

熱泡與冷泡包種茶於靜置和浸泡過程中兒茶素組成之變化

林怡萱¹ 駱錫能^{2*}

¹國立宜蘭大學生物資源學院碩士在職專班

²國立宜蘭大學食品科學系

摘要

本研究探討冷泡和熱泡方式對包種茶湯成分的影響，並分析泡茶後靜置與浸泡過程中茶湯成分及抗氧化活性的變化，結果顯示熱泡包種茶湯主要的兒茶素為 EGC、EC 和 GC 等三種，冷泡包種茶湯主要兒茶素為 EGCG、ECG、EGC、EC 和 GC 等五種，二者皆以 EGC 的含量為最高。熱泡後茶湯於靜置 15 分鐘內，兒茶素含量並無顯著變化，靜置超過 30 分鐘至 720 分鐘，其含量則皆有顯著的下降，減少約 30%-45%，顯示以兒茶素含量為指標時，熱泡包種茶於 15 分鐘內飲用較佳。而冷泡包種茶湯在浸泡 6-12 小時，各兒茶素的含量並無顯著的變化，繼續浸泡至 24 小時後，其含量則會顯著上升。咖啡因含量則不受靜置與浸泡時間的影響。比較熱泡和冷泡包種茶湯的差異，發現冷泡包種茶湯於浸泡超過 8 小時後，各兒茶素成分含量皆比熱泡包種茶湯為高。另外，冷泡包種茶在浸泡過程中的 DPPH 自由基清除能力與總兒茶素含量有顯著正相關，二者皆隨浸泡時間的延長而升高。

關鍵詞：包種茶、兒茶素、熱泡和冷泡、靜置過程、浸泡過程、抗氧化

*通訊作者。E-mail: snlou@niu.edu.tw

Changes in Catechins of Hot and Cold Brewed Paochong Tea During Standing and Soaking

Yi-Xuan Lin¹, Shyi-Neng Lou^{2*}

¹EMA Program in College of Bioresources, National Ilan University

²Department of Food Science, National Ilan University

Abstract

The purpose of this study was to determine the composition and content of catechins in hot and cold brewed Paochong tea. And, the effect of standing and soaking process of these two kinds of tea on catechins and antioxidant activity was also investigated. The results indicated that the major catechins in hot brewed Paochong tea were EGC, EC, and GC, while those were EGCG, ECG, EGC, EC, and GC in cold brewed Paochong tea. The most abundant EGC was found in both of the Paochong tea. There was no significant difference in catechins content in 15 min standing of hot brewed Paochong tea. The catechins content of hot brewed Paochong tea decreased about 30-45% when standing time over 30 min to 720 min. Therefore, it is suggested that the best drinking time of hot brewed Paochong tea is within 15 min for ingesting the highest amount of catechins. For cold brewed Paochong tea, the content of catechins increased significantly after soaking for 24 hrs, while there was no significant different during 6-12 hrs soaking. No significant change of caffeine level was observed during standing and soaking. Comparing of hot and cold brewed Paochong tea, the content of catechins in cold brewed Paochong tea after 8 hrs soaking was higher than those in hot brewed Paochong tea. Besides, the DPPH free radical scavenging activity and total catechins content in cold brewed Paochong tea increased during soaking, which also showed good positive correlations.

Keywords: Paochong tea, catechins, hot and cold brewed, standing, soaking, antioxidant

*Corresponding author. snlou@niu.edu.tw

壹、前言

茶樹 (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) 屬於山茶科、山茶屬，茶的嫩芽嫩梢經過不同的加工方法可製成各式種類的茶葉。茶中含有豐富的兒茶素類 (catechins) 具有諸多生理活性 (Weinreb *et al.*, 2004; Lin *et al.*, 2006; Hodgson and Croft, 2010; Lambert *et al.*, 2010)，為國內外均受歡迎的健康飲品。茶飲品一般沖泡方式可利用熱泡或冷泡形成茶湯後飲用，由於兒茶素類化合物具有良好的抗氧化功能 (Perva-Uzunalić *et al.*, 2006; Kim *et al.*, 2007)，然而其在泡茶過程中又極易產生變化而影響其健康訴求。有關熱泡烏龍茶在不同萃取溫度與時間的研究較多 (詹等, 2014; 戴等, 2016; Su *et al.*, 2006, 2007; Komes *et al.*, 2010; Lin *et al.*, 2014; Lee *et al.*, 2015; Pastoriza *et al.*, 2017)，針對冷泡烏龍茶的研究則較少 (詹等, 2014; Liao *et al.*, 2012; Lin *et al.*, 2014)，而熱泡烏龍茶靜置過程中的變化則更為少見 (Komes *et al.*, 2010; Pastoriza *et al.*, 2017)。已知包種茶為新北市坪林地區主要生產茶種，2020 年總產量為 419 公噸，其相關研究並不多 (鄭, 2008; 林, 2019; 蔡等, 2011)，而鄒 (2006) 有針對冷泡包種茶進行研究，有關包種茶冷泡與熱泡的差異以及泡茶後茶湯的中兒茶素和氧化活性的變化等資訊，至目前則尚少釐清，值得研究。因此，本研究擬利用液相層析串聯質譜儀分析包種茶熱泡及冷泡茶湯中兒茶素成分之差異，同時探討熱泡後靜置不同時間以及冷泡茶不同浸泡時間下，兒茶素、咖啡因及抗氧化能力之變化，以提供作為泡茶與喝茶時獲取適切有效成份之參考。

貳、材料和方法

一、材料

文山包種茶係購自新北市坪林區茶香情茶房，為 2020 年春季摘採之青心烏龍茶種所製成的條型包種茶，產地為台灣坪林地區。

二、標準品

Epigallocatechin gallate (EGCG)、epigallocatechin (EGC)、epicatechin gallate (ECG)、galocatechin gallate (GCG)、epicatechin (EC)、galocatechin (GC)、catechin gallate (CG)、catechin (C) 和 caffeine 等皆採購自 Sigma-Aldrich 公司 (St. Louis, MO, USA)。

三、包種茶湯之製備

1. 熱泡：參考蘇 (2014) 和李與葉 (2015) 的方法，秤取 5 g 茶葉至燒杯中，以 250 mL 90°C 熱逆滲透水沖泡，第一次沖泡十秒後倒出捨棄，第二次沖泡六十

秒後倒出收集備用，第三次沖泡九十秒後倒出收集備用，混合第二次和第三次所得之沖泡液後，定容至 500 mL，即得熱泡包種茶湯。

2. 冷泡：秤取 5 g 茶葉至含蓋之塑膠樣品瓶中，倒入 500 mL 4°C 的逆滲透水，放置於 4°C 冰箱中，浸泡 6-24 小時，即為不同浸泡時間之冷泡包種茶湯。

四、熱泡包種茶湯之靜置試驗

將製備所得之熱泡包種茶湯立即取 50 mL 代表初始茶湯樣品，剩餘茶湯加蓋後放置室溫下，分別於靜置 5、10、15、30、60 和 720 分鐘後，每次取 50 mL 備用，備用之茶湯貯存於 -30°C 凍箱中，於分析前完全解凍，並以 0.22 μ m 孔徑濾膜過濾後，再從其中吸取 1 mL 於 10 mL 定量瓶中，以 0.1% 的甲酸溶液定量至標線，混合均勻後即得分析用之檢液。

五、冷泡包種茶湯之浸泡試驗

將製備之茶湯加蓋後放置於 4°C 冰箱中，浸泡 6、8、12 和 24 小時後各吸取 50 mL 備用，備用之茶湯貯存於 -30°C 凍箱中，於分析前完全解凍，以 0.22 μ m 孔徑濾膜過濾後，再從其中吸取 1 mL 於 10 mL 定量瓶中，以 0.1% 的甲酸溶液定量至標線，混合均勻後即得分析用之檢液。

六、LC-MS/MS 分析茶湯中兒茶素及咖啡因

參考 Tao *et al.* (2016) 的分析條件，以液相層析串聯式質譜儀 (LC-MS/MS) 分析茶湯中兒茶素及咖啡因的含量。HPLC 分析條件：管柱為 Inertsil® ODS-3 (150 mm $\times$ 3.0 mm id, 5 μ m, GL Sciences, Tokyo, Japan)；樣品注射體積為 2 μ L，流速為 0.3 mL/min，管柱溫度為 30°C，移動相為 (A) 0.1% 甲酸水溶液及 (B) 甲醇，移動相梯度如下：

Time (min)	Mobile phase A (%)	Mobile phase B (%)
0	75	25
2	75	25
7	66	34
9	58	42
15	55	45
16	75	25
20	75	25

質譜儀（3200 Applied Biosystem, MDS SCIEX, USA）設定參數：以電噴灑游離源（ESI）在負離子模式下分析，以多重反應監測（MRM）模式下監控，電噴霧源的溫度和電壓分別為 500°C 和 5.5 千伏，碰撞室（CAD）的氣體設定為 3 磅，而幕氣氣體（CUR）設定在 20 磅，Entrance Potential（EP）：10，Collision Cell Exit Potential（CXP）：15，各化合物的去聚電勢（DP）和碰撞能量（CE）分別以下表進行分析，再以不同濃度標準品之波峰面積所得之標準曲線對照定量，換算樣品之兒茶素及咖啡因含量。八種兒茶素及咖啡因之分析參數如下：

Compound	Q1 mass (amu)	Q3 mass (amu)	DP (V)	CE (V)
Epigallocatechin gallate(EGCG)	459	139	21	35
Epigallocatechin(EGC)	307	139	30	20
Epicatechin gallate(ECG)	443	123	36	20
Galocatechin gallate(GCG)	459	139	21	35
Epicatechin(EC)	291	139	31	25
Galocatechin(GC)	307	139	30	20
Catechin gallate(CG)	443	123	36	20
Catechin(C)	291	139	31	25
Caffeine	195	138	40	27

七、總兒茶素含量

將茶湯中分析所得之個別兒茶素含量加總後，即為總兒茶素含量。

八、DPPH 自由基清除能力測定

參考 Yamaguchi *et al.* (1998) 的方法並加修改，取 200 μ L 樣品溶液（樣品組）與 200 μ L 含甲醇溶液（空白組），分別添加 200 μ L 新鮮配製的 0.5 mM DPPH（ α , α -diphenyl- β -picrylhydrazyl）之甲醇溶液，混合均勻並避光靜置 30 分鐘後，置於 96 微孔分析盤中，依序為樣品組和空白組，以微量盤式分析儀（VICTOR® Nivo™ 3F, Perkin Elmer, Waltham, MA, USA）在 OD517 下讀取數值。每個樣本重複三次試驗。計算公式如下：

$$\text{清除能力 (\%)} = [(\text{空白組} - \text{樣品組}) / \text{空白組}] \times 100\%$$

九、統計分析

利用 SAS 統計軟體分析數據間之相關性，先以單因子變異數分析（One-way ANOVA）比較組間之差異，再以鄧肯式多變異分析法（Duncan's New Multiple Range Test, DMRT）測定各組間是否具有顯著性差異（ $p < 0.05$ ）。實驗採三重複進行，所得數據皆以平均值（mean）± 標準差（standard deviation, S.D.）表示。

參、結果與討論

一、熱泡包種茶湯靜置過程中兒茶素組成分之變化

為了解包種茶沖泡後，若未立即飲用，在靜置過程中兒茶素組成的變化，本研究以 90°C 熱水沖泡包種茶湯，在室溫下靜置不同時間後，利用 LC-MS/MS 進行兒茶素組成分析。本實驗著重於日常泡茶後靜置過程的變化，因此參考蘇（2014）及李與葉（2015）的泡茶方式進行試驗。結果顯示如表 1，熱泡包種茶湯中的兒茶素有 EGC、EC 和 GC，均為游離型的兒茶素，其餘兒茶素組成分則皆未檢出。鄒（2005）指出熱泡包種茶湯含有 EGC、EC 和酯型兒茶素的 ECG 和 EGCG 等四種兒茶素，與本研究略有不同，其原因則尚待釐清。本試驗發現之三種兒茶素的含量皆隨著靜置時間的延長而逐漸下降。其中 EGC 在茶湯中的含量為 101.15 $\mu\text{g/mL}$ ，靜置 15 分鐘後，其含量雖有少量減少，但是統計上並無顯著差異。持續靜置至 30 分鐘後含量則有顯著降低之現象（ $p < 0.05$ ），EGC 含量降為 69.94 $\mu\text{g/mL}$ ，顯示已減少 30.9%，而靜置時間在 30-60 分鐘之間，EGC 的含量並無顯著差異。之後，持續靜置至 720 分鐘（12 小時）後，EGC 的含量則又明顯下降至 55.02 $\mu\text{g/mL}$ ，已減少約 45.6%。

EC 的初始含量為 15.62 $\mu\text{g/mL}$ ，靜置 15 分鐘後含量減少為 13.74 $\mu\text{g/mL}$ ，然而統計上並無顯著變化。時間延長至 30 分鐘後，其含量則有顯著的下降（10.58 $\mu\text{g/mL}$ ），此後至 60 分鐘，則與 30 分鐘時的含量沒有顯著的差異，720 分鐘後含量已經下降至 9.34 $\mu\text{g/mL}$ ，約已下降了 40.2% 之多。而 GC 為包種茶湯中含量最少的兒茶素，其初始含量為 1.11 $\mu\text{g/mL}$ ，靜置至 15 分鐘時，含量並無顯著差異，30 分鐘之後，其含量則明顯下降至 0.02 $\mu\text{g/mL}$ ，已減少 98.2%。之後至 720 分鐘均無顯著差異。Komes *et al.*（2010）以熱烏龍茶湯靜置 1, 2, 4, 6 和 24 h 之後，觀察總酚含量的變化，得知總酚含量在靜置前期有高度變動，但是靜置 24 h 之後則有明顯下降，其推測可能因為聚合反應或是氧化反應導致含量下降。然而，其並無靜置 1 h 內變化的研究。

綜合以上，包種茶湯主要的兒茶素為 EGC、EC 和 GC 等三種，經沖泡後，靜置 15

分鐘內，其含量並無顯著的變化，靜置超過 30 分鐘，其含量即有顯著的下降，若靜置隔夜約 12 小時（720 分鐘）後，含量則明顯的大幅下降。靜置過程中含量減少，推測可能為氧化作用或是產生聚合反應所致。顯示包種茶湯在沖泡後 15 分鐘內飲用，可攝取較多之兒茶素，超過 30 分鐘則有明顯的減少。

表 1. 熱泡包種茶湯靜置過程中兒茶素組成分之變化

Table 1. Changes in catechins composition of hot brewed Paochong tea during standing

Standing time (min)	EGCG	EGC	ECG	GCG	EC	GC	CG	C
	(μg/mL)							
0	N.D. ^d	101.15±9.45 ^a	N.D.	N.D.	15.62±1.93 ^a	1.11±0.45 ^a	N.D.	N.D.
5	N.D.	99.08±8.94 ^a	N.D.	N.D.	15.09±0.77 ^a	1.06±0.57 ^{ab}	N.D.	N.D.
10	N.D.	95.57±6.18 ^a	N.D.	N.D.	14.79±0.91 ^a	1.13±0.35 ^a	N.D.	N.D.
15	N.D.	89.32±10.02 ^a	N.D.	N.D.	13.74±1.45 ^{ab}	0.74±0.51 ^{ab}	N.D.	N.D.
30	N.D.	69.94±1.23 ^b	N.D.	N.D.	10.58±0.42 ^{bc}	0.02±0.04 ^b	N.D.	N.D.
60	N.D.	70.02±5.63 ^b	N.D.	N.D.	10.97±1.80 ^{bc}	0.13±0.23 ^{ab}	N.D.	N.D.
720	N.D.	55.02±7.73 ^c	N.D.	N.D.	9.34±1.00 ^c	0.09±0.15 ^{ab}	N.D.	N.D.

1. a-c Values (mean ± S.D., n = 3) with different superscripts in the same column are significantly different ($p < 0.05$).

2. dN.D.= not detected.

二、熱泡包種茶湯靜置過程中總兒茶素含量之變化

圖1為熱泡包種茶湯靜置過程中總兒茶素含量的變化，熱泡包種茶經沖泡後，茶湯的總兒茶素含量為118.13 μg/mL，靜置5、10及15分鐘後含量分別為115.23 μg/mL、111.49 μg/mL和 103.81 μg/mL，其總含量雖有減少之趨勢，但是統計上並無顯著差異。靜置30分鐘後，總含量呈現顯著性的下降 ($p < 0.05$)，其總含量降至80.54 μg/mL，約減少31.8%，之後，隨靜置時間延長至12小時（720分鐘）時，總兒茶素含量降低至64.46 μg/mL，約減少45.43%，然而在靜置30分鐘後，其總兒茶素的含量在統計上並無顯著的差異。熱泡綠茶湯靜置24 h後總酚類含量亦會有明顯的減少 (Komes *et al.*, 2010; Pastoriza *et al.*, 2017)。

綜合以上，茶湯經沖泡後，立即飲用時總兒茶素含量最高，靜置15分鐘內總兒茶素含量沒有顯著差異，之後，隨時間增長含量皆持續降低，經靜置時間至30分鐘時有顯著下降，之後則持續下降，但是並無顯著差異。

熱泡包種茶湯之咖啡因含量為104.56 μg/mL，靜置5-720分鐘後，含量介於102.89 - 97.86 μg/mL之間，並無顯著差異，（實驗室內部數據）。顯示包種茶湯靜置過程中，咖啡因含量無顯著變化。

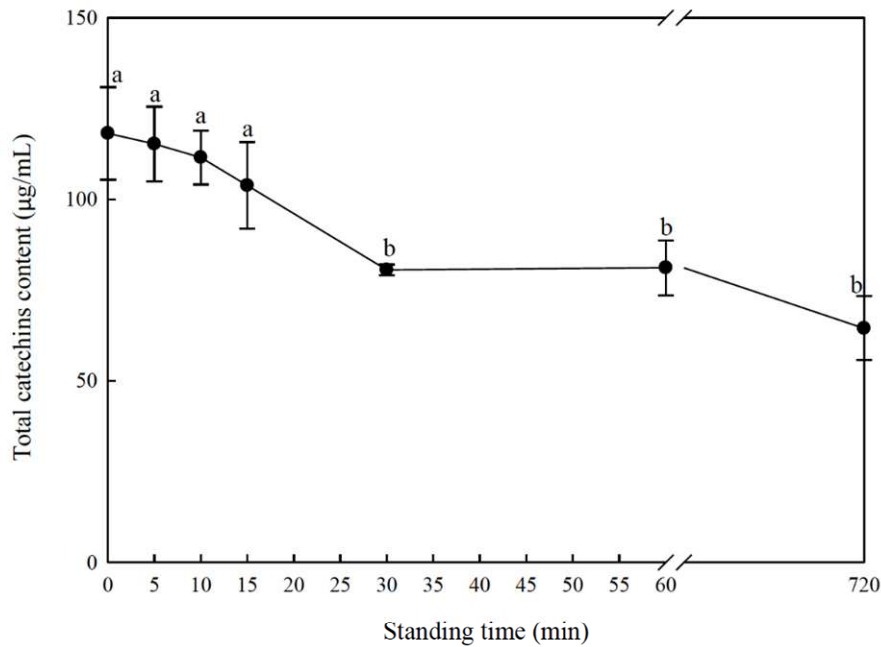


圖 1. 熱泡包種茶湯靜置過程中總兒茶素含量之變化。

Fig. 1. Changes in total catechins content of hot brewed Paochong tea during standing. (a,b Values (mean $\pm$ S.D., $n = 3$) with different superscripts in the curve are significantly different ($p < 0.05$).

三、浸泡過程中冷泡包種茶湯之兒茶素組成分變化

於不同浸泡時間後冷泡包種茶湯之兒茶素組成變化，結果如表2，冷泡包種茶湯中的兒茶素有EGCG、EGC、ECG、EC和GC，其餘兒茶素則皆未檢出。文獻指出冷泡包種茶湯含有EGCG、EGC、ECG和EC，然而卻無GC（鄒，2005），推測可能是本實驗使用LCMSMS進行分析，因此檢測靈敏度較高所致。隨著浸泡時間的延長，冷泡包種茶五種兒茶素的含量皆有逐漸上升的趨勢。在浸泡後6小時後，其中的EGCG含量為0.69 $\mu\text{g/mL}$ ，浸泡時間延長至12小時後，含量則有顯著增加（ $p < 0.05$ ），含量增加為16.33 $\mu\text{g/mL}$ ，已增加為23.7倍，隨時間延長到24小時，其含量更顯著增加至32.07 $\mu\text{g/mL}$ ，與6小時含量相比已增加46.5倍。

EGC為冷泡包種茶湯中含量最高的兒茶素，浸泡6小時含量已有116.19 $\mu\text{g/mL}$ ，隨時間延長到12小時，EGC的含量並無顯著差異。持續浸泡至24小時後，EGC的含量則明顯上升至188.13 $\mu\text{g/mL}$ （ $p < 0.05$ ），已增加約1.6倍。而ECG則為冷泡包種茶湯中含量最少的兒茶素，浸泡6小時，EGC含量為0.01 $\mu\text{g/mL}$ ，浸泡至12小時，含量顯著增加，至24小時後，其含量更明顯上升至3.90 $\mu\text{g/mL}$ （ $p < 0.05$ ），含量已增加390倍。

EC的6小時含量為17.28 $\mu\text{g/mL}$ ，浸泡12小時含量顯著增加至27.17 $\mu\text{g/mL}$ ($p<0.05$)。時間延長至24小時之後，其含量更顯著的上升至33.18 $\mu\text{g/mL}$ ($p<0.05$)，約已增加1.9倍。而浸泡6小時，GC的含量為2.59 $\mu\text{g/mL}$ ，浸泡至12小時，含量並無顯著差異，浸泡至24小時，其含量則顯著上升至6.47 $\mu\text{g/mL}$ ($p<0.05$)，含量已增加2.5倍。熱泡烏龍茶的總酚含量隨著浸泡時間和溫度的增加而增加 (Su *et al.*, 2006, 2007)。冷泡碧螺春亦有相同的變化趨勢 (Liao *et al.*, 2012)。而冷泡包種茶隨浸泡時間的延長，其兒茶素含量均會增加 (鄒，2005)。

綜合以上，冷泡包種茶湯主要兒茶素為EGCG、EGC、ECG、EC和GC等五種，其中以EGC的含量最高。浸泡6-12小時，各兒茶素的含量並無顯著的變化，繼續浸泡至24小時後，其含量則會顯著上升。顯示冷泡包種茶湯的兒茶素含量會隨浸泡時間的延長而增加。在本研究條件下，浸泡24小時有最高的兒茶素組成分含量。

表 2. 浸泡過程中冷泡包種茶湯兒茶素組成分之變化

Table 2. Changes in catechins composition of cold brewed Paochong tea during soaking

Soaking time (hours)	EGCG	EGC	ECG	GCG	EC	GC	CG	C
	(μg/mL)							
6	0.69±1.19 ^c	116.19±8.24 ^b	0.01±0.02 ^c	N.D. ^d	17.28±2.63 ^b	2.59±0.51 ^b	N.D.	N.D.
8	7.51±4.00 ^{bc}	131.07±30.80 ^{ab}	0.57±0.58 ^{bc}	N.D.	20.63±3.98 ^b	3.57±1.20 ^b	N.D.	N.D.
12	16.33±4.55 ^b	169.76±24.45 ^{ab}	2.10±0.72 ^b	N.D.	27.17±4.97 ^{ab}	4.89±0.85 ^{ab}	N.D.	N.D.
24	32.07±7.69 ^a	188.13±22.39 ^a	3.90±1.00 ^a	N.D.	33.18±3.72 ^a	6.47±1.07 ^a	N.D.	N.D.

1. a-cValues (mean $\pm$ S.D., n = 3) with different superscripts in the same column are significantly different ($p < 0.05$).
2. dN.D.= not detected.

四、浸泡過程中冷泡包種茶湯之總兒茶素含量變化

圖2為浸泡過程中冷泡包種茶湯之總兒茶素含量變化，浸泡6小時，總兒茶素含量為136.76 $\mu\text{g/mL}$ ，浸泡8小時並無顯著變化，浸泡12小時後，總含量顯著增加至220.24 $\mu\text{g/mL}$ ($p<0.05$)，之後維持無顯著差異至浸泡24小時的263.75 $\mu\text{g/mL}$ 。

綜合以上，浸泡過程中，冷泡包種茶湯的總兒茶素含量隨著浸泡時間的延長而增加，浸泡6-8小時內，總兒茶素含量沒有顯著差異，經浸泡時間至12小時後含量則有顯著的上升。

經浸泡6小時後冷泡包種茶湯的咖啡因含量為87.14 $\mu\text{g/mL}$ ，浸泡8小時後含量為90.16 $\mu\text{g/mL}$ ，12小時後含量為99.86 $\mu\text{g/mL}$ ，24小時後含量則為116.47 $\mu\text{g/mL}$ （實驗室內

部數據)。咖啡因含量雖有隨著浸泡時間延長而有些微的上升，但統計分析結果並無顯著差異。

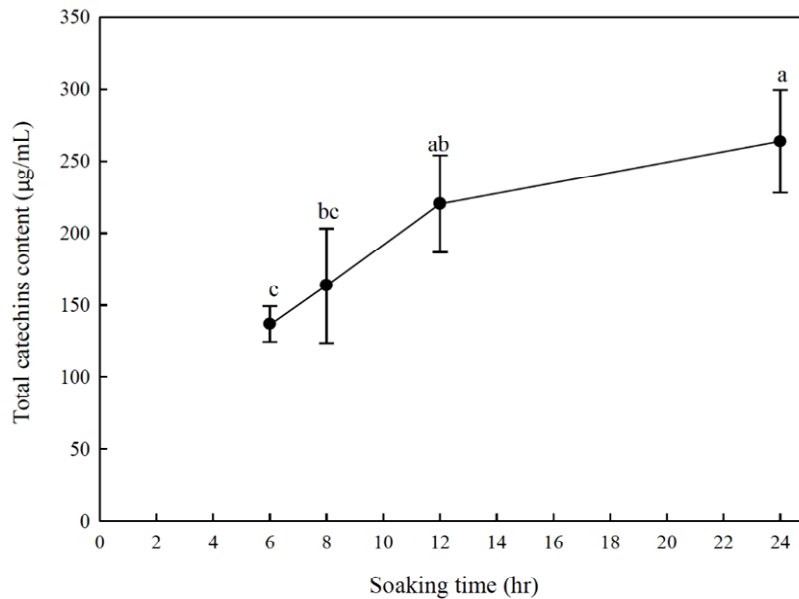


圖 2. 不同浸泡時間冷泡包種茶之 DPPH 自由基清除能力。

Fig. 2. Changes in total catechins content of hot brewed Paochong tea during standing. (a,b Values (mean $\pm$ S.D., $n = 3$) with different superscripts in the curve are significantly different ($p < 0.05$).

五、熱泡與冷泡包種茶湯兒茶素各組成分之比較

比較熱泡後靜置5分鐘之包種茶湯及冷泡6小時後包種茶湯之各別兒茶素組成（表1和表2），顯示熱泡後靜置5分鐘之包種茶湯，其兒茶素組成分僅發現含有EGC、EC和GC等三種，然而浸泡6-24小時後之冷泡包種茶湯，其兒茶素組成分則有五種，增加了EGCG和ECG兩種，兩種茶湯皆以EGC含量最高，其次為EC，再次則為GC的含量，在冷泡6小時，EGCG和ECG的含量又比GC還低，然而冷泡8-24小時後，EGCG的含量則有增加，且比GC的含量還高，ECG的含量則最少。

浸泡6-24小時後之冷泡包種茶湯中五種兒茶素組成分的含量皆比熱泡包種茶靜置5分鐘後的含量高，且隨浸泡時間的延長而增加，惟浸泡6-8小時後之冷泡包種茶湯的含量與熱泡包種茶靜置5分鐘後的含量統計上並無明顯的差異。鄒（2005）指出冷泡包種茶浸泡8h後其兒茶素含量均高於熱泡包種茶，此點與本實驗結果相吻合。浸泡12小時後之冷泡包種茶湯的兒茶素組成分含量則有顯著的增加，而浸泡24小時後之冷泡包種茶湯的兒茶素組成分含量則又更高。尤其是抗氧化活性極強之EGCG的含量，由熱泡茶湯中之未檢出，增加至浸泡24小時冷泡茶湯之32.1µg/mL，顯示冷泡包種茶湯可能具有較佳之抗氧化活性。

而冷泡包種茶湯的總兒茶素含量也高於熱泡茶湯，其浸泡24小時後之茶湯總兒茶素含量可達263.75 $\mu\text{g/mL}$ ，較熱泡茶湯靜置過程中之64.45-115.23 $\mu\text{g/mL}$ ，高出許多。綜合以上，顯示包種茶以低溫長時間的萃取方式會獲取較多種兒茶素組成分，且含量也高出許多，抗氧化活性也可能較佳。

六、熱泡及冷泡包種茶湯之總兒茶素含量與 DPPH 自由基清除能力

圖3為浸泡過程中冷泡包種茶湯DPPH自由基清除能力之變化，顯示隨著浸泡時間的延長，茶湯DPPH自由基清除的能力亦隨之上升，尤其在12小時以上即有顯著的增加。冷泡烏龍茶湯的DPPH清除能力隨著浸泡時間和溫度的增加而上升（詹等，2014）。冷泡包種茶亦有相似的變化趨勢，其DPPH清除能力會隨浸泡時間的延長而增加（鄒，2005）。熱泡包種茶湯靜置過程中總兒茶素含量與DPPH自由基清除能力的關係如圖四，顯示其線性方程式為 $y = 2.1551x + 48.785$ ，決定係數 $R^2 = 0.2366$ ，二者之間並無顯著的相關性。雖然熱泡茶湯於靜置30分鐘後總兒茶素含量有顯著下降，然而DPPH自由基清除能力卻無顯著的差異。茶葉氧化過程中，部分 EGC 會與 EC 及 ECG 聚合形成茶黃質（theaflavin）和茶紅質（theasinensins）等（Wiseman et al.,1997; 林，2013），顯示總兒茶素下降時，其組成分有可能另外形成具有抗氧化活性的物質（如茶黃質、茶紅質等），因此其抗氧化活性並未隨之下降。

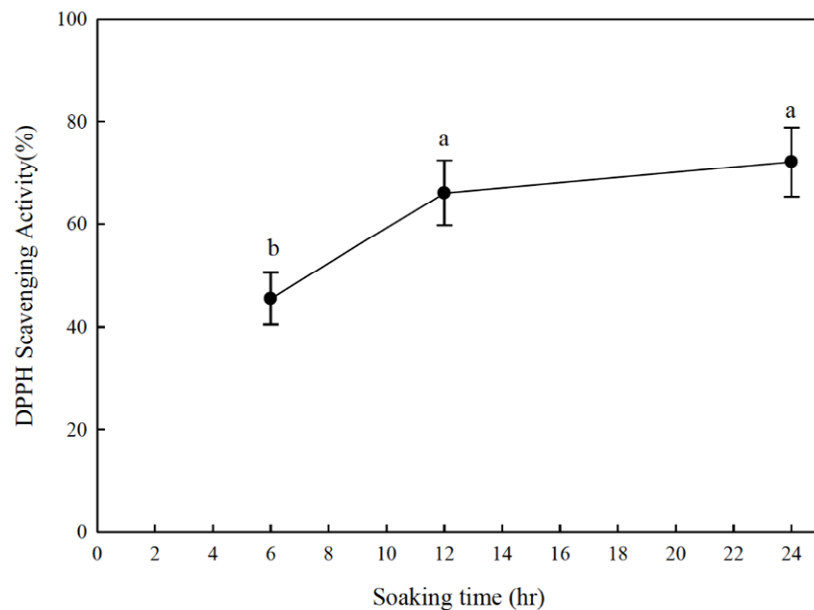


圖 3. 不同浸泡時間冷泡包種茶之 DPPH 自由基清除能力。

Fig. 3. DPPH free radical scavenging activity of cold brewed Paochong tea in different soaking times. (a-b Values (mean $\pm$ S.D., $n = 3$) with different superscripts in the curve are significantly different ($p < 0.05$))

浸泡過程中冷泡包種茶湯的總兒茶素含量與DPPH自由基清除能力的關係（圖4），顯示線性方程式為 $y = 10.689x + 16.984$ ，決定係數 $R^2 = 0.9845$ ，二者有良好的正相關，冷泡包種茶湯的 DPPH自由基清除能力會隨著總兒茶素濃度的升高而增加，且浸泡12小時以上冷泡包種茶湯的DPPH自由基清除能力較熱泡包種茶湯為佳。

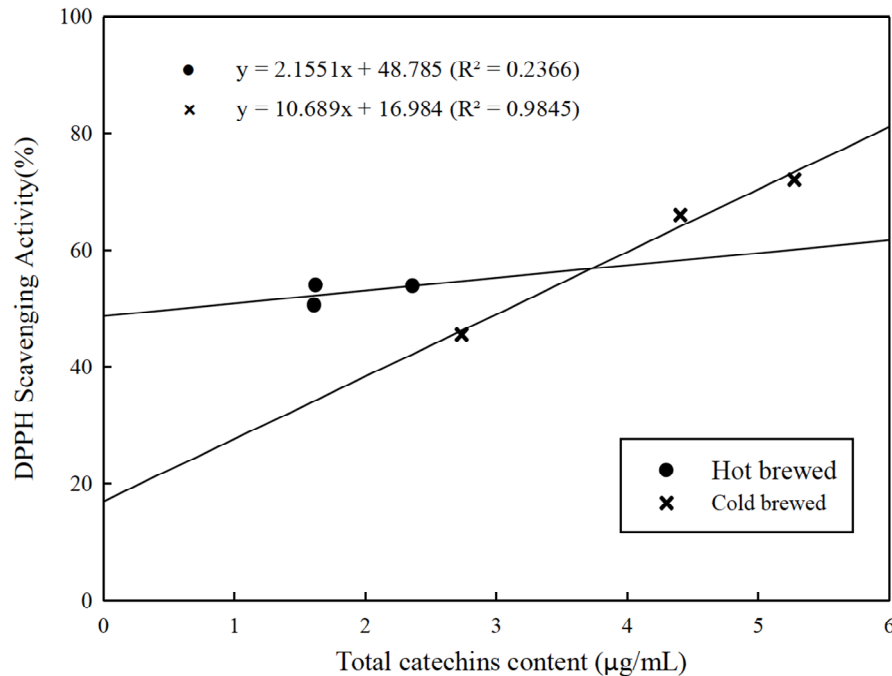


圖 3. 熱泡包種茶湯靜置和冷泡包種茶浸泡過程中總兒茶素含量與 DPPH 自由基清除能力之相關性。

Fig. 3. Correlation coefficient between total catechins content and DPPH free radical scavenging activity of hot and cold brewed Paochong tea during standing as well as soaking.

肆、結論

熱泡包種茶沖泡後，主要的兒茶素為 EGC、EC 和 GC 等三種，隨靜置時間延長而下降，建議熱泡茶湯沖泡後應於 15 分鐘內飲用，其兒茶素含量並無顯著差異。冷泡包種茶湯主要兒茶素為 EGCG、EGC、ECG、EC 和 GC 等五種，在浸泡 6-24 小時後，含量隨著浸泡時間的延長而增加。浸泡 8 小時以上之冷泡包種茶湯的兒茶素含量顯著地較熱泡茶為高。另外，咖啡因含量則不受靜置或浸泡時間的影響。在浸泡過程中，冷泡包種茶湯的 DPPH 自由基清除能力持續增加，且與總兒茶素含量有顯著的正相關性。

參考文獻

- 李民賢、葉錦祥。2015。綠色餐飲研究-台灣生產茶葉之營養與最適沖泡水溫文獻回顧。健康管理學刊 13：73-82。
- 林炳東。2019。台灣茶葉推廣之策略-以坪林茶區為研究案例。中華科技大學碩士學位論文。臺北。
- 林書妍。2013。部分發酵茶茶菁、製程及成茶中可溶性化學成分與揮發性有機化合物之研究。國立臺灣大學園藝暨景觀學系博士學位論文。臺北。
- 鄒梅芳。2005。以冷水浸泡包種茶之茶湯品質及抗氧化性研究。大葉大學生物產業科技學系碩士在職專班碩士論文。彰化。
- 詹錦豐、江志民、高淑真、廖文昌。2014。冷泡烏龍茶抗氧化能力分析與感官品評。長庚科技學刊。20：49-57。
- 蔡怡婷、蔡憲宗、郭介煒。2011。文山包種茶不同年份茶葉品質變化之研究。嘉大農林學報 8：67-79。
- 鄭貽文。2008。不同茶樹品種（系）與採製方式對茶葉兒茶素、咖啡因含量與抗氧化能力之影響。中興大學農藝學系所碩士學位論文。臺中。
- 戴佳如、林秀榮、黃玉如、楊美妹。2016。不同萃取水溫及時間對茶葉兒茶素類和總多元酚類含量之影響。台灣茶業研究彙報 35：151-164。
- 蘇桂玉。2014。利用高效能液相層析儀分析不同浸泡溫度下茶湯的成分變化。中興大學化學系所碩士學位論文。臺中。
- Hodgson, J. M., and K. D. Croft. 2010. Tea flavonoids and cardiovascular health. *Mol. Asp. Med.*, 31: 495-502.
- Kim, E., Y. Liang, J. Jin, Q. Sun, J. Lu, Y. Du, and C. Lin. 2007. Impact of heating on chemical compositions of green tea liquor. *Food Chem.* 103: 1263-1267.
- Komes, D., D. Horzic, A. Belscak, K. K. Ganic, and I. Vulic. 2010. Green tea preparation and its influence on the content of bioactive compounds. *Food Res. Int.* 43: 167-176.
- Lambert, J. D., S. Sang, J. Hong, and C. S. Yang. 2010. Anticancer and anti-inflammatory effects of cysteine metabolites of the green tea polyphenol, (-)-epigallocatechin-3-gallate. *J. Agri. Food Chem.* 58: 10016-10019.
- Lee, Y. S., S. A. Jung, J. H. Kim, K. S. Cho, E. K. Shin, H. Y. Lee, H. K. Ryu, H. J. Ahn, W. I. Jung, and S. H. Hong. 2015. A study on change in chemical composition of green tea, white tea, yellow tea, oolong tea and black tea with different extraction conditions. *Kor. J.*

- Food Nutri. 28: 766-773.
- Liao, W. C., W. H. Wu, S. T. Lai, W. J. Lin, H. C. Liou, and C. F. Chan. 2012. Kinetics investigation of antioxidant capacity and total phenols of low-temperature steeping Bi Luo Chun green tea. Int. J. Food Sci. Tech. 47: 2009-2014.
- Lin, J. K., and S. Y. Lin-Shiau. 2006. Mechanisms of hypolipidemic and anti-obesity effects of tea and tea polyphenols. Mol. Nutri. Food Res. 50: 211-217.
- Lin, S. D., J. H. Yang, Y. J. Hsieh, E. H. Liu, and J. L. Mau. 2014. Effect of different brewing methods on quality of green tea. J. Food Process. Preserv. 38: 1234-1243.
- Pastoriza, P. S., S. Pérez-Burillo, and J. A. Rufián-Henares. 2017. How brewing parameters affect the healthy profile of tea. Curr. Opin. Food Sci. 14: 7-12.
- Perva-Uzunalić, A., M. Škerget, Ž. Knez, B. Weinreich, F. Otto, and S. Grüner, 2006. Extraction of active ingredients from green tea (*Camellia sinensis*): Extraction efficiency of major catechins and caffeine. Food Chem. 96: 597-605.
- Su, X., J. Duan, Y. Jiang, J. Shi, and Y. Kakuda. 2006. Effects of soaking conditions on the antioxidant potentials of oolong tea. J. Food Comp. Anal. 19: 348-353.
- Su, X., J. Duan, Y. Jiang, X. Duan, and F. Chen. 2007. Polyphenolic profile and antioxidant activities of oolong tea infusion under various steeping conditions. Int. J. Mol. Sci. 8: 1196-1205.
- Tao, W., Z. Zhou, B. Zhao, and T. Wei. 2016. Simultaneous determination of eight catechins and four theaflavins in green, black and oolong tea using new HPLC–MS–MS method. J. Pharm. Biomed. Anal. 131: 140-145.
- Weinreb, O., S. Mandel, T. Amit, and M. B. Youdim. 2004. Neurological mechanisms of green tea polyphenols in Alzheimer's and Parkinson's diseases. The J. Nutri. Biochem. 15: 506-516.
- Wiseman, S. A., D. A. , Balentine, & Frei., B. 1997. Antioxidants in tea. Crit. Rev. Food Sci. Nutri., 37: 705-718.
- Yamaguchi, T., H. Takamura, T. Matoba, and J. Terao, 1998. HPLC method for evaluation of the free radical-scavenging activity of foods by using 1, 1-diphenyl-2-picrylhydrazyl. Biosci., Biotech., and Biochem. 62: 1201-1204.

112年 9月 6日 投稿

112年 10月 14日 接受