，但與第二葉葉長呈顯著正相關；EC 與第一節間長，第一、二葉葉綠素，第一節間莖寬和 Caffeine 均呈顯著負相關，但與 EGC 和 EGCG 則呈顯著正相關；ECG 與第一節間長和第二葉寬、厚呈顯著負相關，但與 EGC、C、EGCG 和 EC 間則呈顯著正相關；GA 與第一節間長呈顯著負相關，但與第一葉葉長、EGC、EGCG、EC 和 ECG 均呈顯著正相關。

表 23 為大葉種茶樹茶菁農藝性狀與製成之包種茶多元酚含量之相關性測驗，Caffeine 與第一、二葉葉綠素相對含量和第二節間莖寬均呈極顯著正相關；EGC 與第一、二葉葉長呈顯著負相關，但與第二葉葉厚呈顯著正相關；C 與第一葉葉寬呈顯著負相關；EGCG 與第一葉葉長，第二葉葉寬和 C 均呈顯著負相關，但與第一、二葉葉綠素相對含量則呈顯著正相關；EC 與第二葉葉寬呈極顯著正相關；ECG 與第一葉葉長，第一、二葉葉寬，第一、二葉葉厚，EGC 和 EC 均呈顯著負相關，但與 Caffeine 和 C 卻呈顯著正相關；GA 與 C 和 EC 均呈顯著正相關。

Table 19. Significant tests of differences of individual catechins, caffeine and gallate acid between young tea shoot and Paochung tea in large leaf type of tea in 2006.

	Polyphenolic compounds (mg /g)						
	Caffeine	GA [#]	EGC	C	EGCG	EC	ECG
Young tea shoot	25.48 ^{a*}	1.29 ^a	9.22 ^a	3.91 ^a	37.90 ^a	4.63 ^a	6.70 ^a
Paochung tea	9.52 ^b	0.33 ^b	3.15 ^b	1.75 ^b	10.69 ^b	1.60 ^b	1.29 ^b
LSD _{0.05}	0.54	0.08	0.77	0.34	1.15	2.00	0.34

[#]GA : Gallate acid 、EGC : (—) - Epigallocatechin 、C : (+) - Catechin 、EGCG : (—) - Epigallocatechin gallate 、EC : (—) - Epicatechin and ECG : (—) - Epicatechin gallate.

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

Table 20. Significant tests of differences of individual catechins, caffeine and gallate acid among crops in large leaf type of tea in 2006.

Crops	Polyphenolic compounds (mg /g)						
	Caffeine	GA [#]	EGC	C	EGCG	EC	ECG
Spring	22.61 ^a	1.01 ^a	13.22 ^a	2.86 ^b	33.66 ^b	3.99 ^a	5.65 ^b
Summer	18.71 ^b	0.92 ^a	5.07 ^b	4.75 ^a	42.25 ^a	3.49 ^b	7.33 ^a
Fall	13.21 ^d	0.68 ^b	2.68 ^d	1.86 ^c	11.85 ^c	2.38 ^c	1.70 ^c
Winter	15.49 ^c	0.63 ^b	3.77 ^c	1.86 ^c	9.43 ^d	2.59 ^c	1.29 ^c
LSD _{0.05}	0.76	0.11	1.09	0.48	1.63	0.48	0.48

[#]GA : Gallate acid 、EGC : (—) - Epigallocatechin 、C : (+) - Catechin 、EGCG : (—) - Epigallocatechin gallate 、EC : (—) - Epicatechin and ECG : (—) - Epicatechin gallate.

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

Table 21. Significant tests of differences of individual catechins, caffeine and gallate acid among lines in large leaf type of tea in 2006.

Variety (Lines)	Polyphenolic compounds (mg /g)						
	Caffeine	GA [#]	EGC	C	EGCG	EC	ECG
TTES No.8	20.76 ^{a*}	0.81 ^{bc}	6.65 ^b	1.50 ^c	18.29 ^d	1.96 ^c	2.50 ^e
623	17.52 ^c	1.05 ^a	2.73 ^d	1.74 ^c	33.09 ^a	2.55 ^c	4.98 ^b
624	18.44 ^c	0.93 ^{ab}	6.12 ^b	1.94 ^c	26.60 ^c	2.29 ^c	2.84 ^{de}
625	17.46 ^c	0.67 ^{cd}	5.78 ^b	2.84 ^b	24.63 ^c	2.26 ^c	3.01 ^{de}
642	14.75 ^d	0.62 ^d	2.16 ^d	6.28 ^a	28.91 ^b	2.29 ^c	3.98 ^c
655	19.69 ^b	0.80 ^{bc}	4.20 ^c	2.75 ^b	26.61 ^c	3.73 ^a	7.17 ^a
701	13.91 ^d	0.79 ^{bc}	15.66 ^a	2.78 ^b	11.95 ^e	3.39 ^a	3.47 ^{cd}
LSD _{0.05}	1.00	0.15	1.44	0.63	2.16	0.63	0.64

[#]GA : Gallate acid 、EGC : (—) - Epigallocatechin 、C : (+) - Catechin 、EGCG : (—) - Epigallocatechin gallate 、EC : (—) - Epicatechin and ECG : (—) - Epicatechin gallate.

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

Table 22. Significant tests of simple correlation coefficients among agronomic characters, individual catechins, caffeine and gallate acid of young tea shoot in large leaf type of tea.

Character	1ID	1IL	1LL	1LW	1LT	1LC	2ID	2IL	2LL	2LW	2LT	2LC	Caffeine	EGC	C	EGCG	EC	ECG
1ID [#]																		
1IL	0.06																	
1LL	0.33**	0.15																
1LW	0.18	0.34**	0.42**															
1LT	0.26*	0.34**	0.18	0.75**														
1LC	-0.12	0.02	-0.16	-0.17	-0.03													
2ID	0.12	0.22	0.31*	0.06	0.21	0.24												
2IL	0.09	0.58**	0.12	0.20	0.16	0.02	0.19											
2LL	0.28*	0.02	0.86*	0.33**	0.18	-0.16	0.31*	-0.02										
2LW	-0.08	0.40**	0.37**	0.83**	0.57**	-0.20	0.03	0.21	0.34**									
2LT	-0.03	0.49**	0.13	0.60**	0.71**	-0.16	0.34**	0.16	0.21	0.72**								
2LC	-0.08	0.07	-0.11	0.10	-0.01	0.96**	0.29*	0.04	-0.14	-0.14	-0.12							
Caffeine	0.09	0.13	0.06	-0.20	0.01	0.48**	0.83**	0.11	0.03	-0.18	0.14	0.50**						
EGC	-0.04	-0.06	0.08	0.14	0.04	-0.18	-0.19	0.04	-0.12	0.18	0.09	-0.21	-0.18					
C	0.18	-0.13	-0.30*	-0.06	0.10	0.15	0.03	-0.07	-0.40**	-0.25*	-0.01	0.11	0.15	0.32*				
EGCG	-0.00	-0.36**	0.24	-0.18	-0.26*	-0.12	-0.17	-0.22	0.31*	-0.09	-0.23	-0.15	-0.09	0.17	-0.24			
EC	0.05	-0.32*	0.20	0.12	-0.03	-0.26*	-0.31*	-0.17	0.14	0.22	0.07	-0.27*	-0.30*	0.68**	0.17	0.50**		
ECG	0.07	-0.41**	0.02	-0.13	-0.19	-0.08	0.03	-0.17	-0.00	-0.27*	-0.30*	-0.12	0.07	0.27*	0.36**	0.36**	0.28*	
GA	0.03	-0.34**	0.31*	0.06	-0.16	-0.16	-0.15	-0.15	0.22	0.12	-0.09	-0.18	-0.14	0.63**	0.16	0.57**	0.86**	0.56**

: 1ID : First internode diameter, 1IL : First internode length 1LL : First leaf length, 1LW : First leaf width, 1LT : First leaf thickness, 1LC : First leaf chlorophyll content, 2ID : Second internode diameter, 2IL : Second internode length, 2LL : Second leaf length, 2LW : Second leaf width, 2LT : Second leaf thickness, 2LC : Second leaf chlorophyll content, EGC : (—) - Epigallocatechin, C : (+) - Catechin, EGCG : (—) - Epigallocatechin gallate, EC : (—) - Epicatechin, ECG : (—) - Epicatechin gallate, GA : Gallate acid.

*and** : Significant at 5% and 1% level (n=64)

Table 23. Significant tests of simple correlation coefficients among agronomic characters (young tea shoot) , individual catechins, caffeine and gallate acid Paochung tea in large leaf type of tea.

Character	1ID	1IL	1LL	1LW	1LT	1LC	2ID	2IL	2LL	2LW	2LT	2LC	Caffeine	EGC	C	EGCG	EC	ECG
Caffeine	0.09	0.13	0.06	-0.20	0.01	0.48**	0.83**	0.11	0.03	-0.18	0.14	0.50**						
EGC	-0.04	0.20	-0.26*	0.04	0.14	0.09	-0.13	0.17	-0.40**	0.10	0.25*	0.07	0.01					
C	-0.11	-0.07	-0.01	-0.26*	-0.14	-0.00	0.13	-0.06	0.08	-0.24	-0.08	-0.04	0.06	-0.07				
EGCG	0.13	-0.18	-0.26*	-0.22	-0.18	0.28*	-0.04	0.12	-0.19	-0.26*	-0.20	0.30*	0.22	-0.15	-0.60**			
EC	-0.01	0.06	0.14	0.24	0.10	0.01	-0.21	-0.04	0.22	0.34**	0.24	0.03	-0.19	-0.08	-0.04	0.19		
ECG	-0.04	-0.25	-0.26*	-0.51**	-0.28*	0.17	0.22	-0.13	-0.11	-0.52**	-0.31*	0.15	0.26*	-0.28*	0.70**	-0.09	-0.34**	
GA	-0.07	-0.08	0.16	-0.00	-0.13	0.04	-0.10	-0.04	0.23	0.12	0.01	0.03	-0.07	-0.14	0.40**	-0.08	0.77**	0.07

: 1ID : First internode diameter, 1IL : First internode length, 1LL : First leaf length, 1LW : First leaf width, 1LT : First leaf thickness , 1LC : First leaf chlorophyll content, 2ID : Second internode diameter, 2IL : Second internode length, 2LL : Second leaf length, 2LW : Second leaf width, 2LT : Second leaf thickness, 2LC : Second leaf chlorophyll content, EGC : (-) - Epigallocatechin, C : (+) - Catechin, EGCG : (-) - Epigallocatechin gallate, EC : (-) - Epicatechin, ECG : (-) - Epicatechin gallate, GA : Gallate acid.

*and** : Significant at 5% and 1% level (n=64)

III. 野生山茶茶樹不同品系及採摘時期茶菁農藝性狀、多元酚與製成包種茶多元酚含量之相關

由表 24 得知野生山茶茶樹在不同年度會對第一、二葉葉長，第一、二葉葉寬，第一、二葉葉厚和第二葉葉綠素相對含量造成顯著之影響。而不同採摘時期亦會對第一、二節間莖寬，第一節間長，第一、二葉葉長，第一、二葉葉寬，第一、二葉葉厚和第一、二葉葉綠素相對含量造成顯著之影響。不同野生山茶則會對第一節間莖寬，第一、二節間長，第一、二葉葉長，第一、二葉葉寬，第一、二葉葉厚和第一、二葉葉綠素相對含量造成顯著之影響。

表 25 為野生山茶茶樹在不同年度下各農藝性狀之差異顯著性測驗。就第一葉葉長而言，以 2005 年採摘者為最長，有 4.43 cm，而以 2006 年採摘者之 4.28 cm 為較短，二者間有顯著差異；就第一葉葉寬而言，以 2005 年採摘者為最寬，有 1.64 cm，而以 2006 年採摘者之 1.52 cm 較窄，二者間亦有顯著差異；就第一葉葉厚而言，則以 2006 年採摘者為最厚，有 0.15 mm，而以 2005 年採摘者之 0.13 mm 為較薄，二者間有顯著差異；就第二葉葉長而言，以 2006 年採摘者為最長，有 5.85 cm，而以 2005 年採摘者之 5.55 cm 為較短，二者間有顯著差異；就第二葉葉寬而言，以 2006 年採摘者為最寬，有 2.22 cm，而以 2005 年採摘者之 2.11 cm 為較窄，二者間有顯著差異；就第二

葉葉厚而言，以 2006 年採摘者為最厚，有 0.17 mm，而以 2005 年採摘者之 0.16 mm 為較薄，二者間有顯著差異；就第二葉葉綠素相對含量而言，以 2006 年採摘者為最多，有 33.54，而以 2006 年採摘者之 32.27 為較少，二者間有顯著差異。

表 26 為野生山茶茶樹在不同採摘時期農藝性狀之差異顯著性測驗。就第一節間莖寬而言，以冬季茶菁為最寬，有 1.26 mm，與其餘三個季節間均有顯著差異，而以夏季茶菁之 1.02 mm 為最窄，與春季與秋季茶菁間均有顯著差異；就第一節間長而言，亦以冬季茶菁為最長，有 5.44 mm，其次是春季茶菁之 5.09 mm，惟二者間無顯著差異，而以夏季茶菁之 4.30 mm 為最短，與春季和冬季茶菁間均有顯著差異；就第一葉葉長而言，以秋季茶菁為最長，有 4.70 cm，與其餘三個季節間均有顯著差異，而以冬季茶菁之 4.09 cm 為最短，與春季茶菁間有顯著差異；就第一葉葉寬而言，以春季茶菁為最寬，有 1.69 cm，其次是秋季茶菁之 1.66 cm，惟二者間無顯著差異，而以夏季茶菁之 1.47 cm 為最窄，與春季和秋季茶菁間均有顯著差異；就第一葉葉厚而言，以春季茶菁為最厚，有 0.16 mm，與其餘三個季節間均有顯著差異，而以夏、秋和冬季茶菁之 0.13 mm 為最薄，與春季茶菁間有顯著差異；就第一葉葉綠素相對含量而言，以春季茶菁為最多，有 26.46，其次是秋季茶菁之 25.23，惟二者間無顯著差異，而以夏季茶

菁之 20.51 為最少，且與其餘三個季節間均有顯著差異；就第二節莖寬而言，以冬季茶菁為最寬，有 1.56 mm，與其餘三個季節間均有顯著差異，而以夏季茶菁之 1.37 mm 為最窄，且與春季茶菁間有顯著差異；就第二葉葉長而言，以秋季茶菁為最長，有 6.07 cm，其次是夏季茶菁之 5.90 cm，惟二者間無顯著差異，而以冬季茶菁之 5.35 cm 為最短，且與夏季和秋季茶菁間均有顯著差異；就第二葉葉寬而言，以秋季茶菁為最寬，有 2.28 cm，其次是春季茶菁之 2.24 cm，惟二者間無顯著差異，而以冬季茶菁之 2.03 cm 為最窄，且與春季和秋季茶菁間均有顯著差異；就第二葉葉厚而言，以春季茶菁為最厚，有 0.19 mm，與其餘三個季節間均有顯著差異，而以冬季茶菁之 0.15 mm 為最薄，與秋季茶菁間均有顯著差異；就第二葉葉綠素相對含量而言，以春季茶菁為最多，有 36.26，與其餘三個季節間均有顯著差異，而以夏季茶菁之 28.75 為最低，與秋季及冬季茶菁間均有顯著差異。

表 27 為野生山茶茶樹不同野生山茶各農藝性狀之差異顯著性測驗。就第一節間莖寬而言，以龍頭山茶為最寬，有 1.17 mm，與其餘 2 個野生山茶間均有顯著差異，而以赤芽山茶和眉原山茶之 1.09 mm 為最窄；就第一節間長而言，以赤芽山茶為最長，有 5.43 mm，與其餘 2 個野生山茶間均有顯著差異，而以眉原山茶之 4.47 mm 為最短；就第一葉葉長而言，以眉原山茶為最長，有 5.01 cm，其次為龍頭山

茶之 4.35 cm，而以赤芽山茶之 3.71 cm 為最短，三個野生山茶間均有顯著差異；就第一葉葉寬而言，以眉原山茶為最寬，有 1.74 cm，其次是龍頭山茶之 1.67 cm，惟二者間無顯著差異，而以赤芽山茶之 1.32 cm 為最窄，且與其餘 2 個野生山茶間均有顯著差異；就第一葉葉厚而言，以赤芽山茶為最厚，有 0.14 mm，其次是龍頭山茶之 0.14 mm，惟二者間無顯著差異，而以眉原山茶之 0.13 mm 為最薄，且與其餘 2 個野生山茶間均有顯著差異；就第一葉葉綠素相對含量而言，以眉原山茶為最多，達 27.25，其次為龍頭山茶之 23.97，而以赤芽山茶之 21.17 為最少，三個野生山茶間均有顯著差異；就第二節間長而言，以赤芽山茶為最長，有 13.27 mm，其次為龍頭山茶之 12.12 mm，而以眉原山茶之 10.22 mm 為最短，三個野生山茶間均有顯著差異；就第二葉葉長而言，以眉原山茶為最長，有 6.41 cm，其次為龍頭山茶之 5.67 cm，而以赤芽山茶之 5.01 cm 為最短，三個野生山茶間均有顯著差異；就第二葉葉寬而言，亦以眉原山茶為最寬，有 2.41 cm，其次為龍頭山茶之 2.20 cm，而以赤芽山茶之 1.89 cm 為最窄，三個野生山茶間均有顯著差異；就第二葉葉厚而言，以赤芽和龍頭山茶為最厚，有 0.17 mm，惟二者間無顯著差異，而以眉原山茶之 0.15 mm 為最薄，與其餘 2 個野生山茶間均有顯著差異；就第二葉葉綠素相對含量而言，以眉原山茶為最多，達 34.51，與其餘 2 個野生山茶間均

有顯著差異，而以龍頭山茶之 31.85 為最少。

由表 28 得知野生山茶茶樹在不同年度會對茶菁之 Caffeine、EGC、C、EGCG、EC 和 ECG 造成顯著之影響。而不同採摘時期則會對茶菁之 Caffeine、EGC、C、EGCG 和 ECG 造成顯著之影響。不同野生山茶則會對茶菁之 EGC 和 C 造成顯著之影響。

表 29 為山茶茶樹在不同年度個別兒茶素和咖啡因等成分之差異顯著性測驗。就 Caffeine 而言，以 2005 年為最多，有 29.98 mg/g，而以 2006 年之 26.94 mg/g 為較低，二者間有顯著差異；就 EGC 而言，亦以 2005 年為最多，有 29.72 mg/g，而以 2005 年之 8.54 mg/g 為較低，二者間亦有顯著差異；就 C 而言，亦以 2005 年為最多，有 9.52 mg/g，而以 2006 年之 3.77 mg/g 為較低，二者間有顯著差異；就 EGCG 而言，亦以 2005 年為最多，有 36.89 mg/g，而以 2006 年之 25.21 mg/g 為較低，二者間有顯著差異；就 EC 而言，亦以 2005 年為最多，有 5.63 mg/g，而以 2006 年之 4.10 mg/g 為較低，二者間有顯著差異；就 ECG 而言，亦以 2005 年為最多，有 6.23 mg/g，而以 2006 年之 3.36 mg/g 為較低，二者間有顯著差異。

表 30 為野生山茶茶樹在不同採摘時期個別兒茶素和咖啡因等成分之差異顯著性測驗。就 Caffeine 而言，以夏季茶菁為最多，有 32.47 mg/g，與其餘三個季節間均有顯著差異，而以秋季茶菁之 23.86 mg/g

為最低，與其餘三個季節間均有顯著差異；就 EGC 而言，以秋季茶菁為最多，有 22.23 mg/g，與其餘三個季節間均有顯著差異，而以夏季茶菁之 10.32 mg/g 為最低，四個季節茶菁間均有顯著差異；就 C 而言，以夏季茶菁為最多，有 16.12 mg/g，與其餘三個季節間均有顯著差異，而以冬季茶菁之 1.37 mg/g 為最低，與夏季和秋季茶菁間均有顯著差異；就 EGCG 而言，以夏季茶菁為最多，有 41.33 mg/g，其次為春季茶菁之 39.03 mg/g，惟二者間無顯著差異，而以冬季茶菁之 11.43 mg/g 為最低，且與其餘三個季節間均有顯著差異；就 ECG 而言，以夏季茶菁為最多，有 5.89 mg/g，且與其餘三個季節間均有顯著差異，而以冬季茶菁之 2.41 mg/g 為最低，且與其餘三個季節間均有顯著差異。

表 31 為野生山茶茶樹不同野生山茶下個別兒茶素和咖啡因等成分之差異顯著性測驗。就 EGC 而言，以德化社山茶為最多，有 20.07 mg/g，而以巔頭山茶之 11.13 mg/g 為較低，二者間亦有顯著差異；就 C 而言，亦以巔頭山茶為最多，有 6.55 mg/g，而以德化社山茶之 4.83 mg/g 為較低，二者間有顯著差異。

表 32 為 2006 年野生山茶茶樹之茶菁及製成之包種茶個別兒茶素與咖啡因含量之變方分析表，由表得知山茶茶樹茶芽或製成之包種茶會對 Caffeine、GA、EGC、C、EGCG、EC 和 ECG 造成顯著之影響。

Table24. ANOVA of agronomic characters of young tea shoots in wild type of tea in different years, crops and lines.

SOV	DF	MS											
		1ID [#]	1IL	1LL	1LW	1LT	1LC	2ID	2IL	2LL	2LW	2LT	2LC
Year (Y)	1	0.07	14.00	2.00*	14.15**	0.02**	60.25	0.15	62.50	8.04**	1.07*	0.02**	144.15*
Crop (C)	3	1.12**	20.81**	6.22**	14.98**	0.02**	593.11**	0.60**	13.20	10.61**	1.23**	0.02**	872.42**
Lines (L)	2	0.29**	28.37**	50.77**	75.85**	0.004**	1110.10**	0.05	284.70**	58.04**	8.48**	0.01**	240.17**
Y×C	3	0.18*	60.97**	3.75**	12.81**	0.009**	731.36**	0.17**	546.44**	8.63**	1.10**	0.02**	1169.59**
Y×L	2	0.14	6.74	21.97**	27.30**	0.008**	9.92	0.02	26.43	14.12**	3.16**	0.009**	25.84
C×L	6	0.24**	50.69**	19.47**	23.53**	0.01**	111.18**	0.75**	265.61**	17.82**	2.26**	0.01**	187.68**
Y×L×C	6	0.18**	10.21*	5.67**	7.70**	0.006**	277.46**	0.36**	76.86**	7.92**	1.60**	0.009**	493.26**
Error	336	0.05	3.90	0.50	0.08	0.0003	29.14	0.04	16.32	0.93	0.19	0.0004	36.14

: 1ID : First internode diameter, 1IL : First internode length , 1LL : First leaf length, 1LW : First leaf width, 1LT : First leaf thickness , 1LC : First leaf chlorophyll content, 2ID : Second internode diameter, 2IL : Second internode length, 2LL : Second leaf length, 2LW : Second leaf width, 2LT : Second leaf thickness, 2LC : Second leaf chlorophyll content.

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

Table 25. Significant tests of differences between years in agronomic characters of young tea shoots in wild type of tea.

Year	1ID [#] mm	1IL mm	1LL cm	1LW cm	1LT mm	1LC	2ID mm	2IL mm	2LL cm	2LW cm	2LT mm	2LC
2005	1.10	5.12	4.43 ^{a*}	1.64 ^a	0.13 ^b	24.54	1.47	12.28	5.55 ^b	2.11 ^b	0.16 ^b	32.27 ^b
2006	1.13	4.72	4.28 ^b	1.52 ^b	0.15 ^a	23.72	1.43	11.45	5.85 ^a	2.22 ^a	0.17 ^a	33.54 ^a
LSD _{0.05}	ns	ns	0.15	0.06	0.004	ns	ns	ns	0.20	0.09	0.004	1.25

: 1ID : First internode diameter, 1IL : First internode length , 1LL : First leaf length, 1LW : First leaf width, 1LT : First leaf thickness , 1LC : First leaf chlorophyll content, 2ID : Second internode diameter, 2IL : Second internode length, 2LL : Second leaf length, 2LW : Second leaf width, 2LT : Second leaf thickness, 2LC : Second leaf chlorophyll content.

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

Table 26. Significant tests of differences among crops in agronomic characters of young tea shoots in wild type of tea.

Crop	1ID [#] mm	1IL mm	1LL cm	1LW cm	1LT mm	1LC	2ID mm	2IL mm	2LL cm	2LW cm	2LT mm	2LC
Spring	1.14 ^{b*}	5.09 ^{ab}	4.40 ^b	1.69 ^a	0.16 ^a	26.46 ^a	1.45 ^b	11.41	5.48 ^b	2.24 ^{ab}	0.19 ^a	36.26 ^a
Summer	1.02 ^c	4.30 ^c	4.24 ^{bc}	1.47 ^b	0.13 ^b	20.51 ^c	1.37 ^c	12.34	5.90 ^a	2.12 ^{bc}	0.16 ^b	28.75 ^c
Fall	1.04 ^c	4.84 ^{bc}	4.70 ^a	1.66 ^a	0.13 ^b	25.23 ^{ab}	1.41 ^{bc}	11.90	6.07 ^a	2.28 ^a	0.16 ^b	32.93 ^b
Winter	1.26 ^a	5.44 ^a	4.09 ^c	1.48 ^b	0.13 ^b	24.30 ^b	1.56 ^a	11.81	5.35 ^b	2.03 ^c	0.15 ^c	33.67 ^b
LSD _{0.05}	0.07	0.58	0.21	0.08	0.005	1.58	0.06	ns	0.28	0.13	0.006	1.76

: 1ID : First internode diameter, 1IL : First internode length , 1LL : First leaf length, 1LW : First leaf width, 1LT : First leaf thickness , 1LC : First leaf chlorophyll content, 2ID : Second internode diameter, 2IL : Second internode length, 2LL : Second leaf length, 2LW : Second leaf width, 2LT : Second leaf thickness, 2LC : Second leaf chlorophyll content.

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

Table 27. Significant tests of differences among lines in agronomic characters of young tea shoots in wild type of tea.

Lines	1ID [#] mm	1IL mm	1LL cm	1LW cm	1LT mm	1LC	2ID mm	2IL mm	2LL cm	2LW cm	2LT mm	2LC
Lung tou wild tea	1.17 ^a	4.86 ^b	4.35 ^b	1.67 ^a	0.14 ^a	23.97 ^b	1.45	12.12 ^b	5.67 ^b	2.20 ^b	0.17 ^a	31.85 ^b
Chyh ya wild tea	1.09 ^b	5.43 ^a	3.71 ^c	1.32 ^b	0.14 ^a	21.17 ^c	1.43	13.27 ^a	5.01 ^c	1.89 ^c	0.17 ^a	32.34 ^b
Maiwuan wild tea	1.09 ^b	4.47 ^b	5.01 ^a	1.74 ^a	0.13 ^b	27.25 ^a	1.47	10.22 ^c	6.41 ^a	2.41 ^a	0.15 ^b	34.51 ^a
LSD _{0.05}	0.06	0.50	0.18	0.07	0.005	1.37	ns	1.03	0.24	0.11	0.005	1.53

: 1ID : First internode diameter, 1IL : First internode length , 1LL : First leaf length, 1LW : First leaf width, 1LT : First leaf thickness , 1LC : First leaf chlorophyll content, 2ID : Second internode diameter, 2IL : Second internode length, 2LL : Second leaf length, 2LW : Second leaf width, 2LT : Second leaf thickness, 2LC : Second leaf chlorophyll content.

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

Table 28. ANOVA of individual catechins and caffeine in wild type of tea in different years, crops and lines.

SOV	DF	MS					
		Caffeine	EGC [#]	C	EGCG	EC	ECG
Year (Y)	1	49.11**	2391.61**	175.76*	727.70**	12.56*	44.13**
Crop (C)	3	79.83**	158.13**	295.31**	1161.13**	1.99	12.52*
Lines (L)	1	0.21**	478.82**	17.79**	3.23	3.63	0.01
Y×C	3	37.82**	1001.77**	184.42**	1465.07**	18.57**	48.86**
Y×L	1	0.66	36.93**	190.28**	19.29**	15.26*	0.70
C×L	3	16.30*	127.39**	15.39**	52.82*	2.39	10.41**
Y×L×C	3	15.29*	70.28**	125.73**	43.38*	7.40*	11.14**
Error	8	3.34	3.26	0.49	1.05	1.48	0.35

[#]EGC : (—) - Epigallocatechin 、 C : (+) - Catechin 、 EGCG : (—) - Epigallocatechin gallate 、 EC : (—) - Epicatechin and ECG : (—) - Epicatechin gallate.

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

Table 29. Significant tests of differences of individual catechins and caffeine of young tea shoots between years in wild type of tea.

Years	Polyphenolic compounds (mg /g)					
	Caffeine	EGC [#]	C	EGCG	EC	ECG
2005	29.98 ^{a*}	29.72 ^a	9.52 ^a	36.89 ^a	5.63 ^a	6.23 ^a
2006	26.94 ^b	8.54 ^b	3.77 ^b	25.21 ^b	4.10 ^b	3.36 ^b
LSD _{0.05}	1.82	1.80	0.70	1.02	1.22	0.59

[#]EGC : (—) - Epigallocatechin 、 C : (+) - Catechin 、 EGCG : (—) - Epigallocatechin gallate 、 EC : (—) - Epicatechin and ECG : (—) - Epicatechin gallate.

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

Table 30. Significant tests of differences of individual catechins and caffeine of young tea shoots among crops in wild type of tea.

Crops	Polyphenolic compounds (mg /g)					
	Caffeine	EGC [#]	C	EGCG	EC	ECG
Spring	28.90 ^{b*}	16.71 ^b	1.79 ^c	39.03 ^a	4.96	4.24 ^b
Summer	32.47 ^a	10.32 ^d	16.12 ^a	41.33 ^a	4.26	5.89 ^a
Fall	23.86 ^c	22.23 ^a	3.47 ^b	24.63 ^c	3.99	4.72 ^b
Winter	26.57 ^b	13.15 ^c	1.37 ^c	11.43 ^d	5.21	2.41 ^c
LSD _{0.05}	2.43	2.40	0.93	1.37	ns	0.79

[#]EGC : (—) - Epigallocatechin 、 C : (+) - Catechin 、 EGCG : (—) - Epigallocatechin gallate 、 EC : (—) - Epicatechin and ECG : (—) - Epicatechin gallate.

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

Table 31. Significant tests of differences of individual catechins and caffeine of young tea shoots among lines in wild type of tea.

Lines	Polyphenolic compounds (mg /g)					
	Caffeine	EGC [#]	C	EGCG	EC	ECG
Lung tou wild tea	28.05	11.13 ^{b*}	6.55 ^a	29.47	5.00	4.33
Derwhaser wild tea	27.86	20.07 ^a	4.83 ^b	28.74	4.22	4.30
LSD _{0.05}	ns	1.70	0.66	ns	ns	ns

[#]EGC : (—) - Epigallocatechin 、 C : (+) - Catechin 、 EGCG : (—) - Epigallocatechin gallate 、 EC : (—) - Epicatechin and ECG : (—) - Epicatechin gallate.

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

不同採摘時期則會對 Caffeine、GA、EGC、C、EGCG、EC 和 ECG 造成顯著之影響。至於不同野生山茶則會對 Caffeine、EGC 和 C 造成顯著之影響。

表 33 為 2006 年野生山茶茶樹茶芽與製成之包種茶個別兒茶素與咖啡因等成分之差異顯著性測驗。就 Caffeine 而言，以茶菁為最多，有 27.37 mg/g，而以包種茶之 10.39 mg/g 為較低，二者間有顯著差異；就 GA 而言，亦以茶菁為最多，有 1.56 mg/g，而以包種茶之 0.28 mg/g 為較低，二者間有顯著差異；就 EGC 而言，亦以茶菁為最多，有 6.98 mg/g，而以包種茶之 3.74 mg/g 為最低，二者間有顯著差異；就 C 而言，亦以茶菁為最多，有 4.20 mg/g，而以包種茶之 1.67 mg/g 為較低，二者間有顯著差異；就 EGCG 而言，亦以茶菁為最多，有 25.86 mg/g，而以包種茶之 4.35 mg/g 為較低，二者間有顯著差異；就 EC 而言，亦以茶菁為最多，有 4.23 mg/g，而以包種茶之 1.27 mg/g 為較低，二者間有顯著差異；就 ECG 而言，亦以茶菁為最多，有 3.42 mg/g，而以包種茶之 0.42 mg/g 為較低，二者間有顯著差異。

表 34 為 2006 年野生山茶茶樹在不同採摘時期個別兒茶素和咖啡因等成分之差異顯著性測驗。就 Caffeine 而言，以春季茶作為最多，有 22.39 mg/g，四個茶作季節間均有顯著差異，而以秋季茶作之 16.40 mg/g 為最低，四個茶作季節間均有顯著差異；就 GA 而言，以

春季茶作為最多，有 1.11 mg/g，其次為夏季茶作之 1.01 mg/g，接著為冬季茶作之 0.83 mg/g，惟三者間無顯著差異，而以秋季茶作之 0.71 mg/g 為最低，與春季和夏季茶作間有顯著差異；就 EGC 而言，以春季茶作為最多，有 8.36 mg/g，四個茶作季節間均有顯著差異，而以秋季茶作之 2.83 mg/g 為最低，四個茶作季節間均有顯著差異；就 C 而言，以夏季茶作為最多，有 4.89 mg/g，四個茶作季節間均有顯著差異，而以冬季茶作之 1.44 mg/g 為最低，四個茶作季節間均有顯著差異；就 EGCG 而言，亦以夏季茶作為最多，有 27.51 mg/g，與其餘三個茶作間有顯著差異，而以冬季茶作之 5.56 mg/g 為最低，與其餘三個茶作間有顯著差異；就 EC 而言，以春季茶作為最多，有 3.16 mg/g，其次是夏季茶作之 3.09 mg/g，接著是冬季茶作之 2.53 mg/g，惟三者間均無顯著差異，而以秋季茶作之 2.23 mg/g 為最低，且與春季和夏季茶作均有顯著差異；就 ECG 而言，以夏季茶作為最多，有 3.61 mg/g，與其餘三個茶作間有顯著差異，而以冬季茶作之 0.51 mg/g 為最低，四個茶作季節間均有顯著差異。

表 35 為 2006 年不同野生山茶個別兒茶素和咖啡因等成分之差異顯著性測驗。就 Caffeine 而言，以眉原山茶為最多，有 19.54 mg/g，其次為巔頭山茶之 18.77 mg/g，惟二者間無顯著差異，而以德化社山茶之 18.33 mg/g 為最低；就 EGC 而言，以德化社山茶為最多，有 6.58

mg/g，與其餘二個野生山茶間均有顯著差異，而以巔頭山茶之 4.53 mg/g 為最低，與德化社山茶間有顯著差異；就 C 而言，則以德化社山茶為最多，有 4.14 mg/g，三個野生山茶間均有顯著差異；而以巔頭山茶之 1.63 mg/g 為最低，三個野生山茶間均有顯著差異。

野生山茶茶樹茶菁農藝性狀與各種多元酚含量之相關性如表 36 所示，第一葉葉長與第一節間常呈顯著正相關；第一葉葉厚與第一節間莖寬、長和第一葉葉長、葉寬呈顯著正相關；第一葉葉綠素與第一葉葉長呈顯著正相關；第二節間莖寬與第一節間莖寬和第一葉葉長、葉寬呈顯著正相關；第二節間長與第一節間長和第一葉葉長、葉寬、葉厚呈顯著正相關；第二葉葉長與第一葉葉長、葉寬、葉厚呈顯著正相關；第二葉葉寬與第一葉葉寬、葉厚呈顯著正相關，但與第一葉葉綠素相對含量呈顯著負相關；第二葉葉厚與第一葉葉寬、葉厚和第二葉葉長呈顯著正相關；第二葉葉綠素相對含量與第一節間長和第一葉葉綠素相對含量呈顯著正相關，但與第二葉葉厚呈顯著負相關；Caffeine 與第二節間莖寬和第二葉葉綠素相對含量呈顯著正相關；EGC 與第一葉葉綠素相對含量呈顯著正相關，但與第二葉葉寬、葉厚呈顯著負相關；C 與第一葉葉寬和第二葉葉綠素相對含量呈顯著正相關；EGCG 與第二葉葉長和 EGC 呈顯著正相關，但與 Caffeine 呈顯著負相關；EC 與第一、二節間長，第二節間莖寬和 Caffeine 呈顯著負相

關，但與 EGC 和 EGCG 呈顯著正相關；ECG 與 EGC、EGCG 和 EC 呈顯著正相關；GA 與第一、二節間長，第二節間莖寬和 Caffeine 呈顯著負相關，但與 EGC、EGCG、EC 和 ECG 呈顯著正相關。

表 37 為野生山茶茶樹茶菁農藝性狀與包種茶多元酚含量之相關性，Caffeine 與第二節間莖寬呈顯著正相關；EGC 與第一節間長呈顯著負相關；C 與第一節間莖寬呈顯著正相關，但與第一節間長和第一、二葉葉綠素相對含量呈顯著負相關；EGCG 與第一節間莖寬和 C 呈顯著負相關，但與第一、二葉葉長、第二葉葉綠素相對含量和 Caffeine 呈顯著正相關；EC 與第二節間莖寬呈顯著負相關，但與第二葉葉長呈顯著正相關；ECG 與 EGCG 呈極顯著正相關；GA 與第一、二葉葉長、第一葉葉綠素相對含量、第二葉葉寬和 EC 呈顯著正相關。

Table 32. ANOVA of individual catechins, caffeine and gallate acid in wild type of tea in different crops and lines in 2006.

SOV	DF	MS						
		Caffeine	GA [#]	EGC	C	EGCG	EC	ECG
Tea shoot (S)	1	3460.79**	19.62**	126.20**	76.50**	5457.90**	104.84**	107.43**
Crop (C)	3	95.39*	0.38*	65.89**	25.84**	1400.11**	2.38*	26.38**
Lines (L)	2	6.03*	0.30	18.51**	25.32**	4.41	0.74	0.08
S×C	3	44.18	0.24	118.01**	40.42**	1305.22**	1.91	25.50**
S×L	2	0.48	0.19	195.22	6.86**	15.31**	0.25	0.16
C×L	6	10.31	0.56**	79.39**	8.72**	37.68**	0.59	1.39**
S×L×C	6	8.20	0.56**	68.81**	5.08**	30.70**	1.22	1.30**
Error	24	2.70	0.12	2.36	0.70	2.31	0.89	0.26

[#]GA : Gallate acid 、EGC : (-) - Epigallocatechin 、C : (+) - Catechin 、EGCG : (-) - Epigallocatechin gallate 、EC : (-) - Epicatechin and ECG : (-) - Epicatechin gallate.

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

Table 33. Significant tests of differences of individual catechins, caffeine and gallate acid between young tea shoot and Paochung tea in wild type of tea in 2006.

	Polyphenolic compounds (mg /g)						
	Caffeine	GA [#]	EGC	C	EGCG	EC	ECG
Young tea shoot	27.37 ^{a*}	1.56 ^a	6.98 ^a	4.20 ^a	25.86 ^a	4.23 ^a	3.42 ^a
Paochung tea	10.39 ^b	0.28 ^b	3.74 ^b	1.67 ^b	4.53 ^b	1.27 ^b	0.42 ^b
LSD _{0.05}	0.98	0.21	0.41	0.50	0.91	0.56	0.31

[#]GA : Gallate acid 、EGC : (—) - Epigallocatechin 、C : (+) - Catechin 、EGCG : (—) - Epigallocatechin gallate 、EC : (—) - Epicatechin and ECG : (—) - Epicatechin gallate.

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

Table 34. Significant tests of differences of individual catechins, caffeine and gallate acid among crops in wild type of tea in 2006.

Crops	Polyphenolic compounds (mg /g)						
	Caffeine	GA [#]	EGC	C	EGCG	EC	ECG
Spring	22.39 ^{a*}	1.11 ^a	8.36 ^a	2.33 ^c	21.00 ^b	3.16 ^a	2.71 ^b
Summer	19.93 ^b	1.01 ^a	5.82 ^b	4.89 ^a	27.51 ^a	3.09 ^a	3.61 ^a
Fall	16.40 ^c	0.71 ^b	2.83 ^d	3.09 ^b	6.72 ^c	2.23 ^b	0.85 ^c
Winter	16.81 ^c	0.83 ^{ab}	4.43 ^c	1.44 ^d	5.56 ^c	2.53 ^{ab}	0.51 ^c
LSD _{0.05}	1.38	0.29	1.30	0.70	1.28	0.80	0.43

[#]GA : Gallate acid 、EGC : (—) - Epigallocatechin 、C : (+) - Catechin 、EGCG : (—) - Epigallocatechin gallate 、EC : (—) - Epicatechin and ECG : (—) - Epicatechin gallate.

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

Table 35. Significant tests of differences of individual catechins, caffeine and gallate acid among lines in wild type of tea in 2006.

	Polyphenolic compounds (mg /g)						
	Caffeine	GA [#]	EGC	C	EGCG	EC	ECG
Lung tou wild tea	18.77 ^{ab*}	0.83	4.53 ^b	1.63 ^c	15.30	2.50	1.84
Derwhaser wild tea	18.33 ^b	0.85	6.58 ^a	4.14 ^a	14.63	2.87	1.94
Maiwuan wild tea	19.54 ^a	1.07	4.97 ^b	3.04 ^b	15.66	2.88	1.98
LSD _{0.05}	1.20	ns	1.12	0.61	ns	ns	ns

[#]GA : Gallate acid 、EGC : (—) - Epigallocatechin 、C : (+) - Catechin 、EGCG : (—) - Epigallocatechin gallate 、EC : (—) - Epicatechin and ECG : (—) - Epicatechin gallate.

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

Table 36. Significant tests of simple correlation coefficients among agronomic characters, individual catechins, caffeine and gallate acid of young tea shoot in wild type of tea.

Character	1ID	1IL	1LL	1LW	1LT	1LC	2ID	2IL	2LL	2LW	2LT	2LC	Caffeine	EGC	C	EGCG	EC	ECG
1ID [#]																		
1IL	0.13																	
1LL	-0.13	0.30*																
1LW	0.17	0.22	0.19															
1LT	0.26*	0.33*	0.36**	0.76**														
1LC	-0.09	0.16	0.30*	-0.16	-0.02													
2ID	0.53**	0.24	0.28*	0.12	0.30*	-0.05												
2IL	0.12	0.77**	0.30*	0.29*	0.31*	0.10	0.26											
2LL	-0.05	0.14	0.88**	0.29*	0.45**	0.10	0.22	0.18										
2LW	0.18	0.14	0.05	0.82**	0.55**	-0.34**	0.01	0.22	0.21									
2LT	0.25	0.18	0.26	0.48**	0.72**	-0.25	0.25	0.14	0.39**	0.66								
2LC	-0.03	0.33*	0.18	-0.03	-0.06	0.83**	0.06	0.26	0.01	-0.18	-0.28*							
Caffeine	0.24	0.12	0.21	-0.17	-0.05	0.14	0.75**	0.12	0.10	-0.24	-0.08	0.31*						
EGC	0.21	-0.13	-0.07	-0.23	-0.15	0.34*	-0.11	-0.09	-0.12	-0.31*	-0.28*	0.21	-0.03					
C	0.10	0.04	-0.06	0.28*	0.02	0.20	0.09	0.13	-0.12	0.12	-0.24	0.27*	0.07	0.07				
EGCG	0.09	-0.16	0.26	0.01	0.08	-0.06	-0.25	-0.04	0.43**	0.16	0.18	-0.22	-0.36**	0.44**	-0.21			
EC	-0.08	-0.39**	-0.15	-0.09	-0.12	0.12	-0.53**	-0.34*	-0.01	-0.12	-0.24	-0.04	-0.42**	0.66**	-0.01	0.61**		
ECG	0.17	-0.15	-0.14	0.02	-0.06	0.01	-0.22	-0.02	-0.05	0.09	-0.03	-0.04	-0.26	0.47**	0.08	0.48**	0.56**	
GA	-0.15	-0.40**	-0.13	-0.14	-0.14	0.15	-0.55**	-0.34*	0.00	-0.14	-0.21	-0.03	-0.38**	0.66**	-0.03	0.62**	0.97**	0.53**

: 1ID : First internode diameter, 1IL : First internode length 1LL : First leaf length, 1LW : First leaf width, 1LT : First leaf thickness, 1LC : First leaf chlorophyll content, 2ID : Second internode diameter, 2IL : Second internode length, 2LL : Second leaf length, 2LW : Second leaf width, 2LT : Second leaf thickness, 2LC : Second leaf chlorophyll content, EGC : (-) - Epigallocatechin, C : (+) - Catechin, EGCG : (-) - Epigallocatechin gallate, EC : (-) - Epicatechin, ECG : (-) - Epicatechin gallate, GA : Gallate acid.

*and** : Significant at 5% and 1% level (n=56)

Table 37. Significant tests of simple correlation coefficients among agronomic characters (young tea shoot) , individual catechins, caffeine and gallate acid of Paochung tea in wild type of tea.

Character	1ID	1IL	1LL	1LW	1LT	1LC	2ID	2IL	2LL	2LW	2LT	2LC	Caffeine	EGC	C	EGCG	EC	ECG
Caffeine	-0.28	0.20	0.11	0.01	-0.11	0.05	0.81**	0.35	-0.06	-0.03	-0.14	0.20						
EGC	0.19	-0.43*	-0.39	-0.27	-0.13	-0.04	-0.17	-0.40	-0.33	-0.20	0.02	-0.22	0.00					
C	0.42*	-0.43*	-0.29	-0.06	0.04	-0.54**	-0.16	-0.37	-0.13	0.20	0.33	-0.57**	-0.34	0.21				
EGCG	-0.46*	0.25	0.52**	0.22	-0.14	0.38	0.20	0.40	0.42*	0.16	-0.28	0.42*	0.44*	-0.21	-0.70**			
EC	-0.22	-0.24	0.39	0.18	-0.11	0.38	-0.42*	-0.34	0.41*	0.35	0.03	0.18	-0.26	0.11	-0.04	0.31		
ECG	-0.17	0.04	0.10	0.10	-0.18	0.09	-0.14	0.21	0.08	0.14	-0.18	0.15	0.02	0.16	-0.12	0.54**	0.13	
GA	-0.26	-0.02	0.55**	0.37	0.07	0.43*	-0.24	-0.10	0.47*	0.41*	0.12	0.27	-0.22	-0.12	-0.04	0.33	0.89**	0.08

: ,1ID : First internode diameter, 1IL : First internode length 1LL : First leaf length,1LW : First leaf width,1LT : First leaf thickness , 1LC : First leaf chlorophyll content, 2ID : Second internode diameter, 2IL : Second internode length, 2LL : Second leaf length, 2LW : Second leaf width, 2LT : Second leaf thickness, 2LC : Second leaf chlorophyll content, EGC : (-) - Epigallocatechin, C : (+) - Catechin, EGCG : (-) - Epigallocatechin gallate, EC : (-) - Epicatechin, ECG : (-) - Epicatechin gallate, GA : Gallate acid.

*and** : Significant at 5% and 1% level (n=24)

伍、討 論

Chiu and Lin (2005) 指出茶葉中之多酚類會受到製茶過程的影響，特別是其中的兒茶素所受影響甚大，故本研究乃欲探討台灣著名的紅茶、包種茶在不同製程時兒茶素含量的變化情形。此外，由於台茶 8 號和台茶 18 號皆為製造紅茶之優良品種（蔡等，2004），故本試驗乃選擇此二品種做為試驗材料。由結果得知，紅茶在最後乾燥製程中，所測得的 Caffeine、GA、EGC、EGCG 和 EC 含量分別為 28.99 mg/g、3.32 mg/g、18.62 mg/g、10.10 mg/g 和 4.01 mg/g（表 5），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 160.03 mg/g、18.3 mg/g、1.9 mg/g、3.00 mg/g 和 0.4 mg/g，與本試驗結果不一致，此可能因他們所使用的茶品種為台茶 12 號，係適於製做包種茶，而本試驗所用之材料則為台茶 8 號及台茶 18 號不同所致。

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）也指出適製紅茶的品種，EGC 和 EGCG 的含量均甚高，此與本試驗紅茶之結果 $EGC > EGCG > EC > ECG > C$ 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，除了加工過程會影響成茶最終化學成分之含量外，茶樹品種、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）。

中林等（1988）指出紅茶之總兒茶素會隨著發酵時間的增加而下降。而本試驗紅茶之總兒茶素含量，於發酵製程前皆呈下降之趨勢，但至乾燥製程時，則又升至最高，達 40.57 mg/g（圖 2）。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。就本試驗不同品種之紅茶比較，台茶 18 號在整個製程之總兒茶素含量比台茶 8 號高（圖 2），而蔡等（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及氣候環境不同，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 5.2 mg/g，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）指出英國市售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）研究指出以台茶 8 號、野生山茶之紅茶，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及品種不同所致。

青心烏龍是台灣栽培面積最大的品種，粗估至少有一萬公頃以上。其成茶香味不僅優雅、溫順醇和，且甘甜滑潤，故青心烏龍是台灣歷久不衰且最受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，以其具特殊奶香著稱（蔡等，2004），而且能抵抗病蟲害的侵害，茶芽產量高，含有適當的多元酚（Lin *et al.*, 1998）。就本試驗包種茶之 Caffeine 而言，以第一次攪拌製程為最高，有 24.06 mg/g，其次為新鮮茶芽之 23.68mg/g，惟二者之間無顯著差異；而以乾燥製程之 19.22 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（表 8）。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。由本試驗結果得知，包種茶在最後乾燥製程中，所測得的 Caffeine、GA、EGC、EGCG、EC 和 ECG 含量分別為 19.22 mg/g、0.23mg/g、43.27 mg/g、14.95 mg/g、5.86 mg/g 和 1.64 mg/g（表 8）。然而 Lin *et al.*（1998）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 77.2 mg/g、4.2 mg/g、5.9 mg/g、

50.8 mg/g、4.5 mg/g 和 8.2 mg/g，與本試驗之結果不同，此亦可能因為生長地區不同所致。

就本試驗之包種茶的主要兒茶素成分而言， $EGC > EGCG > EC > ECG > C$ （表 9）。Khokhar and Magnusdottir（2002）指出英國市售日本綠茶之主要兒茶素含量亦為 $EGC > EGCG > EC > ECG > C$ ，與本試驗之結果相同；甘（1984）也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，此可能因所使用茶品種及種植地區之不同所致。

本試驗包種茶之總兒茶素含量，於發酵製程前皆是下降之趨勢，但於發酵製程後皆有顯著增加之趨勢（圖 3）。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，但炒菁後就回升，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 70.00 mg/g，與本試驗之台茶 12 號總兒茶素含量 67.95 mg/g 結果相

似，Khokhar and Magnúsdóttir (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，其原因能為萃取方法及使用品種不同所致。本試驗之台茶 12 號與青心烏龍相似，從茶芽至發酵製程，總兒茶素之含量亦為最低，但至炒菁製程，總兒茶素含量亦急遽上升，至乾燥製程時總兒茶素平均含量亦達最高，有 67.95 mg/g (圖 3)。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)。

本試驗大葉種茶樹之茶菁第一、二節間莖寬以冬季茶菁為最寬，第一葉葉長、葉寬、葉厚和第二葉葉厚、葉綠素相對含量以春季茶菁為最長，第一葉葉綠素相對含量則以秋季茶菁為最多，第二節間長和第二葉葉長以夏季茶菁為最大 (表 12)。吳等 (2007) 指出以 33 個大葉種茶樹為試驗材料，第一、二節間莖寬，第一、二葉葉長、葉寬、葉厚和第一、二葉葉綠素相對含量皆以春季茶菁為最大，與本試驗結果不一，可能是採用之品種不同所致。

本試驗大葉種茶樹之茶菁在夏季採摘之 C、EC 和 ECG 含量為最高 (表 16)；野生山茶茶菁亦在夏季採摘之 C、EGCG 和 ECG 含

量為最高（表 30）。鄭（1995a）指出多元酚及兒茶素皆以夏茶比春茶多；Lin *et al.*（1996）以 10 個品種為試驗材料，所測得的多元酚及總兒茶素含量亦以夏季茶菁高於春季茶菁，與本試驗結果相似；陳和蔡（1992）指出茶樹兒茶素類含量隨著溫度下降而降低；蔡等（1990）亦指出夏季氣溫高，代謝旺盛，兒茶素類與咖啡因含量相對提高，致使夏茶品質滋味苦澀；吳（1964）及邱（1990）指出台灣夏季氣溫高日照強，兒茶素含量高，苦澀味重，所製包種茶品質較差；故本試驗大葉種和野生山茶之夏季茶菁不適製成包種茶。然而 Chiu and Lin（2005）指出以青心烏龍茶菁為試驗材料，進行 HPLC 分析，EGCG 含量是以秋、冬季茶菁比春夏季茶菁多，與本試驗結果不同，可能是品種不同所致。由本試驗結果得知，大葉種茶菁之 Caffeine、EGC、C、EGCG、EC 和 ECG 含量分別為 25.48 mg/g、9.22 mg/g、3.91 mg/g、37.90 mg/g、4.63 mg/g 和 6.70 mg/g（表 19）；野生山茶茶菁之 Caffeine、EGC、C、EGCG、EC 和 ECG 含量分別為 27.37 mg/g、6.98 mg/g、4.20 mg/g、25.86 mg/g、4.23 mg/g 和 3.42 mg/g（表 33）。然而 Lin *et al.*（2003）以台茶 8 號、台茶 12 號和野生山茶之新鮮茶芽，使用 75%酒精萃取，進行多元酚分析，所得之 Caffeine、EGC、C、EGCG、EC 和 ECG 平均含量分別為 30.52 mg/g、17.93 mg/g、0.83 mg/g、13.24 mg/g、0.56 mg/g 和 4.14 mg/g，與本試驗結果不同，可

能是品種及萃取方法不同所致。

本試驗大葉種茶樹之茶菁製成包種茶之 Caffeine、GA、EGC、C、EGCG、EC 和 ECG 含量分別為 9.52 mg/g、0.33 mg/g、3.15 mg/g、1.75 mg/g、10.69 mg/g、1.60 mg/g 和 1.29 mg/g (表 19)；野生山茶茶菁製成包種茶之 Caffeine、GA、EGC、C、EGCG、EC 和 ECG 含量分別為 10.39 mg/g、0.28 mg/g、3.74 mg/g、1.67 mg/g、4.53 mg/g、1.27 mg/g 和 0.42 mg/g (表 33)。然而 Lin *et al.* (1998) 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 77.2 mg/g、4.2 mg/g、5.9 mg/g、50.8 mg/g、4.5 mg/g 和 8.2 mg/g，與本試驗之結果不同，此亦可能因為品種及地區不同所致。本試驗大葉種茶樹製成之茶菁個別兒茶素和咖啡因等成分之差異以 Caffeine、GA、EGC、C、EGCG、EC 和 ECG 之含量比包種茶還高 (表 19)；野生山茶茶樹茶芽與製成之茶菁則以 Caffeine、GA、EGC、C、EGCG、EC 和 ECG 之含量比包種茶還高 (表 33)。Lin *et al.* (2003) 指出 Caffeine 含量以紅茶 > 烏龍茶 > 綠茶 > 茶菁，而 EGCG 含量以綠茶 > 烏龍茶 > 茶菁 > 紅茶；Chen *et al.* (2003) 亦指出市售烏龍茶比台茶 12 號茶菁之兒茶素含量還高。然而吳等 (2007) 指出 33 個大葉種之綠茶 EGCG 比茶菁含量高，而 Caffeine 則茶菁比綠茶含量多，與本試驗結果不同，可能是品種、環

境及製茶過程不同所致。

本試驗大葉種茶樹之 C、EGCG 和 ECG 皆以夏茶含量最高，而 Caffeine 則以春茶含量最高（表 20）；野生山茶茶樹之 C、EGCG、EC 和 ECG 皆以夏茶含量最高，而 Caffeine 亦以春茶含量最高（表 34）。然而黃等（2003）報告指出以青心烏龍、青心大有、硬枝紅心和大葉烏龍製成精製茶，其兒茶素以冬茶和夏茶含量最高，而 Caffeine 則以春茶含量最高；吳等（2007）指出 33 個大葉種之 EC 和 ECG 以冬茶最大，EGCG 則以春茶最大，C 以夏茶最大，EGC 以秋茶最大，與本試驗結果不同，可能是品種、環境及製茶過程不同所致。

由本試驗結果得知，大葉種在不同年度會對第一、二葉葉長，第一葉葉寬、葉厚，第一、二葉葉綠素相對含量和第二節間長造成顯著之影響。而不同採摘時期亦會對第一、二節間莖寬，第一、二葉葉長，第一葉葉寬，第一、二葉葉厚，第一、二葉葉綠素相對含量和第二節間莖寬造成顯著之影響。不同品種（系）亦會對第一、二節間莖寬，第一、二節間長，第一、二葉葉長，第一葉葉寬，第一、二葉葉厚和第一、二葉葉綠素相對含量造成顯著之影響（表 14）。野生山茶茶樹在不同年度則會對第一、二葉葉長，第一葉葉寬，第一、二葉葉厚和第二葉葉綠素相對含量造成顯著之影響。而不同採摘時期亦會對第一、二節間莖寬，第一節間長，第一、二葉葉長，第一葉葉寬，第一、

二葉葉厚和第一、二葉葉綠素相對含量造成顯著之影響。不同野生山茶亦會對第一節間莖寬，第一、二節間長，第一、二葉葉長，第一葉葉寬，第一、二葉葉厚和第一、二葉葉綠素相對含量造成顯著之影響（表 24）。鄭（1995b）指出季節間不論年度，第一、二節間徑或節間長及第二、三葉性狀均有極顯著差異，而且季節與品種芽葉大部分性狀也有顯著或極顯著交感，此與本試驗結果相似。

大葉種和野生山茶茶樹之葉長與葉寬均呈正相關，葉片愈長，寬度亦愈寬（表 22 和表 36）。馮（1988）及馮和沈（1990）指出茶樹品種葉長者，普通葉亦寬，與本試驗之結果相似。本試驗中大葉種茶樹之茶菁，第一葉葉長與第一節間莖寬呈顯著正相關；第一葉葉寬與第一節間長和第一葉葉長均呈顯著正相關；第一葉葉厚與第一節間莖寬，第一節間長和第一葉葉寬均呈顯著正相關；第二節間莖寬與第一葉葉長呈顯著正相關；第二節間長與第一節間長呈顯著正相關；第二葉葉長與第一、二節間長和第一葉葉長、葉寬均呈顯著正相關；第二葉葉寬與第一節間長，第一、二葉葉長，第一葉葉寬和第一葉葉厚均呈極顯著正相關；第二葉葉厚與第一節間長，第一、二葉葉寬，第一葉葉厚和第二節間莖寬均呈極顯著正相關；第二葉葉綠素相對含量與第一葉葉綠素相對含量和第二節間莖寬呈顯著正相關（表 22）。吳等（2007）以 33 個大葉種茶菁為試驗材料，發現第一葉葉長與第一節

間莖寬；第一葉葉寬與第一節間長和第一葉葉長；第一葉葉厚與第一節間莖寬、第一節間長和第一葉葉寬；第二節間莖寬與第一葉葉長；第二節間長與第一節間長；第二葉葉長與第二節間長和第一葉葉長、葉寬均；第二葉葉厚與第一節間長，第一、二葉葉寬，第一葉葉厚和第二節間莖寬；第二葉葉綠素相對含量與第一葉葉綠素相對含量和第二節間莖寬均呈顯著正相關，與本試驗結果相似。大葉種茶樹之茶菁，C 與第一、二葉葉長和第二葉葉寬呈顯著負相關；EGCG 與第一節間長和第一葉葉厚呈顯著負相關，EC 與第一節間長，第一、二葉葉綠素和第一節間莖寬均呈顯著負相關；GA 與第一節間長呈顯著負相關（表 22）。山茶種茶樹之茶菁，Caffeine 與第二節間莖寬和第二葉葉綠素相對含量呈顯著正相關；EGC 與第二葉葉厚呈顯著負相關；C 與第一葉葉寬呈顯著正相關；EGCG 與第二葉葉長呈顯著正相關；EC 與第一、二節間長和第二節間莖寬呈顯著負相關，GA 與第一、二節間長和第二節間莖寬呈顯著負相關（表 36）。馮和沈（1990）指出紅茶之多元酚與葉長和葉寬呈顯著正相關，但與葉厚、節間長和節間徑呈顯著負相關，與本試驗之結果相似，故野生山茶茶樹亦適合製成紅茶。大葉種茶樹茶菁農藝性狀與製成之包種茶之 EGC 與第一、二葉葉長；C 與第一葉葉寬；EGCG 與第一葉葉長，第二葉葉寬；ECG 與第一葉葉長，第一、二葉葉寬，第一、二葉葉厚均呈顯著負相關（表

23)。吳等 (2007) 指出大葉種茶樹茶菁農藝性狀與製成之綠茶多元酚含量之 EC 與第一葉葉長呈顯著正相關；ECG 與第一、二節間徑寬和 EC 呈顯著正相關；EGCG 與第一節間徑寬和第一、二葉葉長均呈顯著正相關；C 與 ECG 呈顯著負相關；EGC 與 C 呈顯著負相關，另與 ECG 和 EGCG 呈顯著正相關，與本試驗結果不同，可能是使用之品種及製茶過程不同所致。野生山茶茶樹製成包種茶之 Caffeine 與第二節間長呈顯著正相關；C 與第一節間長呈顯著正相關；EGCG 與第一、二葉葉長，第二葉葉綠素相對含量呈顯著正相關；EC 與第二葉葉長呈顯著正相關；GA 與第一、二葉葉長，第一葉葉綠素相對含量，第二葉葉寬和 EC 呈顯著正相關 (表 37)。而馮 (1988) 以 21 個小葉種和 9 個大葉種茶樹為試驗材料，發現烏龍茶多元酚與葉長、葉寬、節間長和節間徑呈正相關，包種茶多元酚與葉長、葉寬、葉厚、節間長和節間徑呈正相關；但馮和沈 (1990) 以 20 個小葉種和 10 個大葉種為試驗材料，所得結果卻與本試驗大葉種之結果不一，此可能是使用之品種不同所致；但卻與本試驗野生山茶之結果相似。大葉種茶樹之茶菁 Caffeine 與第一、二葉葉綠素相對含量和 second 節間莖寬呈顯著正相關；EC 與第一、二葉葉綠素呈顯著負相關 (表 22)；野生山茶茶樹之茶菁 Caffeine 與第二葉綠素相對含量，EGC 與第一葉葉綠素相對含量，C 與第二葉葉綠素相對含量均呈顯著正相關 (表 36)。鄭

(1999) 指出不同茶樹品種葉片綠色之深淺影響葉綠素含量的高低，不論葉綠素 a、b 或總量均以深綠色系品種有較高的含量，而且隨葉片漸淺而下降。不同綠色系 31 個品種（系）之葉綠素含量與化學成分之相關分析結果顯示，不論葉綠素 a、b 或總量，均與兒茶素及咖啡因含量呈顯著負相關。此與本試驗結果不一，可能係使用之品種不同所致。



陸、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。
- 甘俊二、莊光明。1997。台灣茶葉的分類與製造法。出自“台灣茶葉起源與特色”，pp.4-16。台北：財團法人台北市七星農田水利研究發展基金會。
- 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。
- 李淑美、陳右人。2001。溫度對茶樹芽葉生育之影響。臺灣茶業研究彙報 20：175-184。
- 吳振鐸。1964。茶葉品質鑑定評點與茶湯中總多元酚及花青素含量之相關研究。中華農學會報（新） 46：19-27。
- 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。1985。台灣茶葉的分類。臺灣茶業研究彙報 4：155-158。
- 吳振鐸、林漢成。1962。茶菁採摘老嫩對於製茶品質之影響試驗。出自“農試所平鎮茶分所 50 年年報”，pp.8。桃園：平鎮茶業試驗所。

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、馮鑑淮。1979。茶樹留葉多寡對萌芽特性與生葉收量之影響。

出自“茶業改良場 67 年年報” pp.32-33。桃園：台灣省茶業改良場。

吳國豪、古國隆、邱垂豐、劉景平。2007。大葉種茶樹採摘時期對芽

葉性狀及個別兒茶素含量之影響。作物、環境與生物資訊 4(2)

161-172。

阮逸明。1995。台灣農家要覽，農作篇（一），茶。豐年社。台北。

台灣。pp.147-162。

阮逸明、李秀娟。1977。不同產季不同部位之茶葉咖啡因含量之分析。

出自“茶業改良場 65 年年報” pp.105-106。桃園：台灣省茶業改良場。

阮逸明、陳英玲。1998。茶葉中兒茶素類萃取及純化之研究。臺灣茶

業研究彙報 17：1-8。

林木連。2001。製茶技術。出自“茶業技術推廣手冊”，pp.1-31。桃

園：行政院農業委員會茶業改良場。

邱再發。1990。影響台灣半發酵茶生產與品質之因素。臺灣茶業研究

彙報 9：141-148。

- 陳國任、蔡文福。1992。缺水及不同溫度處理對茶樹芽葉主要化學成分及製茶品質之影響。臺灣茶業研究彙報 11：45-56。
- 馮鑑淮。1988。茶樹育種提早選種指標的研究 I 品種芽葉農藝性狀與產量及部份發酵茶品質的路徑分析。臺灣茶業研究彙報 7：79-90。
- 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、葉永廉、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。
- 廖慶樑。1999。製茶篇。出自“茶業技術推廣手冊”，pp.5-38。桃園：行政院農業委員會茶業改良場。
- 蔡永生。1983。不同品種與季節茶葉主要化學成份含量及其變異。出自“茶業改良場 72 年年報” pp.49-51。桃園：台灣省茶業改良場。
- 蔡永生、區少梅、張如華。1990。不同包種茶官能品質與化學組成之特徵與判別分析。臺灣茶業研究彙報 9：79-97。
- 蔡永生、劉士綸、王雪芳、區少梅。2004。台灣主要栽培茶樹品種兒茶素含量與抗氧化活性之比較。臺灣茶業研究彙報 23：115-132。

蔡俊明、陳右人。2001。採摘程度對茶菁收量與製造包種茶品質之影響。臺灣茶業研究彙報 20：1-12。

鄭混元。1995a。東南部茶區季節間氣候條件對茶樹芽葉生育及化學成分之影響。中華農業氣象 2 (2)：53-67。

鄭混元。1995b。東部茶區氣象條件對茶樹芽葉生育之影響。臺灣茶業研究彙報 14：47-64。

鄭混元。1999。葉色及葉綠素含量與綠茶品質之關係研究。臺灣茶業研究彙報 18：77-84。

盧英權。1994。作物學。初版。台北：國立編譯館。pp.671-726。

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。

Astill, C., M. R. Birch, C. Dacombe, P. G. Humphrey and P. T. Martin. 2001. Factors affecting the caffeine and polyphenol contents of black and green tea infusions. J. Agric. Food Chem. 49：5340-5347.

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.

Chen, C. N., C. M. Liang, J. R. Lai, Y. J. Tsai, J. S. Tsay and J. K. Lin. 2003. Capillary electrophoretic determination of theanine, caffeine, and catechins in fresh tea leaves and oolong tea and their effects on rat neurosphere adhesion and migration. J. Agric. Food Chem. 51：7495-7503.

- 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.
- Farhoosh, R., G. A. Golmovahhed and M. H. H. Khodaparast. 2007. Antioxidant activity of various extracts of old tea leaves and black tea wastes (*Camellia sinensis* L.) . *Food Chem.* 100 : 231-236.
- 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.
- Kim, E. S., Y. R. Liang, J. Jin, Q. F. Sun, J. L. Lu, Y. Y. Du and C. Lin. 2007. Impact of heating on chemical compositions of green tea liquor. *Food Chem.* 103 : 1263-1267.
- 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., I. M. Juan, Y. L. Chen, Y. C. Liang and J. K. Lin. 1996. Composition of polyphenols in fresh tea leaves and associations of their oxygen-radical-absorbing capacity with antiproliferative actions in fibroblast calls. *J. Agric. Food Chem.* 44 : 1387-1394.
- 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.
- Lin, Y. S., Y. J. Tsai, J. S. Tsay and J. K. Lin. 2003. Factors affecting the levels of tea polyphenols and caffeine in tea leaves. *J. Agric. Food Chem.* 51 : 1864-1873.
- Othieno, C. O. 1988. Summary of recommendations and observations from TRFK. *Tea* 9 (2) : 50-65.

- Sharma, V., A. Gulati and S. D. Ravindranath. 2005. Extractability of tea catechins as a function of manufacture procedure and temperature of infusion. *Food Chem.* 93 : 141-148.
- Squire, G. R. 1985. Ten years of tea physiology. *Tea* 6 : 43-48.
- Wang, H., G. J. Provan and K. Helliwell. 2003. HPLC determination of catechins in tea leaves and tea extracts using relative response factors. *Food Chem.* 81 : 307-312.
- Wang, H. F., Y. S. Tsai, M. L. Lin and A. S. Ou. 2006. Comparison of bioactive components in GABA tea and green tea produced in Taiwan. *Food Chem.* 96 : 648 - 653.
- Zuo, Y., H. Chen and Y. Deng. 2002. Simultaneous determination of catechins, caffeine and gallic acids in green, oolong, black and pu-erh teas using HPLC with a photodiode array detector. *Talanta* 57 : 307-316.