

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

不同製程處理對茶葉之化學成分、品質及機能性的影響之 研究 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型
計畫編號：NSC 99-2221-E-241-002-
執行期間：99年08月01日至100年07月31日
執行單位：弘光科技大學食品科技系(所)

計畫主持人：林聖敦

計畫參與人員：碩士班研究生-兼任助理人員：張秀銀
碩士班研究生-兼任助理人員：許清安
碩士班研究生-兼任助理人員：陳怡伶
碩士班研究生-兼任助理人員：蔡秀蘭

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

處理方式：本計畫涉及專利或其他智慧財產權，2年後可公開查詢

中華民國 100 年 10 月 21 日

摘要

本研究以南投縣名間鄉所生產的四季春茶菁為試驗材料，依不同製程處理製造綠茶、包種茶、烏龍茶及紅茶，然後使用傳統沖泡法製備茶湯樣品，亦即取茶樣 3.0 g 加入 150 ml 沸水，加蓋靜置 5 分鐘，濾出茶湯，分析四種茶湯之物化品質、抗氧化性、抗菌性及喜好性感官品質。結果顯示，茶湯之 pH 值及可溶性固形物與茶葉之發酵程度呈現負相關。包種茶及烏龍茶較明亮，綠茶湯較綠，紅茶湯較暗紅。紅茶含有較高量的茶黃質、茶黃質及高度聚合物。在所有茶湯均有檢測到果糖、葡萄糖及蔗糖，其中果糖含量最高。在游離胺基酸方面，茶胺酸佔總游離胺基酸含量的 50% 以上，以烏龍茶(2.010 mg/100 ml)及綠茶(1.927 mg/100 ml)之總游離胺基酸含量最高，紅茶最低(0.618 mg/100 ml)。咖啡因是所有茶湯之植物鹼的主要成分，四種茶湯之咖啡因含量(42.43-43.88 mg/100 ml)不具顯著差異。所有茶湯都檢測不到核甘酸。在抗氧化成分方面，在四種茶湯中都未檢測到 β -胡蘿蔔素及生育醇；茶湯之抗壞血酸、總酚及總兒茶素含量：綠茶(172.82 mg/100 ml) > 烏龍茶(160.22 mg/100 ml) \cong 包種茶(156.29 mg/100 ml) > 紅茶(70.54 mg/100 ml)，但茶湯之總兒茶素含量：烏龍茶 \cong 包種茶 > 綠茶 > 紅茶。在抗氧化特性方面，紅茶之清除 DPPH 自由基及還原力雖然低於綠茶、包種茶及烏龍茶，但其螯合亞鐵離子能力卻優於其它三種茶。在抗菌性方面，以綠茶抑制 *Staphylococcus aureus* 的效果最好。在喜好性感官品評方面，烏龍茶 > 包種茶 \cong 紅茶 > 綠茶。整體而言，對未來進一步應用及比較，本研究結果是有價值的。

關鍵字：綠茶、包種茶、烏龍茶、紅茶、抗氧化性、感官品評

Abstract

Tea infusions were prepared from green, pouching, oolong and black teas made from the fresh tea leaves of *Camellia sinensis* L. (cultivar Shy-Jih-Chun) using the conventional brewing procedure. A tea infusion sample was prepared by 5 grams of tea leaves, infused with 150 ml of boiled water for 5 minutes, and then filtered through tea strainer. Four kinds of tea infusions were analyzed the physico-chemical qualities, antioxidant activity, antimicrobial activity and consumer sensory evaluation. The decrease of pH and soluble solids of tea infusions was found when tea leaves passed the process of fermentation. The pouching and oolong tea infusion color was brighter than other teas. The green tea was the most greenish. Black tea infusion color was the darkest with red in color. The theaflavins, thearubigins and highly polymerized substances content of black tea infusion was highest. The soluble sugars found included fructose, glucose and sucrose. Fructose was found in the highest content in all tea infusions. The most abundant amino acid was theanine which is a unique amino acid. The total free amino acids contents of oolong tea (2.010 mg/100 ml) and green tea (1.927 mg/100 ml) infusions are higher than that of black tea infusion (0.618 mg/100 ml). The major purine alkaloid in different tea infusions is caffeine. Caffeine contents were similar (42.43-43.88 mg/100 ml). The nucleotides, β -carotene, and tocopherol of tea infusions were not detected. The total content of ascorbic acid, total phenol and total catechins of tea infusions: green tea (172.82 mg/100 ml) > oolong tea (160.22 mg/100 ml) \cong pouching tea (156.29 mg/100 ml) > black tea (70.54 mg/100 ml). For total catechins contents, the values were in the descending order: oolong tea \cong pouchong tea > green tea > black tea. With regard to antioxidant activity, reducing power and scavenging ability, the efficacies of black tea infusion was lowest, however, the order of efficacies in chelating ability was reversed. The antimicrobial activity exhibited that green tea infusion was the most effective against *Staphylococcus aureus*. From the hedonic scores for tea infusion, oolong tea > pouching tea \cong black tea > green tea. Overall, the results were valuable for further application and comparison.

Keywords: Green tea, Pouchong tea, Oolong tea, Black tea, antioxidant property, sensory evaluation.

前言

茶葉在中國的古代已被發現，且被先人用作藥品來治療或預防疾病，其與咖啡、可可廣受消費者喜愛，為世界三大無酒精性飲料。茶葉的種類及名稱，會因其品種、產地及加工方法的不同而不同，甚至茶葉生產者為吸引消費者的注意而巧立各種新奇名稱。一般茶葉的分類是依據茶葉中的多元酚化合物於製造過程中被酵素氧化的程度而分為不發酵茶(如綠茶)、部份發酵茶(如包種茶、烏龍茶)及全發酵茶(如紅茶)。茶葉是良好的天然保健飲料來源，依據很多的研究報告結果可知，茶葉含有多項機能性成分(如兒茶素、 γ -氨基丁酸、茶胺酸、茶黃質)，確實具有多種保健及預防疾病的功效，如抗氧化與延緩衰老、降低血脂及動脈硬化、預防高血壓、降血糖及預防糖尿病、預防齧齒、抗菌及抗病毒、防癌及抗細胞突變、預防肥胖、抗輻射及紫外線等(Ho 等, 1992; Bushman, 1998; Kao 等, 2000; Vison 等, 2004; Katiyar 等, 2000)。

茶葉是台灣的重要經濟作物，台灣各地茶農在行政院農委會茶業改良場的積極輔導下，都有能力製造具代表地方特色的茶葉。雖然國內外有關茶葉的研究報告很多，但很多研究所用的茶葉材料是購自當地市場，由於茶葉的化學成分會因茶樹品種、生長環境(如氣候、土質、地勢)、栽培管理(如施肥)、採摘條件(季節、部位及方法)、製程(如發酵程度)等因素的不同而不同(茶業改良場, 2001; Yamamoto等, 1997)。因此，若以購自市場之不同製程處理的茶葉進行成分、品質及機能性的分析與比較時，往往會因為不同茶樹品種或製程處理而得到不一致的研究成果。根據農糧署統計資料顯示，台灣地區茶葉從民國85-98年的種植面積、收穫面積及產量逐年減少，以2009年為例，台灣地區茶葉種植面積為15,322公頃，收穫面積為14,873公頃，年產量為16,780公噸，依茶葉產量主要分布於南投縣(66.61%)、嘉義縣(7.96%)、台北縣(5.48%)、苗栗縣(4.49%)、桃園縣(4.27%)及雲林縣(3.74%)等地區。台灣茶葉逐年減少的原因主要是因為茶葉的進口量逐年增加，從民國85-98年，台灣茶葉的進口量從7,365公噸增加至27,734公噸，而進口地區主要有越南、中國和斯里蘭卡等國家(行政院農委會農糧署98年農業統計年報)。

近年來，本研究室積極從事茶葉之相關研究，包括萃取方法、化學成分分析、抗致突變性、抗菌性、抗氧化性及在食品加工的應用等(Lee & Lin, 2008; Lin等, 2008; Lin等, 2010; Lin 等, 2011; Lu等, 2010; 林等, 2008; 曾等, 2008; 邱等, 2009)，並與茶農合作將研發成果應用在茶葉加工上，目前已有商品上市(林, 2007)。然而，目前台茶發展面臨最大的問題是大量低價進口茶葉對本土茶葉造成嚴重衝擊和排擠的問題，更造成台灣茶葉市場品牌混亂和市場失序的問題，目前國人每消費的三~四杯茶，其中至少二杯為外來茶。由於進口茶葉每年以15-20%成長率威脅本土茶葉生存，對此問題除了加強產地鑑定技術、降低生產成本及開發多樣化茶類外，如何對台灣本土茶葉之成分、品質及機能性進行有系統性的研究亦是重要的研究課題。

台灣茶樹品種種類多，茶園主要分佈於台北、桃園、新竹、苗栗、南投、嘉義、雲林、宜蘭、花蓮及台東等地之數百到1,500公尺的山陵地，其中南投縣名間鄉是台灣著名的產茶區，栽培面積約2,500公頃，產量約3-4千噸，主要栽培茶樹品種有四季春(約60%)、台茶12號(約15%)、台茶13號(約5%)、青心烏龍(約20%)，一般年採4-7次，為節省勞力及成本的支出，以機械採收為主(林等, 2007)。台灣生產的茶葉為值得產官學界共同努力

研究推動的保健茶葉。因此，本研究計畫以南投縣名間鄉所生產的四季春茶菁為試驗材料，依不同製程處理製造綠茶、包種茶、烏龍茶及紅茶，以二年時間完成「不同製程處理對茶葉之化學成分、品質及機能性的影響之研究」，本年度(第一年)主要是針對不同製程處理的茶葉之化學成分、物性品質、感官品質及抗氧化性進行研究，期研究結果除可作為我國主管機關、茶農及業者研發茶葉相關產品的參考外，並能降低進口茶之衝擊及維護茶農的收益。

材料與方法

一、綠茶、包種茶、烏龍茶及紅茶製造

以南投縣名間鄉於秋季所採收的四季春茶菁為試驗材料，依不同製程處理製造綠茶、包種茶、烏龍茶及紅茶，然後將茶葉以鋁箔積層袋密封包裝，放置在-20°C冷凍庫凍藏備用。

二、茶湯之沖泡方式

依據我國行政院農業委員會茶業改良場之茶葉沖泡法，取茶樣 3.0 g 加入 150 ml 沸水，加蓋靜置 5 分鐘，濾出茶湯。

三、茶湯之物化品質分析

1. pH 值：將濾出的熱茶湯以冰浴急速冷卻至室溫後，以酸鹼度計(Sp-701, Suntext Instruments Inc., Taipei City, Taiwan)測定。
2. 可溶性固形物：稱取適量茶湯於蒸發皿以沸水浴蒸乾，再置於烘箱加熱(105 °C)至恆重。(AOAC, 1990)
3. 顏色分析：將濾出的熱茶湯以冰浴急速冷卻至室溫後，以色差計(ZE 2000, Nippon Denshoku Inc., Tokyo, Japan)測定茶湯之 CIE L*, a*, b*, ΔE 值。以標準板：X = 91.96, Y = 93.97, Z = 110.41 校正。白色度指標(WI, whiteness index)計算公式如下：

$$WI = 100 - \sqrt{(100 - L)^2 + a^2 + b^2}$$

4. 葉綠素及β-胡蘿蔔素：稱取 300 mg 茶粉樣品於試管中，加入丙酮-正己烷(4:6) 20 ml 後，劇烈搖晃 1 分鐘。以 Whatman 4 號濾紙過濾。測濾液在 453 nm、505 nm、645 nm 及 663 nm 的吸光值，然後依據下列公式計算樣品之葉綠素 a、葉綠素 b 及β-胡蘿蔔素含量(mg/100 ml)，最後進一步計算，以 mg/g 表示。(Martins et al., 2011)
chlorophyll a (mg/100 ml) = 0.999 × A₆₆₃ - 0.0989 × A₆₄₅ ;
chlorophyll b (mg/100 ml) = -0.328 × A₆₆₃ + 1.77 × A₆₄₅ ;
β-carotene (mg/100 ml) = 0.216 × A₆₆₃ - 1.220 × A₆₄₅ - 0.304 × A₅₀₅ + 0.452 × A₄₅₃ 。
5. 糖類：將濾出的熱茶湯以冰浴急速冷卻至室溫後，再以 0.45μm 之濾膜過濾，採用 HPLC 法(Liang et al., 2009)。
6. 游離胺基酸：將濾出的熱茶湯以冰浴急速冷卻至室溫後，再以 0.45μm 之濾膜過濾，將所得之茶湯濾液以 OPA (o-phthaldialdehyde)試劑進行衍生化，然後進行 HPLC 分析。

- 7.核苷酸：將濾出的熱茶湯以冰浴急速冷卻至室溫後，再以經 0.45 μ m 之濾膜過濾，然後以 HPLC 測定其核苷酸含量(Taylor et al., 1981)。
- 8.維生素 C：採用 HPLC 法(Wang et al., 2006)。
- 9.生育醇：採用 HPLC 法(Carpenter, 1979)。
10. β -胡蘿蔔素：採用 HPLC 法(Rundhaug et al., 1988)。
- 11.個別兒茶素：採用 HPLC 法(Lin et al., 2008)，包括 gallic catechin (GC), epigallocatechin (EGC), catechin (C), epicatechin (EC), epigallocatechin gallate (EGCG), gallic catechin gallate (GCG), epicatechingallate (ECG), catechin gallate (CG)。
- 12.植物鹼(purine alkaloids)：採用 HPLC 法(Liang et al., 2003)，包括如咖啡因(caffeine)、可可鹼(theobromine)、茶鹼(theophylline)。
- 13.總酚：以 gallic acid 為標準品，並製作檢量線。取 0.1ml 樣品溶液(或標準品)，加入 2 ml 去離子水後加入 0.5 ml Folin-Ciocalteu's phenol reagent 再加入 15% Na₂CO₃ 2.5 ml，混勻靜置 20 分鐘後，以 3000 rpm 離心 10 分鐘，取上清液於 735 nm 測吸光值，並將所測得吸光值代入標準品所做成的檢量線，求得茶湯之總酚含量(Taga et al., 1984)。
- 14.酚類氧化產物：採用 Thanaraj 及 Seshadri (1990)之方法。

四、茶湯之抗氧化性分析

由於茶湯顏色會影響分光光度計之分析結果，因此本研究將所有茶湯進行冷凍乾燥及計算萃取物重量後，以其乾燥物進行抗氧化性試驗。分析方法如下：

- 1.總抗氧化力之測定：採用 Miller 等(1996)之方法。
- 2.清除 DPPH 自由基能力之測定：採用 Shimada 等(1992)之方法。
- 3.還原力測定：採用 Oyaizu (1986)之方法。
- 4.螯合亞鐵離子之測定：採用 Dinis 等(1994)之方法。

五、茶湯之抗菌性分析

採用 Teke et al.(2007)方法。病原菌購自新竹食品工業發展研究所。Gram-positive bacteria (G+)：包括 *Bacillus cereus* (BCRC 10603), *Staphylococcus aureus* (BCRC 15211), *Listeria monocytogenes* (BCRC 14848)。Gram-negative bacteria (G-)：包括 *Escherichia coli* (BCRC 10675), *Salmonella typhimurium* (BCRC 10747)。

六、茶湯之感官品質分析

將四種不同製程處理所製成的茶葉沖泡得到的茶湯進行喜好性感官品評試驗，所有受試者都是對茶有興趣且志願參與此次試驗，共 84 位(31 位男性及 53 位女性，19-34 歲)。取茶樣 3.0 g 加入 150 ml 沸水，加蓋靜置 5 分鐘，濾出茶湯放置在白色磁杯內。每次給予品評員 4 個樣品，當茶湯溫度下降至 40-50 $^{\circ}$ C 時，請品評員就茶湯之水色、滋味、香氣及整體喜好性進行品評試驗，並依其喜好程度評分。其中 1 分=非常不喜歡；2 分=不喜歡；3 分=有點不喜歡；4 分=不喜歡不討厭；5 分=有點喜歡；6 分=喜歡；7 分=非常喜歡。品評試驗是在當日下午 2:00-4:00 進行。品評室的燈光為白色，溫度 25 \pm 1 $^{\circ}$ C，相對溼度 60 \pm 5%。

七、統計分析

實驗數據使用 SAS (Statistical Analysis System)軟體進行統計分析，以 ANOVA 程序作變異性分析，並以 Duncan's Multiple Range Test 作顯著性差異及相關性的比較。

結果與討論

一、茶湯之物化品質分析

1. pH 值

pH 值的高低會影響茶湯水色，pH 值高於 5 時，茶湯水色會變深(Basu and Uhlla, 1974)。本研究主要是以煮沸蒸餾水來浸泡綠茶、包種茶、烏龍茶及紅茶 5 分鐘，經過濾所得茶湯 pH 值分別為 5.79、5.77、5.70、5.34(表一)，茶湯 pH 值與茶葉發酵程度呈現明顯的負相關，此結果與 Xie 等人(1998)結果相似。茶湯之 pH 值與所使用的水有密切的關係，水的 pH 值在加熱前後是不穩定且易發生改變，本研究所使用蒸餾水的 pH 值是 6.4-7.2，此變異主要是因水中所含的 CO₂ 及非常低濃度的離子所致。蒸餾水之 pH 值加熱後會增加可能是因為溶於水中 CO₂ 的減少及碳酸氫鹽產生 CO₂ 而減少所致(Mossion et al., 2008)。另外，Labbé (2006)也指出 pH 值會受沖泡溫度影響，而不是沖泡時間。

2. 可溶性固形物

指樣品之總固形物溶於水中之固形物的百分比，由表一可知綠茶、包種茶、烏龍茶及紅茶湯之可溶性固形物含量分別為 4.90、3.62、3.54 及 3.00 mg/g，茶湯之可溶性固形物含量與茶葉發酵程度呈現明顯的負相關。

3. 顏色

(1) CIE L*, a*, b*

顏色、風味及質地是驗收食品的三个主要品質特性。許多研究顯示，如果一個產品連顏色都不好，消費者就有可能不會再去評價其另外兩種品質。茶湯顏色是直接影響消費者對茶湯品質的第一印象，良好的茶湯顏色是高品質好茶的必備條件之一(蔡等，1991(I))。張與楊(1994)曾指出自來水沖泡的茶湯顏色較蒸餾水沖泡所得茶湯顏色深暗，而蒸餾水沖泡茶葉而得的茶湯顏色較明亮。茶湯顏色之變化與其化學成分有密切關係，Sakamoto(1971)指出綠茶湯之黃綠色主要為 flavonol 及 flavone 化合物所貢獻。L*值愈大表示茶湯愈明亮；a*值正值愈大表示愈偏紅色，負值愈大表示愈偏綠色；b*值愈大表示愈偏黃色，負值愈大表示愈偏藍色；a*與 b*值代表色相之指標。由表一可知包種茶湯及烏龍茶湯較明亮，其次為綠茶湯，紅茶湯則較暗；綠茶湯顏色較偏綠，其次是包種茶湯及烏龍茶湯，紅茶湯偏紅色；紅茶湯顏色較偏黃，其次是綠茶湯、烏龍茶湯及包種茶湯。由圖一可更清楚得知四種茶湯顏色的差異。

由上所述可知，茶葉的發酵程度顯著影響茶湯之 pH 值、可溶性固形物及顏色，而紅茶湯之暗紅色應是茶葉在發酵過程中，其兒茶素進行氧化及聚合反應產生較大多酚類分子所致，如茶黃質及茶紅質(表二)。

(2) 葉綠素、β-胡蘿蔔素、酚類氧化產物

葉綠素及類胡蘿蔔素為茶葉中含量較多的色素成分。葉綠素為影響綠茶外觀顏色的重要因素，當葉綠素脫鎂變化率在40%左右時，茶葉色澤仍相當良好，但變化率達70%

以上時，茶葉顏色顯著變差。至於茶葉中所含黃色色素的類胡蘿蔔素易因氧化作用或受組織中酵素作用或因光線照射而分解(茶業改良場, 2001)。由表一可知，本研究之綠茶粉、包種茶粉及烏龍茶粉所含之葉綠素a、葉綠素b、葉綠素a+b及β-胡蘿蔔素含量無顯著差異，但顯著高於紅茶粉。

另外，酚類氧化產物(phenolic oxidative products)，如茶黃質(theaflavins)及茶紅質(thearubigins)，其可能之生成途徑是多元酚類(主要為兒茶素)在發酵過程中，經酵素多酚氧化酶(polyphenol oxidase)、過氧化酶(peroxidase)作用氧化為醌類(quinones)，由醌類聚合而形成茶黃質、聚酯型兒茶素(theasinensins)及茶紅質，茶紅質會再進一步與茶黃質及蛋白質等反應，形成複雜的高度聚合物質(highly polymerized substances, HPS)(Muthumani & Senthil Kumar, 2007)。其中聚酯型兒茶素是烏龍茶類特有之發酵產物，由單聚體之兒茶素，經一系列氧化縮合而成為大分子之有色發酵產物(區等, 2010)。茶黃質有4種型態，依其結構包括simple theaflavin, theaflavin-3-gallate, theaflavin-3'-gallate及theaflavin-3,3'-digallate。至於茶紅質結構較複雜，目前仍沒有研究指出其正確結構為何。在茶湯中，茶黃質主要提供紅茶收斂性、明亮度、清新風味及黃顏色，而茶紅質則是提供顏色及口感(Hilton & Ellis, 1972)，也是紅茶湯之品質指標。由本研究依標準沖泡法所得茶湯採用Thanaraj及Seshadri (1990)分析方法所得茶湯之茶黃質、茶紅質、高度聚合物質及總茶湯色澤結果(表二)可知，紅茶之茶黃質含量顯著高於烏龍茶、包種茶及綠茶；在茶紅質方面，紅茶>烏龍茶>包種茶>綠茶；在高度聚合物質方面，紅茶>烏龍茶≡包種茶≡綠茶；在總茶湯色澤方面，紅茶>烏龍茶>包種茶>綠茶，與圖1茶湯顏色相似。若採用Thanaraj及Seshadri (1990)的沖泡方法，亦即3 g茶葉加150 ml沸水於95 °C加熱10分鐘，然後濾出茶湯進行分析，由分析結果(表二)可知，紅茶之茶黃質含量顯著高於烏龍茶、包種茶及綠茶，但紅茶之茶紅質含量卻顯著低於烏龍茶、包種茶及綠茶，此應是茶紅質進一步與茶黃質及蛋白質等反應，形成複雜的高度聚合物質所致，此由本研究之高度聚合物質含量可知(紅茶>烏龍茶≡包種茶>綠茶)；至於在總茶湯色澤方面，紅茶>烏龍茶>包種茶>綠茶，此結果與茶葉發酵程度呈正相關。

4. 呈味物質

(1) 可溶性糖類

茶葉中的碳水化合物包括單糖、雙糖和多醣，單糖和雙糖易溶於水，故總稱為可溶性糖。茶芽的可溶性糖組成：蔗糖約佔 60~80%，其次為葡萄糖、果糖、極少量的水蘇糖(stachyose)、棉子糖(raffinose)，其含量隨著茶葉之生長而增加，茶葉愈粗老其含量愈多，而其組成份並無太大變化，若以遮光栽培，一般總氮量、咖啡因、胺基酸及葉綠素成分會增加，而游離型兒茶素及糖量減少(岩淺, 1994)。還原糖在加熱中會與胺基酸產生梅納反應，產生烘烤味，故製茶過程中焙火溫度愈高，還原糖含量的減少就愈明顯，所以可溶性糖對茶葉的顏色、香氣的形成有重要影響。

表三是綠茶、包種茶、烏龍茶及紅茶湯之可溶性糖的分析結果，可溶性糖只測得果糖、葡萄糖及蔗糖，其中綠茶、烏龍茶及包種茶湯之可溶性糖總量顯著高於紅茶湯。另外，果糖是所有茶湯中含量最高的可溶性糖，其次為蔗糖及葡萄糖。Bokuchava 及 Skobeleva (1969)亦曾指出不同發酵程度的茶葉所沖泡的茶湯之果糖、葡萄糖及蔗糖含量不同，而全發酵的茶葉所殘留的糖量最少。茶湯之可溶性糖可提供茶湯之甜味，綠茶、包種茶及烏龍茶湯所含的較高含糖量有助於緩和酚類化合物所引起的收斂性。

(2) 游離胺基酸

本研究所測得游離胺基酸是以高效能液相層析配合螢光偵測器，樣品注入前用OPA進行衍生化。由於OPA衍生劑具較好的靈敏度，且本身不具螢光性質，不會干擾檢測結果(曾，1987)。

茶葉在製造過程中蛋白質水解成胺基酸，使得茶葉含有豐富的胺基酸，胺基酸是有鮮味、甜味之物質，茶湯中的游離胺基酸是構成鮮爽滋味的重要成分。在茶樹生長季節中，春季因氮代謝作用旺盛，故其游離胺基酸含量最多，夏、秋季則較少，茶葉以一心一葉的幼嫩部位所含游離胺基酸含量最多，並隨葉片的成熟度而遞減(林等，2003)，因此高級茶中胺基酸含量較多。

由表四可知，烏龍茶湯(2.010 mg/100 ml)、綠茶湯(1.927 mg/100 ml)及包種茶湯(1.697 mg/100 ml)之總游離胺基酸含量顯著高於紅茶湯(0.618 mg/100 ml)，此結果應是茶葉在發酵過程中，胺基酸轉變為carbonyl compounds (Wickremasinghe et al., 1978)。在這些游離胺基酸中，茶胺酸(theanine)佔總游離胺基酸含量的50%以上，其在綠茶、包種茶、烏龍茶及紅茶湯的含量分別為1.073, 0.877, 1.072 and 0.377 mg/100 ml。另外，部份游離胺基酸如天門冬胺酸(aspartic acid)、組胺酸(histidine)及麩胺酸(glutamic acid)在茶湯中的含量亦高。

游離胺基酸以其呈味特性可區分為鮮味、甜味、苦味及無味等四類胺基酸(Yamaguchi et al., 1971)。天門冬胺酸、麩胺酸(glutamic acid)及茶胺酸為具有鮮味者(Komata, 1969; Kaneko, Kumazawa, Masuda, Henze, & Hofmann, 2006)；丙胺酸(alanine)、甘胺酸(glycine)、絲胺酸(serine)和羥丁胺酸(threonine)為具有甜味者；精胺酸(arginine)、組胺酸、異白胺酸(isoleucine)、白胺酸(leucine)、甲硫胺酸(methionine)、苯丙胺酸(phenylalanine)、色胺酸(tryptophan)及纈胺酸(valine)為具有苦味者；而胱胺酸(cystine)、離胺酸(lysine)及酪胺酸(tyrosine)為無味者。以上述呈味特性區分後，所有茶湯有較高量的鮮味是因為含有較高量的茶胺酸，綠茶湯(1.480 mg/100 ml)、烏龍茶湯(1.456 mg/100 ml)及包種茶湯(1.234 mg/100 ml)之鮮味成分含量顯著高於紅茶湯(0.401 mg/100 ml)(表五)。苦味胺基酸含量為第二高，其在綠茶湯、包種茶湯、烏龍茶湯及紅茶湯的含量分別為0.197、0.250、0.289、0.097 mg/100 ml。甜味胺基酸含量為第三高，其在綠茶湯、包種茶湯、烏龍茶湯及紅茶湯的含量分別為0.163、0.161、0.182、0.063 mg/100 ml。

茶湯的滋味是茶葉呈味成分的綜合反應，而影響茶湯滋味的因素很多，除了胺基酸外，還有多酚類物質、咖啡因、可溶性糖、有機酸等物質，這些物質在形成茶湯滋味時所呈現的關係是相當複雜的。如茶湯苦味與澀味相伴而生，甜味物質對茶的苦澀味有調和效果，有掩蓋苦澀味的作用。

(3) 核苷酸

呈味核苷酸的構造之鹼基部分須為嘌呤(purine)，且第六個碳上須有羥基，同時第五個碳上應與磷酸結合才具有鮮味。若磷酸結合於第二或第三碳上，則不具鮮味。核苷酸的呈味效果之最大特徵乃是它能與胺基酸產生相乘作用(李，2003)。核苷酸可使食品味道帶有圓滑感，並且可抑制酸味、苦味，亦即有味之緩衝作用。本研究的4種茶湯經檢測

後，沒有測得任何核苷酸的存在。

(4)植物鹼

茶葉之植物鹼主要為咖啡因(caffeine)、可可鹼(theobromine)及茶鹼(theophylline)，皆屬於甲基黃嘌呤類(methylxanthines)，其中以咖啡因含量最多，在茶菁及成茶中約佔乾重3~5%，為提供茶湯苦味的主要成分。在茶葉的製程中，咖啡因會與單寧(tannin)結合成caffeine tannate (甘, 1984)，可降低茶湯苦澀味，使茶湯滋味較佳。另外，咖啡因會與茶黃質及茶紅質結合，產生一種不溶性膠質沉澱物，即混濁狀的茶乳(cream)而影響茶湯的品質。本研究茶湯之咖啡因含量為42.43-43.88 mg/100 ml (表六)，此結果顯示茶葉之發酵程度不影響茶湯之咖啡因含量。此結果與Balentine等人(1997)指出當以同樣量的茶葉沖泡所得紅茶、綠茶及烏龍茶湯含有大約同量的咖啡因量。4種不同茶湯所含可可鹼含量差異不大，且含量只有咖啡因含量的1.5-2.0%，至於茶鹼則只有在綠茶湯檢測到。

5.抗氧化成份

近年來有學者提出植物化學之生理功能除了抗壞血酸外， α -生育醇、 β -胡蘿蔔素及多酚化合物對於抗氧化性與其生物活性亦扮演著相當重要的角色(蘇, 2000)。Bors等(1995)認為，當類黃酮化合物與抗壞血酸共存時，抗壞血酸可以再生黃酮化合物，而不斷的供給做為自由基清除劑，因此兩者具有相乘作用。 β -胡蘿蔔素是一種具有抗氧化活性的類胡蘿蔔素，可吸收活性氧的能量，阻止其產生破壞性反應。 β -胡蘿蔔素亦可與引起連鎖反應之脂質過氧基($\text{COO}\cdot$)作用而減少油脂氧化，保護細胞膜不受自由基破壞。 β -胡蘿蔔素可補助其他抗氧化物如維生素C及E之作用(Astorg, 1997)。 α -生育醇為自由基連鎖反應之終止劑(chain terminator)，是屬於清除型之抗氧化劑，一分子 α -生育醇可清除二個自由基，作用機制為利用其酚環上之-OH group與過氧化自由基(peroxy radicals)作用之，形成高穩定性之維生素E自由基，避免脫氫作用之發生，可阻斷連鎖反應。其抗氧化性為 $\delta > \gamma > \beta > \alpha$ ，但隨不同的氧化溫度會有差異。Hiroshi及Kenji(1990)指出，在其測試的各種植物性樣品中，以綠茶的生育醇含量最高，且其生育醇大部分是 α -生育醇。多酚類物質因可以清除活性氧，例如 $\cdot\text{OH}$ 、 H_2O_2 、 O_2^- 和 HOCl ，以及螯合金屬離子，尤其是鐵和銅離子，因此具有良好的抗氧化能力、抗致突變性及抗腫瘤性。多酚類之抗氧化活性與結構有很大的關係。酚類物質清除自由基(如DPPH)之可能性有(a)苯環鄰位上有取代基可以提供第二個氫給自由基，(b)phenoxyl radicals可以形成二聚物(dimerization)，繼續提供氫給自由基，(c)phenoxyl radicals可與自由基形成複合物(黃, 2000)。

抗壞血酸、 α -生育醇、 β -胡蘿蔔素及多酚類含量會因植物種類、萃取方式不同而異，且會影響植物之抗氧化特性及效果，因此本研究分別測定這些品質的含量，以了解不同茶葉所沖泡的茶湯之抗氧化成份(表七)。抗壞血酸、兒茶素及酚類化合物是存在茶湯中的天然抗氧化成份，然而在四種茶湯中卻未檢測到 β -胡蘿蔔素及生育醇，此應是其為脂溶性之故。抗壞血酸受萎凋及發酵的影響大，因此包種茶湯及烏龍茶湯顯著低於綠茶湯，且在紅茶湯中檢測不到。茶湯之總酚含量：綠茶>包種 \approx 烏龍茶>紅茶。有趣的是茶

湯之總兒茶素含量：烏龍茶 \approx 包種茶 $>$ 綠茶 $>$ 紅茶，當茶葉在發酵過程中，大部份的抗氧化成份含量會因為發生氧化而減少。茶葉在發酵期間會進行很多生化反應產生有特色的顏色、風味及香氣，烏龍茶湯含有較高量的總兒茶素可能歸因於烏龍茶在萎凋期間，有更多兒茶素合成之故。另一可能原因是烏龍茶湯的總兒茶素含量原本就高，而綠茶湯之總兒茶素含量較烏龍茶湯低的原因可能歸因於茶菁在炒菁過程中被劣解之故。綜上可知，綠茶湯含有較高量的抗壞血酸及總酚含量，而烏龍茶含有較高量的總兒茶素。另外，茶湯之抗壞血酸、總酚及總兒茶素含量：綠茶(172.82 mg/100 ml) $>$ 烏龍茶(160.22 mg/100 ml) $>$ 包種茶(156.29 mg/100 ml) $>$ 紅茶(70.54 mg/100 ml)，由於這些茶湯具有高抗氧化物含量，因此應具有高抗氧化性。在個別兒茶素方面，所有茶湯都有測到7種兒茶素，包括 catechin gallate (CG)、epicatechin (EC)、epicatechingallate (ECG)、epigallocatechin (EGC)、epigallocatechin gallate (EGCG)、gallocatechin (GC)、gallocatechin gal late (GCG)，只有 catechin 未被檢測到。EGCG及EGC是綠茶湯、包種茶湯及烏龍茶湯的2個主要兒茶素，且這三種茶湯是兒茶素的良好老來源，但紅茶則否。至於紅茶湯之個別兒茶素含量低應是兒茶素轉變為茶黃質、茶紅質及高度聚合物質之故(表二)。兒茶素具有抗氧化活性，有研究指出EGCG可抗致突變(Wang, *et al.*, 1989; Han, 1997)。Salah等(1995)比較黃烷醇對於在水相中自由基的清除能力及作為連鎖阻斷抗氧化劑之能力，結果發現對於水相系統中形成的自由基之清除效果呈現ECG $>$ EGCG $>$ EGC $>$ gallic acid $>$ EC=catechin，而對於脂質過氧化自由基的增殖，EC和catechin的效果則與ECG和EGCG相似，反而以EGC和gallic acid的效果最差。Chen和Ho(1995)指出兒茶素清除超陰氧離子之能力皆高於BHT和carnosic acid。

二、茶湯之抗氧化性分析

由於茶湯的顏色會影響分光光度計之分析結果，因此本研究將所有茶湯進行冷凍乾燥，然後以其乾燥物進行抗氧化試驗。

1. 抗氧化力

茶葉萃取物具有良好的抗氧化性，其安全性也較其他合成的抗氧化物高(李等，1984)。本實驗以測定樣品生成共軛雙烯鍵來評估樣品之抗氧化性質。不飽和脂肪酸(如亞麻油酸)氧化初期會因脫氫作用而形成自由基，此自由基再經分子內重排而產生共軛雙烯鍵(Lingnert *et al.*, 1979)，共軛雙烯化合物可經由測定最大吸收波長 234 nm 之吸光值而得其生成量，用以判定測試樣品是否與自由基結合，降低共軛雙烯化合物生成，吸光值愈低表示其抗氧化力愈強，或以抑制過氧化百分比表示，即其抑制率愈高抗氧化效果愈佳。

當濃度為 0.01 mg/ml (圖二)，BHA 及 α -tocopherol 具高抗氧化力，分別為 92.93% 及 88.23%；綠茶湯、包種茶湯、烏龍茶湯及紅茶湯的冷凍乾燥物之抗氧化力分別為 31.59%、34.68%、36.07% 及 40.62%；catechin 之抗氧化力只有 26.61%；至於維生素 C 則測不到，當濃度提高至 1 mg/ml，維生素之抗氧化力也只有 4.55%。至於綠茶、包種茶、烏龍茶、

紅茶、BHA、 α -tocopherol 及 catechin 之濃度為 1 mg/ml 時，其抗氧化力分別為 92.79%、93.18%、90.72%、90.82%、94.51%、85.95% and 86.51%。綜合上述結果可以得知，綠茶湯、包種茶湯、烏龍茶湯及紅茶湯的冷凍乾燥物皆有不錯的抗氧化力。Ho 等 (1992) 曾測試綠茶、部分發酵茶及紅茶多酚類的抗氧化性，結果顯示綠茶多酚類的抗氧化性較部分發酵茶和紅茶多酚類為佳，與本研究呈現不同的結果，此應是試驗材料不同或樣品濃度不同所致。

2.清除 DPPH 自由基能力

油脂在自氧化的過程中會產生自由基造成油脂的酸敗，抗氧化劑可藉由提供氫 (hydrogen donor) 或自由基來清除油脂過氧化物自由基 (peroxy radical) 而抑制油脂自氧化的連鎖反應。在抗氧化的研究上通常使用 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH, $C_{18}H_{12}N_6O_5$) 來檢測抗氧化劑提供氫的能力。DPPH 是一種穩定的自由基生成系統，其甲醇溶液在波長 517 nm 下具強吸光效果，但 DPPH 被抗氧化劑 (AH) 或自由基 ($R\cdot$) 還原時，則吸光值會消失或降低 (Brand-Williams et al., 1995)，此法在短時間內可測試大量的樣品，低濃度下仍具極佳的靈敏性，藉由測定波長於 517 nm 下的吸光值即可判定待測樣品是否提供氫原子，而具有清除自由基的能力。利用 DPPH 檢測樣品清除自由基的實驗時，因 DPPH 甲醇溶液在 pH 5.0 ~ 6.5 較穩定而有適當的吸收，在鹼性下較不穩定；此外 DPPH-甲醇溶液會隨著貯存時間的增長而劣化，故於每次進行實驗時需新鮮配製 (曾，2004)。

在對 DPPH 自由基清除能力方面 (圖三)，當濃度為 0.1 mg/ml 時，catechin、抗壞血酸及 BHA 分別為 23.37%、17.57% 及 14.58%；綠茶、包種茶、烏龍茶、紅茶及 α -tocopherol 分別為 7.84%、8.15%、7.01%、2.49% 及 8.24%。當濃度為 1 mg/ml 時，標準品及茶湯乾燥物對 DPPH 自由基清除能力高低為抗壞血酸 (96.96%) > catechin (95.29%) > BHA (89.38%) > 綠茶 (57.07%) > α -tocopherol (55.74%) > 包種茶 (55.22%) > 烏龍茶 (49.89%) > 紅茶 (28.21%)。

3.還原力

本研究還原力測定以普魯士藍 (Prussian blue, $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$) 生成量為指標。藉由赤血鹽 (potassium ferricyanide, $K_3Fe(CN)_6$) 還原成黃血鹽 ($K_4Fe(CN)_6$) 後，再與三價鐵離子作用生成普魯士藍，並以分光光度計在最大吸收波長 700 nm 下測定普魯士藍含量。用以檢測樣品之還原力 (Oyaizu, 1986)。樣品吸光值愈高，表示其還原力愈強。還原性質的作用是將已經氧化的物質還原，或是將環境維持在一個傾向於還原的狀態，而不容易進行氧化反應。本身具有還原力者，表示為電子提供者，而與自由基的清除有很大的關係 (蔡，2002)。還原力的表示以 OD_{700} 下的吸光值為主，文獻上很少以百分比來呈現還原力的強弱，因此對照控制組，以吸光值的改變情形來作為還原力大小判斷之依據。

當濃度為 0.05 mg/ml 時 (圖四)，標準品及茶湯乾燥物之還原力高低為：抗壞血酸 (0.965) > catechin (0.734) > BHA (0.640) > 綠茶 (0.278) > α -tocopherol (0.230) > 包種茶 (0.267) > 烏龍茶 (0.262) > 紅茶 (0.209)。當濃度增加至 0.1 mg/ml，catechin、BHA 及抗

壞血酸之還原力分別為 1.054、1.031 及 1.030，至於綠茶、包種茶、烏龍茶、紅茶及 α -tocopherol 之還原力分別為 0.507、0.500、0.480、0.364 及 0.414。

4. 螯合亞鐵離子之能力

金屬離子，如銅、鐵、鉛、鉻、鋅、錳等存在時，對於油脂氧化的作用有催化效果。在多種離子中，以鐵離子最具影響力的助氧化劑，會促進脂質氧化作用的進行。本實驗利用 Fe^{2+} 與 ferrozine 的複合物在 562 nm 之呈色反應，可測得樣品對 Fe^{2+} 離子之螯合能力(Dinis et al., 1994)。當樣品螯合 Fe^{2+} 離子時，會造成 562 nm 吸光值的降低。

當濃度為 0.1 mg/ml 時(圖五)，標準品及茶湯乾燥物之螯合亞鐵離子能力高低為：EDTA(98.1%) > 紅茶(7.88%) > 檸檬酸(3.69%) > catechin (2.23%) > 綠茶(1.29%) > 包種茶(1.02%) > 烏龍茶(0.68%)。當濃度增加至 20 mg/ml 時，catechin 之螯合亞鐵離子能力只由 2.23%增加至 15.30%；檸檬酸之螯合亞鐵離子能力只由 3.69%增加至 27.80%；至於紅茶(82.36%)及烏龍茶(84.98%)則呈現高螯合亞鐵離子能力，綠茶及包種茶之螯合亞鐵離子能力分別為 57.86%及 77.32%。

5. 抗氧化性質之 EC_{50}

EC_{50} (Effective concentration) 定義為抗氧化能力達 50% 所需的濃度稱之， EC_{50} 以內插法或外插法計算方式所得。 EC_{50} 愈低表示抗氧化能力愈好。在抗氧化力中(表八)，綠茶、包種茶、烏龍茶、紅茶、BHA、 α -tocopherol 及 catechin 之 EC_{50} 分別為 0.080, 0.086, 0.095, 0.065, 0.005, 0.006 and 0.225 mg dry extract/ml，顯然 BHA 及 α -tocopherol 具有較好的抗氧化力，且茶湯乾燥物之抗氧化力優於 catechin。在清除 DPPH 自由基方面，維生素 C、catechin、BHA、綠茶、包種茶、 α -tocopherol、烏龍茶、紅茶之 EC_{50} 分別為 0.292、0.298、0.385、0.857、0.888、0.894、1.036、2.354 mg dry extract/ml，顯然維生素 C 清除 DPPH 自由基能力較強，而紅茶則較差。在還原力方面，以維生素 C 的效果最好，其次為 catechin，綠茶、包種茶及烏龍茶之還原力不具顯著差異，且優於 α -tocopherol，以紅茶之還原力最差。在螯合亞鐵離子能力方面，綠茶、包種茶、烏龍茶、紅茶及 EDTA 之 EC_{50} 分別為 15.098 > 8.492 > 6.840 > 4.631 > 0.051 mg dry extract/ml。綜上所述，在清除 DPPH 自由基及還原力方面，紅茶的效果雖然低於其它三種茶，但在螯合亞鐵離子能力方面，卻優於其它三種茶。

三、茶湯之抗菌性

4 種茶湯對 5 種病原菌的抗菌結果如表九所示。由表九可知只有綠茶、包種茶及烏龍茶對 *Staphylococcus aureus* 有抑制作用，此可能是因為茶湯含有多酚類化合物所致。但所有茶湯對 *Bacillus cerues*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* 及 *Salmonella typhimurium* 不具抑制作用。圖六為綠茶湯對 *Staphylococcus aureus* 的抑制情形。

四、茶湯之消費者型感官品評

顏色、味道及香氣是茶湯的重要品質因子，本研究四種茶湯受消費者的喜好結果

如表十所示。在茶湯顏色方面，烏龍茶(5.8) > 紅茶(5.4) ≡ 包種茶(5.3) > 綠茶(5.0)。在味道方面，烏龍茶(5.6) ≡ 紅茶(5.6) ≡ 包種茶(5.4) > 綠茶(4.5)。在香氣方面，烏龍茶(6.0) > 包種茶(5.6) ≡ 紅茶(5.5) > 綠茶(4.9)。在整體喜好性方面，烏龍茶(5.9) > 包種茶(5.6) ≡ 紅茶(5.5) > 綠茶(4.8)。綜上所述，若以消費者的喜好程度達「有點喜歡」(5分)為標準，則以四季春茶菁製成烏龍茶、包種茶及紅茶較受消費者喜愛，而綠茶則較差。

結論

綜合本研究之試驗結果可知，以秋季採收的四季春茶菁所製成的綠茶、包種茶、烏龍茶及紅茶，依傳統沖泡法所得茶湯之pH值及可溶性固形物與茶葉之發酵程度呈現負相關。在顏色方面，包種茶湯及烏龍茶湯較明亮，其次為綠茶湯，紅茶湯則較暗；綠茶湯顏色較偏綠，其次是包種茶湯及烏龍茶湯，紅茶湯顏色偏紅色且黃色程度高於其它茶湯，而茶湯顏色的呈現與其所含的葉綠素、β-胡蘿蔔素、茶黃質、茶紅質及高度聚合物質有關。在呈味成分方面，可溶性糖只測得果糖、葡萄糖及蔗糖，其中綠茶、烏龍茶及包種茶之可溶性糖總量顯著高於紅茶湯；烏龍茶、綠茶及包種茶之總游離胺基酸含量顯著高於紅茶，茶胺酸佔總游離胺基酸含量的50%以上；茶湯之植物鹼的主要成分是咖啡因，其含量不受茶葉之發酵程度影響；所有茶湯都檢測不到核甘酸。在抗氧化成分方面，在四種茶湯中都未檢測到β-胡蘿蔔素及生育醇；包種茶及烏龍茶之抗壞血酸含量顯著低於綠茶，且在紅茶中檢測不到；茶湯之總酚含量：綠茶 > 包種茶 ≡ 烏龍茶 > 紅茶；但茶湯之總兒茶素含量：烏龍茶 ≡ 包種茶 > 綠茶 > 紅茶。在抗氧化特性方面，紅茶之清除DPPH自由基及還原力雖然低於綠茶、包種茶及烏龍茶，但其螯合亞鐵離子能力卻優於其它三種茶。在抗菌性方面，綠茶、包種茶及烏龍茶對*Staphylococcus aureus*有抑制作用。在消費者型感官品評方面，以消費者的喜好程度達「有點喜歡」為標準，則烏龍茶、包種茶及紅茶較受消費者喜愛，而綠茶則較差。

參考文獻

- 岩淺潔。1994。茶の栽培と利用加工。養賢堂株式會社。日本。
- 甘子能。1984。茶葉化學入門。台灣省茶業改良場。
- 林木連、蔡右任、張清寬、陳國任、楊盛勳、陳英玲、賴正南、陳玄、張如華。2003。臺灣的茶葉。遠足文化。台北，台灣。

- 林儒宏、邱垂豐、林金池。2007。名間茶區優質茶葉生產模式之建立。In：行政院農委會茶業改良場中華民國九十五年年報，pp.56-59。桃園，行政院農委會茶業改良場。
- 林聖敦。2007。加碼茶活性成分萃取及粉末化之最適加工條件。弘光科技大學，HK96-A技01。
- 邱秀英、許清安、蔡秀蘭、林聖敦。2009。GABA(γ -aminobutyric acid)茶乙醇萃取物之抗致突變性與抗菌性。台灣食品科學技術學會第三十九次年會，宜蘭，台灣(11/27, 2009)。
- 李敏雄、余瑞琳、許金土、蔡玉吉。1984。茶葉天然抗氧化劑之安全性試驗。中國農業化學會誌，22: 128-135。
- 李瑞倩。2003。銀耳土司與香菇土司之品質評估。國立中興大學食品科學系碩士論文。台中，台灣。
- 張鳳屏、楊光盛。1994。包種茶中無機成分之含量與其浸出率之研究。台灣茶葉研究彙報 13: 133-136。
- 曾昭榮。1987。氨基酸分析-HPLC 結合 OPA 之 post column reaction 與螢光檢測法。科儀新知 8: 72-76。
- 曾裕琇。2004。自不同栽培方法所得松杉靈芝產物之生理活性評估。國立中興大學食品科學系博士論文。台中，台灣。
- 黃鈴娟。2000。樟芝與姬松茸之抗氧化性及其多醣組成分析。國立中興大學食品科學系碩士論文。台中，台灣。
- 蔡永生、區少梅、張如華。1991。包種茶茶湯水色 I 包種茶茶湯水色與酚類化合物之關係。台灣茶葉研究彙報 10: 65-75。
- 蔡淑瑤。2002。靈芝與柳松菇抗氧化性質和其對腫瘤細胞之毒性及柳松菇之抗致突變性質。國立中興大學食品科學系碩士論文。台中，台灣。
- 蘇惠如。2000。蓮子萃取物抗氧化性之研究。國立中興大學食品科學系碩士論文。台中，台灣。
- 曾千育、王建明、陳春樺、陳鵠云、吳秉建、林聖敦、蕭清娟、邱秀英、王雪芳 (2008) 不同萃取條件對 GABA Tea 萃取礦物質及總酚含量之影響。台灣食品科學技術學會第三十八次年會，屏東，台灣(11/21, 2008)。
- 茶葉改良場 (2001) 茶葉技術推廣手冊—製茶技術。桃園，行政院農業委員會茶葉改良場編印。
- AOAC. 1990. Official methods of analysis (15th ed.). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.
- Astorg, P. 1997. Food carotenoids and cancer prevention: An overview of current research. Trends Food Sci. Technol. 8: 406-413.
- Balentine, D.A., Wiseman, S. & Bouwen, L.C.M. (1997) The chemistry of tea flavonoids. Crit. Rev. Food Sci., 37, 693-704.
- Basu, R.P. and Ullah, M.R. 1974. The brewing water-its quality. Two-and-a-Bud 21(2): 42-43.

- Bokuchava, M. A., and Skobeleva, N. I., (1969). The chemistry and biochemistry of tea and tea manufacture. *Advances in Food Research*. Vol.17: 215-292.
- Bors, W., Michel, C. and Schikora, S. 1995. Interaction of flavonoid with ascorbic acid determination of their univalent redox potentials: a pulse radiolysis study. *Free Radical Biol. Med.* 19: 45-52.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E. and Berset, C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensm-Wiss. U. Technol.* 28: 25-30.
- Bushman, J.L. (1998) Green tea and cancer in humans: A review of the literature. *Nutrition and Cancer*, 31, 151-159.
- Carpenter, A. P. 1979. Determination of tocopherols in vegetable oils. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 56: 668-672.
- Chen, C.W. and Ho, C.T. 1995. Antioxidant properties of polyphenols extracted from green and black teas. *J. Food Lipids* 2: 35-46.
- Dinis, T. C. P., Madeira, V. M. C. and Almeida, L. M. 1994. Action of phenolic derivatives (acetaminophen, salicylate, and 5-amino salicylate) as inhibitors of membrane lipid peroxidation and as peroxy radical scavengers. *Arch. Biochem. Biophys.* 315: 161-169.
- Han, C., 1997. Screening of anticarcinogenic ingredients in tea polyphenols. *Cancer Letters* 114 (1-2), 153-158.
- Hiroshi, K. and Kenji, H. 1990. Vitamin E and U of green tea. *Fragrance J.* 11: 71-76.
- Hilton, P. J. and Ellis, R. T. (1972). Estimation of market value of Central African tea by theaflavin analysis. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 23, 227-232.
- Ho, C. T., Chen, Q., Shi, H., Zhang, K. and Rosen, R.T. 1992. Antioxidative effect of polyphenol extract prepared from various Chinese teas. *Prev. Med.* 21: 520-525.
- Katiyar, S.H., Ahmad, N. & Mukhtar, H. (2000) Green tea and skin. *Arch. Dermatol.* 136: 98-94.
- Kao, Y.H. Hiipakka, R.A. & Liao, S. (2000) Modulation of endocrine systems and food intake by green tea epigallocatechin gallate. *Endocrinology* 141: 980-987.
- Kaneko, S., Kumazawa, K., Masuda, H., Henze, A., & Hofmann, T. (2006). Molecular and sensory studies on the umami taste of Japanese green tea. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54, 2688-2694.
- Komata, Y. (1969). The taste and constituents of foods. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 3, 26.
- Labbé, D., Tremblay, A., and Bazinet, L., (2006). Effect of brewing temperature and duration on green tea catechin solubilization: Basis for production of EGC and EGCG-enriched fractions. *Separation and Purification Technology*. 49:1-9.
- Lee C.C. & Lin S.D. (2008) Effect of the GABA Tea on the Quality Characteristics of Chiffon Cake. *Cereal Chemistry* 85(1):31-38.

- Lin S.D., Liang C.H., Liu, E.H. & Mau J.L. (2010) Antioxidant properties of water extracts from parching green tea. *Journal of Food Biochemistry* (accepted).
- Lin S.D., Liu E.H. & Mau J.L. (2008) Effect of different brewing methods on antioxidant properties of steaming green tea. *LWT - Food Science and Technology* 41: 1616-1623.
- Lin S.D., Mau J.L. & Hsu C.A. (2011). Bioactive components and antioxidant properties of γ -aminobutyric acid (GABA) tea leaves. *LWT - Food Science and Technology*. (accepted)
- Lu T.M., Lee C.C., Mau J.L., & Lin S.D. (2010) Quality and antioxidant property of green tea sponge cake. *Food Chem.*, 119: 1090-1095.
- Liang, C.-H., Syu, J.-L., Lee Y.-L., & Mau, J.-L. (2009). Nonvolatile taste components of solid-state fermented adlay and rice by *Phellinus linteus*. *LWT - Food Science and Technology*, 42, 1738–1743.
- Liang, Y., Lu, J., Zhang, L., Wu, S. and Wu, Y. 2003. Estimation of black tea quality by analysis of chemical composition and colour difference of tea infusions. *Food Chemistr.* 80: 283-290.
- Lingnert, H., Vallentin, K. and Eriksson, C. E. 1979. Measurement of antioxidant effect in model system. *J. Food Proc. Presv.* 3: 87-103.
- Martins, D., Barros, L., Carvalho, A. M., & Ferreira, I.C.F.R. (2011). Nutritional and in vitro antioxidant properties of edible wild greens in Iberian Peninsula traditional diet. *Food Chem.* 125:488-494.
- Miller, N.J., Sampson, J., Candeias, L.P., Bramley, P.M. & Rice-Evans, C.A. (1996) Antioxidant activities of carotenes and xanthophylls. *FEBS Lett.*, 384: 240-242.
- Mossion, A., Gautier, M. P., Delerue, S., Hécho, I. L., and Behra, P., (2008). Effect of water composition on aluminium, calcium and organic carbon extraction in tea infusions. *Food Chemistry* 106: 1467-1475.
- Muthumani, T. and Senthil Kumar, R.S. (2007). Influence of fermentation time on the development of compounds responsible for quality in black tea. *Food Chemistry*, 101, 98-102.
- Oyaizu, M. 1986. Antioxidative activity of browning products of glucosamine fractionated by organic solvent and thin-layer chromatography. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi.* 35: 771-775.
- Rundhaug, J. E., Pung, A., Read, C. M. and Bertram, J. S. 1988. Uptake and metabolism of β -carotene and retinal by C3H/10T1/2 cells. *Carc.* 9: 1541-1545.
- Sakamoto, Y. 1971. Color of tea infusion, *JARQ* 6 (2) : 102-105.
- Salah, N., Miller, N.J., Paganga, G., Tijburg, L., Bolwell, G.P., Rice-Evans, C., 1995. Polyphenolic flavanols as scavengers of aqueous phase radicals and as chain-breaking antioxidants. *Archives of Biochem. and Biophys.* 322(2): 339-346.

- Shimada, K., Fujikawa, K., Yahara, K. and Nakamura, T. 1992. Antioxidative properties of xanthan on the autoxidation of soybean oil in cyclodextrin emulsion. *J. Agric. Food Chem.* 40: 945-948.
- Teke, G. N., Kuate, J. R., Ngouateu, O. B. and Gatsing, D. (2007). Antidiarrhoeal and antimicrobial activities of *Emilia coccinea* (Sims) G. Don extracts. *Journal of Ethnopharmacology.* 112: 278-283.
- Taga, M. S., Miller, E. E. and Pratt, D. E. 1984. Chia seeds as a source of natural lipid antioxidants. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 61: 928-931.
- Taylor, M. W., Hershey, R. A., Levine, R. A., Coy, K. and Olivelle, S. 1981. Improved method of resolving nucleotides by reverse-phase high performance liquid chromatography. *J. Chromatogr.* 219: 133-139.
- Thanaraj, S. N. S., & Seshadri, R. (1990). Influence of polyphenol oxidase activity and polyphenol content of tea shoot on quality of black tea. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 51, 57–69.
- Vison, J.A., Teufel, K. & Wu, N. (2004) Green and black teas inhibit atherosclerosis by lipid, anti-oxidant, and fibrinolytic mechanisms. *J. Agric. Food Chem.*, 52: 3661-3665.
- Xie, M., Von Bohlen, A., Klockenkaemper, R., Jian, X., & Guenther, K. (1998). Multielement analysis of Chinese tea (*Camellia sinensis*) by total-reflection X-ray fluorescence. *Zeitschrift fuer Lebensmittel- Untersuchung und -Forschung A: Food Research and Technology*, 207, 31–38.
- Wang, H.F., Tsai, Y.S., Lin, M.L. & Ou, A.S.M. (2006) Comparison of bioactive components in GABA tea and green tea produced in Taiwan. *Food Chem.*, 96: 648-653.
- Wang, Z.Y., Cheng, S.J., Zhou, Z.C., Athar, M., Khan, W.A., Bickers, D.R., Mukhtar, H., 1989. Antimutagenic activity of green tea polyphenols. *Mut Res.* 223 (3), 273–285.
- Wickremasinghe, R.L., (1978). Tea. *Advances in food research.* 24: 229-286.
- Yamaguchi, S., Yoshikawa, T., Ikeda, S. and Ninomiya, T. 1971. Measurement of the relative taste intensity of some L-amino acids and 5'- nucleotides . *J. Food Sci.* 36: 846-849.
- Yamamoto, T., Juneja, L.R., Chu, D.C. & Kim, M. (1997) *Chemistry and Application of Green Tea.* CRC Presee, New York.

表一、不同茶湯或茶粉之 pH 值、可溶性固形物、顏色及色素

Table 1. pH, soluble solids, color and pigments in different tea infusions or tea powders

	Green tea	Pouchong tea	Oolong tea	Black tea
Tea infusion				
pH value	5.79 ± 0.01A ^a	5.77 ± 0.01A	5.70 ± 0.02B	5.34 ± 0.01C
Soluble solids (mg/g)	4.90 ± 0.35A	3.62 ± 0.04B	3.54 ± 0.28B	3.00 ± 0.23C
L*	91.29 ± 0.09B ^b	93.87 ± 0.07A	93.74 ± 0.06A	71.24 ± 0.09C
a*	-2.78 ± 0.04C	-1.77 ± 0.07B	-1.80 ± 0.07B	12.62 ± 0.21A
b*	16.38 ± 0.08B	13.15 ± 0.21C	15.18 ± 0.32B	60.51 ± 0.16A
WI ^a	81.24 ± 0.07B	85.38 ± 0.09A	83.48 ± 0.16A	31.82 ± 0.28C
Tea powder				
Chlorophyll a (mg/g)	1.17 ± 0.11A	1.01 ± 0.06A	1.05 ± 0.07A	0.66 ± 0.11B
Chlorophyll b (mg/g)	0.35 ± 0.04A	0.40 ± 0.04A	0.43 ± 0.03A	0.18 ± 0.10B
Chlorophyll a+b(mg/g)	1.52 ± 0.12A	1.40 ± 0.10A	1.48 ± 0.10A	0.84 ± 0.21B
β-Carotene (mg/g)	0.28 ± 0.02A	0.24 ± 0.01A	0.26 ± 0.01A	0.08 ± 0.03B

^a WI (Whiteness index) = $100 - \sqrt{(100 - L)^2 + a^2 + b^2}$.

^b Each value is expressed as mean ± SE ($n = 3$). Means with different letters within a row are significantly different ($P < 0.05$).



Green tea

Pouchong tea

Oolong tea

Black tea

圖一、不同茶湯之顏色

Fig 1. The color of different tea infusions.

表二、茶葉經不同萃取方法所得茶黃質、茶紅質、高度聚合物質含量及總茶湯色澤

Table 2. Content of theaflavins, thearubigins, highly polymerized substances and total liquor colour in different teas with different extraction

	Content (g/100 g tea leaves)			
	Green tea	Pouchong tea	Oolong tea	Black tea
Conventional brewing ^a				
TF(g/100 g tea leaves) ^b	0.035 ± 0.005 B ^c	0.045 ± 0.002 B	0.052 ± 0.005 B	0.352 ± 0.023 A
TR	1.010 ± 0.016 D	1.058 ± 0.024 C	1.119 ± 0.016 B	1.290 ± 0.024 A
HPS	0.594 ± 0.040 B	0.607 ± 0.008 B	0.628 ± 0.016 B	1.672 ± 0.071 A
TLC	0.105 ± 0.006 D	0.120 ± 0.012 C	0.145 ± 0.006 B	0.670 ± 0.012 A
Brewing condition from Thanaraj and Seshadri (1990)				
TF	0.114 ± 0.002 C	0.134 ± 0.005 B	0.141 ± 0.008 B	0.235 ± 0.022 A
TR	4.809 ± 0.118 A	5.007 ± 0.126 A	4.939 ± 0.221 A	3.930 ± 0.236 B
HPS	2.326 ± 0.087 C	2.531 ± 0.087 B	2.551 ± 0.079 B	6.303 ± 0.173 A
TLC	0.530 ± 0.023 D	0.590 ± 0.012 C	0.695 ± 0.052 B	1.895 ± 0.017 A

^a Conventional brewing: 3 g tea leaves were mixed with 150 ml of boiling water for 5 min. Brewing condition from Thanaraj and Seshadri (1990): 3 g tea leaves were mixed 150 ml boiling water for 10 min brewing over water bath at 95 °C.

^b TF: theaflavins, TR: thearubigins, HPD: highly polymerized substances, TLC: total liquor colour.

^c Each value is expressed as mean ± SE (*n* = 3). Means with different letters within a row are significantly different (*P* < 0.05).

表三、不同茶湯之可溶性糖類組成

Table 3. Content of soluble sugars and polyols in different tea infusions

Sugar or polyol	Content (mg/100 ml) ^b			
	Green tea	Pouchong tea	Oolong tea	Black tea
Arabinose	nd ^a	nd	nd	nd
Fructose	42.94 ± 0.50A	34.67 ± 0.29B	40.52±0.68A	25.70 ± 0.33C
Glucose	26.41 ± 0.44A	18.79 ± 0.18B	24.02±0.64A	12.98 ± 0.37C
myo-Inositol	nd	nd	nd	nd
Maltose	nd	nd	nd	nd
Ribose	nd	nd	nd	nd
Sucrose	29.32 ± 0.26A	27.75 ± 0.15A	29.42 ± 0.15A	8.90 ± 0.41B
Xylose	nd	nd	nd	nd
Total	98.66 ± 0.64A	81.21 ± 0.35B	93.95 ± 0.83A	47.57 ± 0.13C

^a nd, not detected.

^b Each value is expressed as mean ± SE (*n* = 3). Means with different letters within a row are significantly different (*P* < 0.05).

表四、不同茶湯之游離胺基酸組成

Table 4. Content of free amino acids in different tea infusions

Amino acids	Content (mg/100ml)			
	Green tea	Pouchong tea	Oolong tea	Black tea
L-Alanine	0.055 ± 0.014B ^b	0.059 ± 0.019B	0.074 ± 0.007A	0.021 ± 0.026C
L-Arginine	0.019 ± 0.016B	0.017 ± 0.013B	0.028 ± 0.014A	0.016 ± 0.015B
L-Aspartic acid	0.332 ± 0.060A	0.271 ± 0.044B	0.294 ± 0.036AB	0.011 ± 0.032C
L-Cystine	nd ^c	nd	nd	nd
L-Glutamic acid	0.075 ± 0.014A	0.086 ± 0.023A	0.090 ± 0.057A	0.013 ± 0.026B
Glycine	0.001 ± 0.001A	0.002 ± 0.011A	0.002 ± 0.005A	0.001 ± 0.012A
L-Histidine ^a	0.119 ± 0.033A	0.095 ± 0.032B	0.087 ± 0.003B	0.036 ± 0.018C
L-Isoleucine ^a	0.013 ± 0.015B	0.026 ± 0.016A	0.030 ± 0.014A	0.008 ± 0.027C
L-Leucine ^a	0.013 ± 0.061B	0.020 ± 0.013A	0.021 ± 0.013A	0.009 ± 0.028B
L-Lysine ^a	0.039 ± 0.011A	0.003 ± 0.006D	0.033 ± 0.016B	0.014 ± 0.007C
L-Methionine ^a	0.004 ± 0.012B	0.012 ± 0.009A	0.012 ± 0.039A	0.003 ± 0.015B
L-Phenylalanine ^a	0.011 ± 0.010C	0.045 ± 0.015B	0.071 ± 0.041A	0.011 ± 0.023C
L-Serine	0.080 ± 0.027A	0.063 ± 0.026B	0.058 ± 0.002B	0.024 ± 0.015C
L-Threonine ^a	0.027 ± 0.013C	0.037 ± 0.014B	0.048 ± 0.018A	0.016 ± 0.025D
L-Tyrosine	0.040 ± 0.011A	0.038 ± 0.029A	0.045 ± 0.014A	0.039 ± 0.032A
L-Valine ^a	0.006 ± 0.006B	0.011 ± 0.010A	0.013 ± 0.013A	0.005 ± 0.011B
L-Tryptophan ^a	0.012 ± 0.008B	0.023 ± 0.014A	0.027 ± 0.018A	0.010 ± 0.016B
GABA	0.008 ± 0.005A	0.007 ± 0.013AB	0.006 ± 0.010B	0.005 ± 0.010B
Theanine	1.073 ± 0.098A	0.877 ± 0.131B	1.072 ± 0.045A	0.377 ± 0.051C
Total	1.927 ± 0.111A	1.691 ± 0.121B	2.010 ± 0.026A	0.618 ± 0.069C

^a Essential amino acid.

^b Each value is expressed as mean ± SE ($n = 3$). Means with different letters within a row are significantly different ($P < 0.05$).

^c nd, not detected.

表五、不同茶湯之游離胺基酸之呈味特性

Table 5. Content of taste characteristics of free amino acids in different tea infusions

Taste component ^a	Content (mg/100 ml)			
	Green tea	Pouchong tea	Oolong tea	Black tea
Bitter	0.197±0.046C ^b	0.250±0.040B	0.289±0.035A	0.097±0.031D
MSG-like	1.480±0.105A	1.234±0.131B	1.456±0.029A	0.401±0.058C
Sweet	0.163±0.029AB	0.161±0.035B	0.182±0.013A	0.063±0.025C
Tasteless	0.087±0.012A	0.047±0.025C	0.084±0.009A	0.059±0.026B
Total	1.927±0.111A	1.691±0.121B	2.010±0.026A	0.618±0.069C

^a MSG-like, monosodium glutamate-like, Asp + Glu + Thea; sweet, Ala + Gly + Ser + Thr; bitter, Arg + His + Ile + Leu + Met + Phe + Try + Val; tasteless, Lys + Tyr+GABA.

^b Each value is expressed as mean ± SE (*n* = 3). Means with different letters within a row are significantly different (*P* < 0.05).

表六、不同茶湯之植物鹼含量

Table 6. Alkaloids contents in different tea infusions

	Contents (mg/100 ml)			
	Green tea	Pouchong tea	Oolong tea	Black tea
Caffeine	42.43 ± 2.27A ^a	43.88 ± 2.45B	43.13 ± 1.89AB	43.07 ± 1.48A
Theobromine	0.65 ± 0.11B	0.71 ± 0.09B	0.73 ± 0.10B	0.89 ± 0.06A
Theophylline	0.01 ± 0.05	nd ^b	nd	nd

^aEach value is expressed as mean ± SE ($n = 3$). Means with different letters within a row are significantly different ($P < 0.05$).

^bnd, not detected.

表七、不同茶湯之抗壞血酸、總酚及個別兒茶素含量

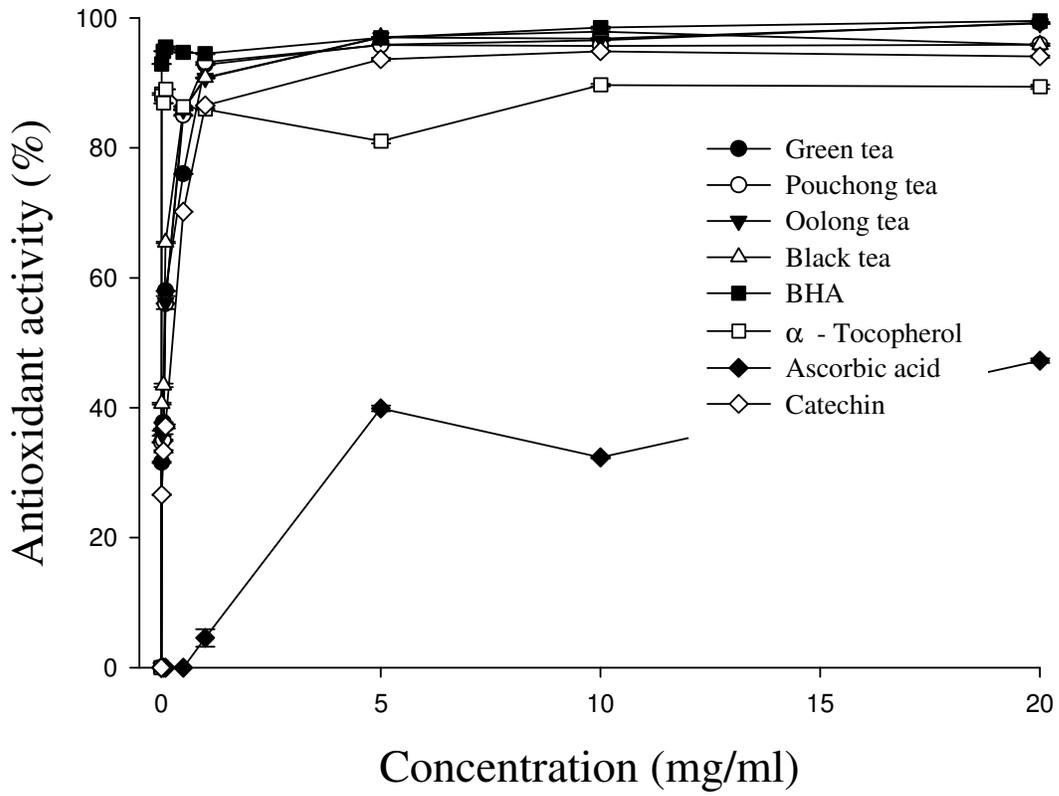
Table 7. Ascorbic acid, total phenols and various catechins contents in different tea infusions

Contents (mg/100 ml)				
	Green tea	Pouchong tea	Oolong tea	Black tea
Ascorbic acid	3.26 ± 0.41A ^b	0.98 ± 0.14B	0.71 ± 0.15B	nd ^c
β-Carotene	nd	nd	nd	nd
α-Tocopherol	nd	nd	nd	nd
γ-Tocopherol	nd	nd	nd	nd
δ-Tocopherol	nd	nd	nd	nd
Total phenols	92.05 ± 0.75A	73.46 ± 0.33B	74.52 ± 0.50B	66.98 ± 0.40C
GC ^a	10.44 ± 0.59C	14.59 ± 1.23B	16.10 ± 1.07A	0.07 ± 0.03D
EGC	27.16 ± 0.52A	26.75 ± 1.68A	24.24 ± 1.66B	1.82 ± 0.01C
Catechin	nd	nd	nd	nd
EC	3.76 ± 0.22A	3.74 ± 0.25A	3.99 ± 0.83A	1.07 ± 0.11B
EGCG	30.43 ± 1.67B	30.62 ± 1.22B	33.98 ± 1.79A	0.13 ± 0.01C
GCG	0.62 ± 0.23B	0.93 ± 0.03A	0.95 ± 0.15A	0.08 ± 0.02C
ECG	4.85 ± 0.33B	4.95 ± 0.41B	5.42 ± 0.47A	0.74 ± 0.01C
CG	0.27 ± 0.01B	0.28 ± 0.03AB	0.30 ± 0.01A	0.30 ± 0.02A
Total catechins	77.51 ± 3.55B	81.85 ± 1.36A	84.99 ± 5.98A	3.56 ± 0.09C

^a GC, gallic acid; EGC, epigallocatechin; EC, epicatechin; EGCG, epigallocatechin gallate; GCG, gallic acid gallate; ECG, epicatechin gallate; CG, catechin gallate.

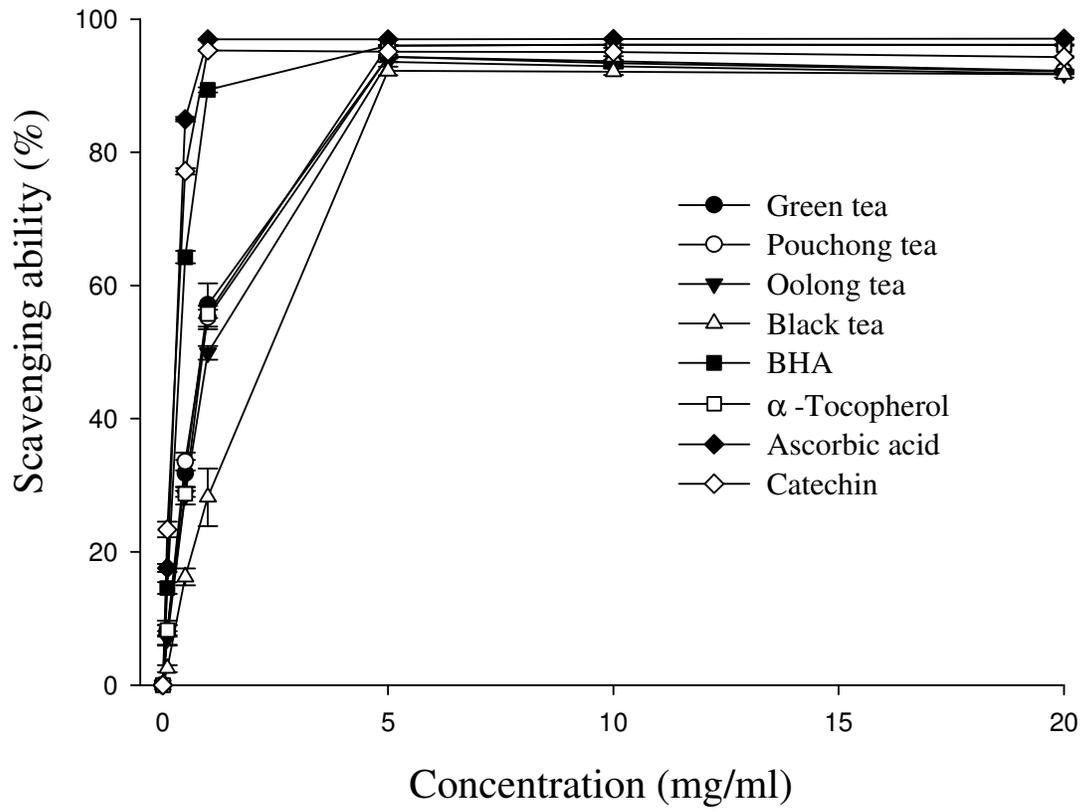
^b Each value is expressed as mean ± SE (*n* = 3). Means with different letters within a row are significantly different (*P* < 0.05).

^c nd, not detected.



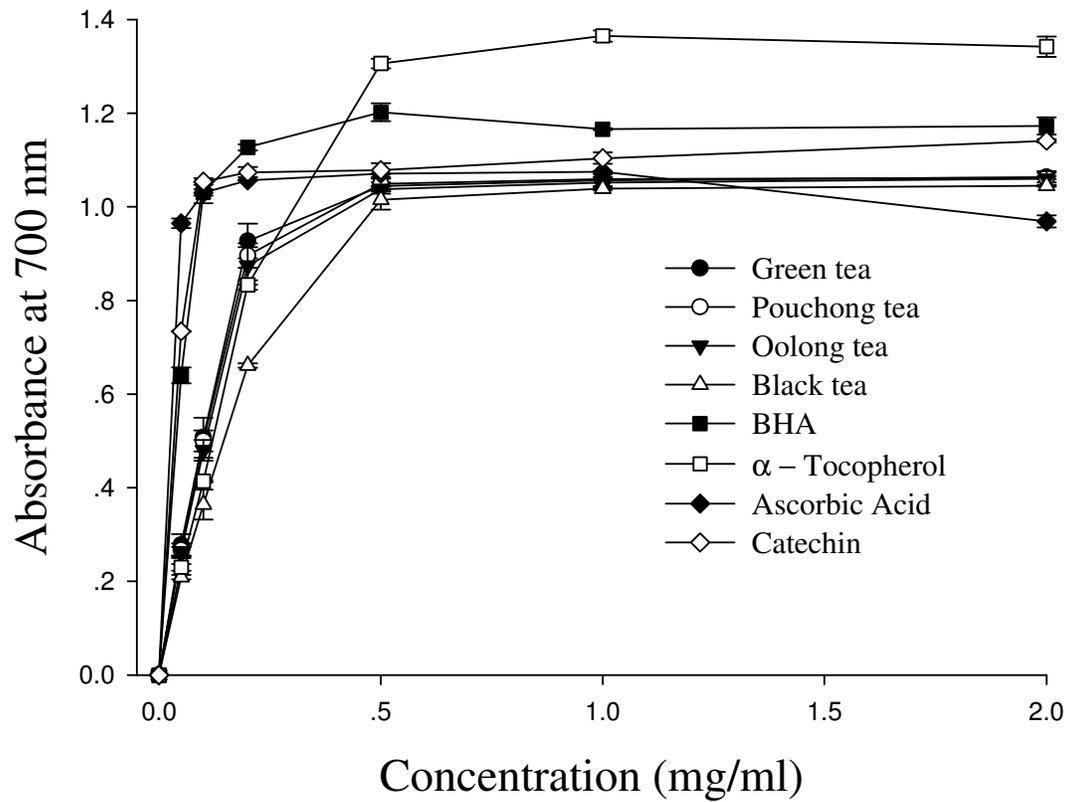
圖二、不同茶湯之抗氧化力

Fig. 2. Antioxidant activity of tea infusions.
Each value is expressed as mean \pm SD (n = 3).



圖三、不同茶湯之清除DPPH自由基能力

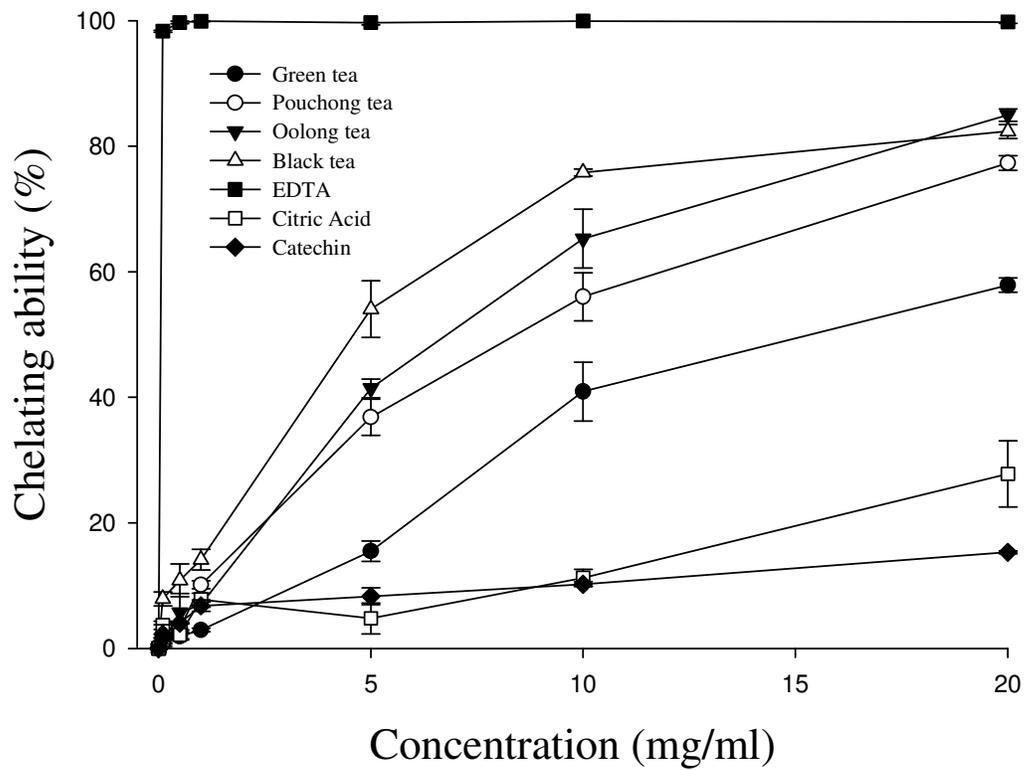
Fig 3. Scavenging ability of tea infusions on 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radicals. Each value is expressed as mean \pm SD (n = 3).



圖四、不同茶湯之還原力

Fig. 4. Reducing power of tea infusions.

Each value is expressed as mean \pm SD (n = 3).



圖五、不同茶湯之螯合亞鐵離子能力

Fig. 5. Chelating ability of different tea infusions.
Each value is expressed as mean \pm SD (n = 3).

表八、不同茶湯之抗氧化性的EC₅₀值
Table 8. EC₅₀ of tea infusions

	EC ₅₀ value ^a (mg dry extract/ml)							
	Green tea	Pouchong tea	Oolong tea	Black tea	BHA	α-Tocopherol	Ascorbic acid	Catechin
Antioxidant activity	0.080 ± 0.003BC	0.086 ± 0.002BC	0.095 ± 0.113B	0.065 ± 0.010C	0.005 ± 0.000D ^b	0.006 ± 0.15D ^b	— ^c	0.225 ± 0.027A
Scavenging ability	0.857 ± 0.068C	0.888 ± 0.028C	1.036 ± 0.085B	2.354 ± 0.123A	0.385 ± 0.010D	0.894 ± 0.007C	0.292 ± 0.005D	0.298 ± 0.011D
Reducing power	0.099 ± 0.028C	0.100 ± 0.016C	0.105 ± 0.018C	0.145 ± 0.015A	0.039 ± 0.005D ^b	0.121 ± 0.003B	0.026 ± 0.002E ^b	0.034 ± 0.003D ^b
					EDTA		Citric acid	
Chelating ability	15.098 ± 0.536A	8.492 ± 0.330B	6.840 ± 0.180B	4.631 ± 0.165C	0.051 ± 0.000D		— ^c	— ^c

^a EC₅₀, the effective concentration at which the antioxidant activity was 50%, the 1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl (DPPH) radicals were scavenged by 50%, the absorbance was 0.5 for reducing power, and ferrous ions were chelated by 50%. EC₅₀ was obtained by interpolation from linear regression analysis. Each value is expressed as mean ± SE (*n* = 3). Means with different letters within a row are significantly different (*P* < 0.05).

^b Obtained by extrapolation from linear regression analysis.

^c No effect

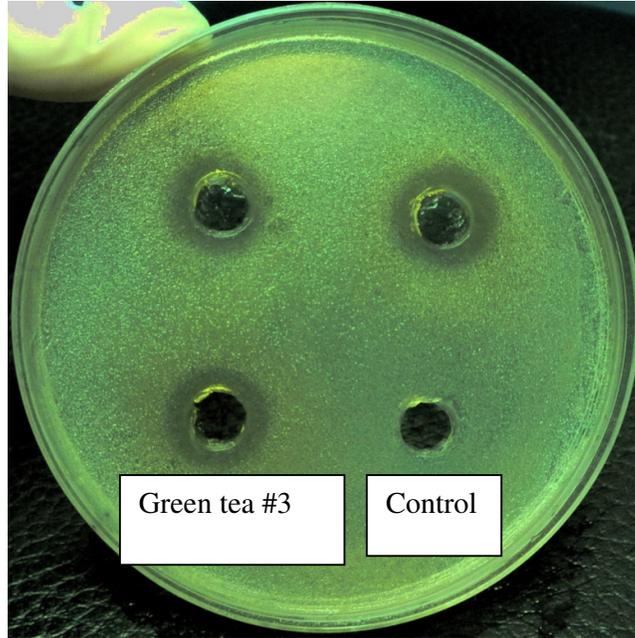
表九、不同茶湯之抑菌情形

Table 9. The inhibition zone of tea infusions

		Inhibition zone diameter (mm)				
		Blank	Green tea	Pouchong tea	Oolong tea	Black tea
G(+)	<i>Bacillus cereus</i>	- ^a	-	-	-	-
	<i>Listeria monocytogenes</i>	-	-	-	-	-
	<i>Staphylococcus aureus</i>	-	14.67±0.16A ^b	13.22±0.14B	12.28±0.25B	-
G(-)	<i>Escherichia coli</i>	-	-	-	-	-
	<i>Salmonella typhimurium</i>	-	-	-	-	-

^a “-” mean no inhibition zone diameter

^b Each value is expressed as mean ± SE ($n = 3$). Means with different letters within a row are significantly different ($P < 0.05$).



圖六、綠茶湯抑制金黃色葡萄球菌之抑制情形
Fig 6. The inhibition zone of green tea infusion against *Staphylococcus aureus*.

表十、不同茶湯之喜好性試驗結果

Table 10. Hedonic test results of tea infusions

	Green tea	Pouchong tea	Oolong tea	Black tea
Color	5.0 ± 0.7C ^a	5.3 ± 0.7B	5.8 ± 0.8A	5.4 ± 0.9B
Taste	4.5 ± 1.0B	5.4 ± 0.8A	5.6 ± 0.8A	5.6 ± 0.9A
Aroma	4.9 ± 0.9C	5.6 ± 0.7B	6.0 ± 0.8A	5.5 ± 1.0B
Overall	4.8 ± 1.0C	5.6 ± 0.6B	5.9 ± 0.7A	5.5 ± 0.8B

^a Seven-point hedonic scale with 1, 4 and 7 representing extremely dislike, neither like nor dislike, and extremely like, respectively. Each value is expressed as mean ± SD ($n = 84$). Means with different letter within a row are significantly different ($P < 0.05$).

國科會補助專題研究計畫項下出席國際學術會議心得報告

日期：100年06月23日

計畫編號	NSC 99-2221-E-241-002-		
計畫名稱	不同製程處理對茶葉之化學成分、品質及機能性的影響之研究		
出國人員姓名	林聖敦	服務機構及職稱	弘光科技大學食品科技系/副教授
會議時間	100年06月11日 至 100年06月14日	會議地點	New Orleans Morial Convention Center, New Orleans, LA, USA
會議名稱	2011 食品科技學會之年會及食品展覽會 2011 IFT Annual Meeting & Food Expo		
發表論文題目	1.GABA 茶之活性成分及抗氧化性 Bioactive components and antioxidant properties of GABA (γ -aminobutyric acid) tea leaves 2.紫錐花萃取物之咖啡酸衍生物與對腸癌細胞生長抑制及 hTERT mRNA 表現之分析 Analysis of caffeic acid derivatives, growth inhibition and hTERT mRNA repression on human colon cancer cells of <i>Echinacea Purpurea</i> flower extracts		

一、參加會議經過

民國 100 年 6 月 10 日晚上 23:55 與本校黃進發老師及蔡政志老師一起搭乘長榮航空前往美國，經洛杉磯國際機場轉機前往休斯頓喬治布希國機場，再轉機前往紐奧良國際機場，到達時間為美國 2011 年 6 月 11 日早上 08:25，然後搭車前往飯店(InterContinental)註冊登記，放下行李，隨即前往 IFT 會場(New Orleans Morial Convention Center)報到並領取相關資料，在會場遇到多位台灣學者，如顏國欽教授、周正俊教授、毛正倫教授、...等，傍晚回飯店休息並翻閱大會手冊內容，了解大會的行程安排、本人論文的發表時間及位置。2011 年 6 月 12-14 日參加 IFT 所舉辦的口頭論文報告及壁報論文發表，同時參觀 IFT 會場之參展廠商所發表的新產品及新加工設備。6 月 14 日傍晚與同事一同搭乘飛機經舊金山返回台灣。

二、與會心得

這是聖敦第一次參加 IFT 年會，同時發表 2 篇國科會計畫所完成的論文。從第一天報到至最

後一天結束，積極參加與聖敦專業知識相關的每一場口頭論文報告及壁報論文發表，對聖敦的專業知識及英文聽力提升很多。同時，利用空檔時間參觀在 IFT 會場的參展廠商所發表的新產品及新加工設備，獲益良多。此次參加 IFT 年會的最大心得是提升了聖敦的本職專長，對往後研究及教學有很大的助益。

三、考察參觀活動(無是項活動者略)

無。

四、建議

無。

五、攜回資料名稱及內容

1.大會手冊(2011 IFT Annual Meeting & Food Expo – Program & Exhibit Directory)：

主要內容包括：

- (1)榮譽人士介紹。
- (2)參加 IFT 年會論文發表之論文名稱、作者及時間表(包含口頭論文報告及壁報論文發表)。
- (3)廠商簡介。
- (4)食品材料、食品添加物、實驗室儀器及設備、包裝及加工設備等供應商及在會場的位置。
- (5)新產品之名稱、產品特性簡述、展示或製造廠商在會場的位置。
- (6)廠商廣告。

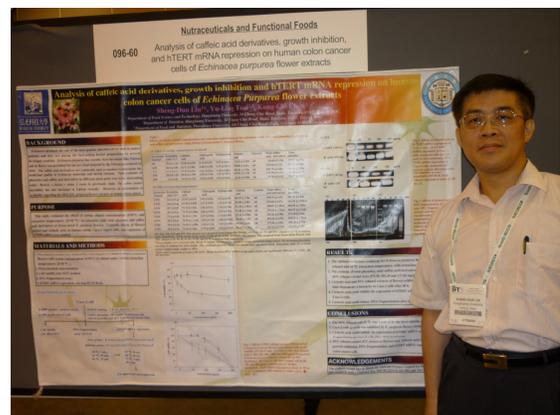
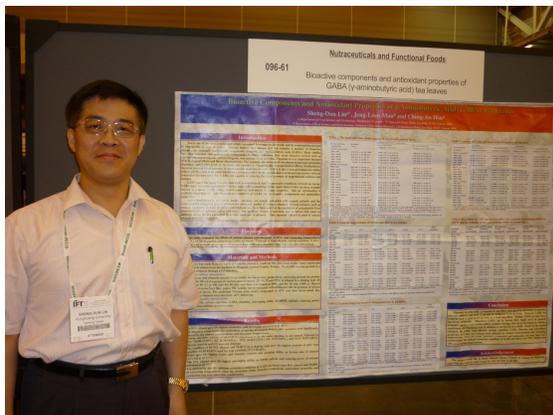
2.論文摘要(Abstract)

為參加 IFT 年會論文發表之論文名稱、作者及摘要內容。

3.參展廠商資料及產品資訊。

六、其它

1.發表論文之壁報全文



Control/Tracking Number: 2011-TRP-1233-IFT

Activity: Technical Research Papers/Abstracts

Current Date/Time: 12/3/2010 12:58:10 AM

Bioactive components and antioxidant properties of GABA (γ -aminobutyric acid) tea leaves

Author Block:

Sheng-Dun Lin, Dept of Food Science and Technology, Hungkuang Univ, Taichung, Taiwan;

Jeng-Leun Mau, Dept of Food Science and Biotechnology, Natl Chung-Hsing Univ, Taichung, Taiwan;

Ching-An Hsu, Dept of Food Science and Technology, Hungkuang Univ, Taichung, Taiwan

Abstract:

GABA tea is the special tea enriched with γ -aminobutyric acid by anaerobic conditions of fresh tea leaves. GABA tea is currently available in Taiwan, and GABA-containing drinks made from GABA tea have recently become a popular drink among health-conscious individuals in Asian countries. But no information is available regarding the optimum extraction condition of GABA tea on bioactive components and antioxidant properties. Ethanol is non-toxic, can be mixed with water in different ratios for the wide spectrum of phenols. The purpose of this study is to determine the effects of various ethanol concentrations (0-95%) and extracting temperatures (25-95°C) on the extraction yields from GABA tea leaves. Contents of total phenols, various catechins, GABA, theanine, and antioxidant properties of extracts from different conditions were also determined. Our results showed that 50% ethanol gave the highest extraction yield of extracts extracted at 50-95°C. The bioactive components and antioxidant properties of extracts from GABA tea leaves were significantly affected by the ethanol concentrations and extraction temperatures. Among catechins, EGCG (45.80-53.81%) was found to be the main catechins in all extracts, followed by EGC (20.88-33.68%), EC (8.79-14.01%), ECG (6.16-11.72%), GC (1.53-3.09%), and GCG (0.29-1.06%), whereas catechin and CG were not detected. The condition of 50-75% ethanol and 75-95°C in a shaking bath gave the highest contents of ester type catechins (61.82-62.83%) and free type catechins (37.17-38.18%). Water gave the highest GABA and theanine contents and chelating ability on ferrous ions of extracts extracted at 50-75°C. The 75% ethanol gave the highest scavenging ability on DPPH radicals and reducing power of extracts extracted at 25-75°C. It is noteworthy that the optimum extraction conditions of GABA tea leaves were 50% ethanol and 75-95°C of extracting temperatures when the extraction yields, bioactive components, antioxidant properties and production cost were taken into consideration.

Industry Relevant Information:

The optimum extraction conditions of GABA tea leaves were 50% ethanol and 75-95°C of extracting temperatures when the extraction yields, bioactive components, antioxidant properties and production cost were taken into consideration.

Additional Affirmations & Track Affiliation (Complete):

Audio Taping Release: Yes

Power Point Distribution: Yes

PowerPoint Revisions: Yes

Choose the Key Focus Area or Core Science Track topic your abstract most relates to : Food

Oasis, The Online Abstract Submission System 1 3

<http://www.abstractsonline.com/submit/SubmitPrinterFriendlyVersion.asp?ControlKe...> 2010-12-03

Chemistry

IF your abstract relates closely to a second key focus area or core science, indicate which one (optional):

Food Processing & Packaging

Abstract Review Preference (Complete): Nutraceuticals and Functional Foods

Keyword (Complete): GABA tea ; Catechin ; Antioxidant property

Competition (Complete):

Is the PRIMARY AUTHOR a currently enrolled graduate student that has not graduated before June 30, 2010?: No

Is the PRIMARY AUTHOR of this abstract a NON-US Citizen AND the research has been conducted OUTSIDE the US?: Yes

Does your abstract specifically address research involving unique and compelling laboratory technologies and/or automation inclusive but not limited to micro/nanotechnologies, detection and separation, high-throughput screening, and/or informatics?: No

Would you like to be considered for the SLAS Young Scientists Poster Award competition?: No

I DO NOT want to be entered into the competition(s) for which I automatically qualify. : True

Does your abstract specifically address research relating to the quality and nutrition of the food supply in the Indian sub-continent which is also pertinent to other emerging nations?: No

National Research Initiative (Complete):

NRI/AFRI awardee (required)?

: No

Would you like your abstract to also be submitted for presentation during the IFT scientific program? : No

Presentation Preference (Complete): Poster Only

Status: Complete

[Institute of Food Technologists](#)

525 West Van Buren, Suite 1000

Chicago, IL 60607

[OASIS Helpdesk](#)

[Powered by OASIS, The Online Abstract Submission and Invitation System SM](#)

© 1996 - 2010 Coe-Truman Technologies, Inc. All rights reserved.

[Leave OASIS Feedback](#)

Oasis, The Online Abstract Submission System 2 3

<http://www.abstractsonline.com/submit/SubmitPrinterFriendlyVersion.asp?ControlKe...> 2010-12-03

Oasis, The Online Abstract Submission System 3 3

<http://www.abstractsonline.com/submit/SubmitPrinterFriendlyVersion.asp?ControlKe...> 2010-12-03

Control/Tracking Number: 2011-TRP-1279-IFT

Activity: Technical Research Papers/Abstracts

Current Date/Time: 12/3/2010 12:54:50 AM

Analysis of caffeic acid derivatives, growth inhibition and hTERT mRNA repression on human colon cancer cells of Echinacea Purpurea flower extracts

Author Block:

Sheng-Dun Lin, Dept of Food Science and Technology, Hungkuang Univ, Taichung, Taiwan;

Yu-Ling Tsai, Dept of Nutrition, Hungkuang Univ, Taichung, Taiwan; Kung-Chi Chan, Dept of Food and Nutrition, Providence Univ, Taichung, Taiwan

Abstract:

Echinacea products are one of the most popular pharmaceuticals used in cancer patients, and they are among the best-selling herbal preparations in several developed countries. Echinacea purpurea has recently been introduced into Taiwan and its flower was permitted for use as a food material by the Taiwan government in 2010. The caffeic acid derivatives are commonly used as markers to determine the medicinal quality of Echinacea materials and herbal extracts. Total contents of phenolics and caffeic acid derivatives in different plant parts were in the descending order: flowers > leaves > stems > roots in previously study. Colon cancer is one of the leading causes of cancer death in the Western countries. The colon cancer morbidity has also increased in Taiwan recently. However, no information is available regarding the effect of E. purpurea flower extracts on human colon cancer. This study evaluated the effects of various ethanol concentrations (0-95%) and extraction temperatures (25-95°C) on extraction yield, total phenolics and caffeic acid derivatives of freeze-dried E. purpurea flowers. Cytotoxic effects of flowers extract and cichoric acid on human colonic Caco-2 cancer cells, and expression of hTERT-mRNA were studied. Our results showed that the optimal extraction condition of freeze-dried flowers obtained was 50% of ethanol concentration and 65 °C of extraction temperature, with the extraction yield of 37.4%. Under such conditions, the total phenolics, total caffeic acid derivatives and cichoric acid contents in freeze-dried extracts were 473.34, 302.20 and 217.61 mg/g, respectively. Cichoric acid and 50% ethanol extracts of flowers exhibited a concentration- and time-dependent cytotoxicity in both cell lines after 48 h. Cichoric acid could inhibit the expression of hTERT mRNA after 24h treatment. Overall, 50% ethanol extract of flowers and cichoric acid showed effective growth inhibition and hTERT mRNA repression on human colon cancer cells.

Industry Relevant Information:

The optimal extraction condition of freeze-dried E. purpurea flowers obtained was 50% of ethanol concentration and 65 °C of extraction temperature, with the extraction yield of 37.4%. Under such conditions, the total phenolics, total caffeic acid derivatives and cichoric acid contents in freeze-dried extracts were 473.34, 302.20 and 217.61 mg/g, respectively. The 50% ethanol extract of flowers and cichoric acid showed effective growth inhibition and hTERT mRNA repression on human colon cancer cells.

Additional Affirmations & Track Affiliation (Complete):

Audio Taping Release: Yes

Power Point Distribution: Yes

Oasis, The Online Abstract Submission System □□1 □□□□3 □

<http://www.abstractsonline.com/submit/SubmitPrinterFriendlyVersion.asp?ControlKe...> 2010-12-03

PowerPoint Revisions: Yes

Choose the Key Focus Area or Core Science Track topic your abstract most relates to : Food, Health & Nutrition

Abstract Review Preference (Complete): Nutraceuticals and Functional Foods

Keyword (Complete): Echinacea purpurea ; Caffeic acid derivatives ; Human colon cancer cells

Competition (Complete):

Is the PRIMARY AUTHOR a currently enrolled graduate student that has not graduated before June 30, 2010?: No

Is the PRIMARY AUTHOR of this abstract a NON-US Citizen AND the research has been conducted OUTSIDE the US?: Yes

Does your abstract specifically address research involving unique and compelling laboratory technologies and/or automation inclusive but not limited to micro/nanotechnologies, detection and separation, high-throughput screening, and/or informatics?: No

Would you like to be considered for the SLAS Young Scientists Poster Award competition?: No

I DO NOT want to be entered into the competition(s) for which I automatically qualify. : True

Does your abstract specifically address research relating to the quality and nutrition of the food supply in the Indian sub-continent which is also pertinent to other emerging nations?: No

National Research Initiative (Complete):

NRI/AFRI awardee (required)?

: No

Presentation Preference (Complete): Poster Only

Status: Complete

[Institute of Food Technologists](#)

525 West Van Buren, Suite 1000

Chicago, IL 60607

[OASIS Helpdesk](#)

Powered by [OASIS, The Online Abstract Submission and Invitation System SM](#)

© 1996 - 2010 Coe-Truman Technologies, Inc. All rights reserved.

[Leave OASIS Feedback](#)

Oasis, The Online Abstract Submission System □□2 □□□□3 □

<http://www.abstractsonline.com/submit/SubmitPrinterFriendlyVersion.asp?ControlKe...> 2010-12-03

Oasis, The Online Abstract Submission System □□3 □□□□3 □

<http://www.abstractsonline.com/submit/SubmitPrinterFriendlyVersion.asp?ControlKe...> 2010-12-03

國科會補助計畫衍生研發成果推廣資料表

日期:2011/10/21

國科會補助計畫	計畫名稱: 不同製程處理對茶葉之化學成分、品質及機能性的影響之研究
	計畫主持人: 林聖敦
	計畫編號: 99-2221-E-241-002- 學門領域: 食品工程
無研發成果推廣資料	

99 年度專題研究計畫研究成果彙整表

計畫主持人：林聖敦		計畫編號：99-2221-E-241-002-				計畫名稱：不同製程處理對茶葉之化學成分、品質及機能性的影響之研究	
成果項目		量化			單位	備註（質化說明：如數個計畫共同成果、成果列為該期刊之封面故事...等）	
		實際已達成數（被接受或已發表）	預期總達成數(含實際已達成數)	本計畫實際貢獻百分比			
國內	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	0	0	100%		
		專書	0	0	100%		
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（本國籍）	碩士生	0	4	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
博士後研究員		0	0	100%			
專任助理		0	0	100%			
國外	論文著作	期刊論文	0	1	100%	篇	目前已將計畫成果撰寫成論文，投到 Food Chemistry，目前正在審查中。Sheng-Dun Lin, Panisa Udompornmongkol, Shin-Yu Chen, and Jeng-Leun Mau (2011). Quality and antioxidant property of three types of tea infusions. Food Chemistry (submitted)
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	0	0	100%		
		專書	0	0	100%		章/本
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	

		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力 (外國籍)	碩士生	0	0	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		

其他成果 (無法以量化表達之成果如辦理學術活動、獲得獎項、重要國際合作、研究成果國際影響力及其他協助產業技術發展之具體效益事項等，請以文字敘述填列。)	無						
--	---	--	--	--	--	--	--

	成果項目	量化	名稱或內容性質簡述
科 教 處 計 畫 加 填 項 目	測驗工具(含質性與量性)	0	
	課程/模組	0	
	電腦及網路系統或工具	0	
	教材	0	
	舉辦之活動/競賽	0	
	研討會/工作坊	0	
	電子報、網站	0	
	計畫成果推廣之參與(閱聽)人數	0	

國科會補助專題研究計畫成果報告自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現或其他有關價值等，作一綜合評估。

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

達成目標

未達成目標（請說明，以 100 字為限）

實驗失敗

因故實驗中斷

其他原因

說明：

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形：

論文： 已發表 未發表之文稿 撰寫中 無

專利： 已獲得 申請中 無

技轉： 已技轉 洽談中 無

其他：（以 100 字為限）

目前已將計畫成果撰寫成論文，投到 Food Chemistry，目前正在審查中。

Sheng-Dun Lin, Panisa Udornpormongkol, Shin-Yu Chen, and Jeng-Leun Mau (2011).
Quality and antioxidant property of three types of tea infusions. Food Chemistry (submitted)

3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）（以 500 字為限）

(1) 本研究以南投縣名間鄉所生產的四季春茶菁為試驗材料，依不同製程處理製造綠茶、包種茶、烏龍茶及紅茶，然後使用傳統沖泡法製備茶湯樣品，亦即取茶樣 3.0 g 加入 150 ml 沸水，加蓋靜置 5 分鐘，濾出茶湯，分析四種茶湯之物化品質（包括 pH 值、可溶性固形物、CIEL*, a*, b*, 島 E 值、葉綠素、白-胡蘿蔔素、糖類、游離胺基酸、核苷酸、維生素 C、生育醇、個別兒茶素、植物鹼、總酚、酚類氧化產物）、抗氧化性（包括總抗氧化力、清除 DPPH 自由基能力、還原力、螯合亞鐵離子）、抗菌性及喜好性感官品質，以了解不同製程處理對同一種茶菁製造的不同茶葉所沖泡的茶湯之物化品質、抗氧化性、抗菌性及感官品質的影響。本計畫不但完成四種茶的品質分析，尤其在喜好性感官品評方面，以四季春茶菁製成的烏龍茶、包種茶及紅茶較受消費者喜愛，而綠茶則較差。整體而言，本研究結果是有應用價值的。

(2) 本計畫是針對台灣本土茶葉之成分及品質進行有系統性的研究，其成果應對學術研究、國家發展、國人健康及經濟效益具重大貢獻。

(3) 參與的工作人員獲得製茶技術、高效率液相層析儀、物化分析、感官品評、抗氧化性分析、抗菌試驗、統計分析及電腦操作等訓練。

