

嘉南藥理科技大學補助專題研究計畫成果報告

不同萃取方法所得茶渣萃取物抗氧化及抗菌活性之比較

計畫編號：CNBT-93-02

執行期間：民國 93 年 1 月 1 至民國 93 年 12 月 31 日止

主 持 人：葉東柏

(E-mail: idongyeh@mail.chna.edu.tw)



執行單位：生物科技系

中 華 民 國 94 年 2 月 28 日

嘉南藥理科技大學補助專題研究計畫成果報告

不同萃取方法所得茶渣萃取物抗氧化及抗菌活性之比較

計畫類別：☒個別型計畫 ☐整合型計畫

計畫編號：CHBT93-02

執行期間：93 年 01 月 01 日至 93 年 12 月 31 日

主 持 人：葉東柏 教授 嘉南藥理科技大學生物科技系

E-mail: idongyeh@mail.chna.edu.tw

中文摘要

關鍵詞：茶渣 兒茶素類 抗氧化能力 抑菌

本計畫乃針對於國人飲茶風氣盛行，每年茶飲料工廠所產生之茶渣量相當可觀。本研究係探討不同萃取方式，包括沸水及酒精萃取自備茶渣，比較萃取物之成份與效果。結果顯示，自製茶渣經 121°C 沸水萃取 10 分鐘得到的總酯化型兒茶素類物質含量 (7.80 mg) (以每克茶葉計) 與 47.5% 乙醇水溶液萃取 40 分鐘 (7.90 mg) 大致相當。而如單以 EGCG 的萃取量來看，47.5% 乙醇水溶液萃取 40 分鐘所得到的量卻顯著地高於 121°C 沸水所能得到的萃取量。其主要原因是以 121°C 沸水萃取時，會導致部分 EGCG 異構化為 GCG，萃取時間越長越明顯。另採用 47% 食用酒精萃取茶飲工廠之廢棄茶渣。進而比較上述之茶渣萃取物之抗氧化能力以及抑菌能力。結果顯示三種萃取液凍乾粉末進行的檢測。結果顯示，樣品的抗氧化能力 (清除 DPPH 能力及 TEAC 值) 確有不同，茶飲料工廠的廢棄茶渣用 47.5% 乙醇水溶液萃取的抗氧化能力最好，也具有較高的抑菌能力。可能的原因包括：兒茶素物質等殘留量較多，47.5% 乙醇水溶液萃取率較好，EGCG 不會發生異構化現象，低極性的物質 (包括茶黃質 - theaflavins 等) 溶出量較多等。

二、緣由與目的

茶 (*Camellia sinensis*) 是古今中外非常普遍的天然保健飲料原材，茶葉為我國的重要產業之一，台灣茶葉年產量在兩萬公噸以上⁽¹⁾。由於島內土地面積狹小，且工資昂貴，以致製茶成本較高。再加上加入世界貿易組織(WTO)後所造成的衝擊，很明顯的需要進一步掌握有限的資源，做更充分的利用。1984 年起，台灣省茶葉改良場開始研發我國茶飲料的產製，並在食品業界的積極配合下，我國罐裝茶飲料的產製，2001 年其銷售金額約為一百三十億元新台幣以上；估計每年茶飲料工廠所需茶葉約為四、五千公噸^(2,3)。

就申請人所知，茶飲料工廠中熱水萃取後之茶渣多當做廢棄物丟棄。根據申請人的初步分析，茶渣中仍殘留相當量(20-50%)的兒茶素類物質，特別是沒食子酸酯類 (ECG 及 EGCG)，^(4,5) 在另一方面，在發酵茶(烏龍茶及紅茶等)的製造過程中兒茶素類物質會形成一系列的氧化與聚合產物(包括 theasinensins，茶黃素，theaflavins 及茶紅素，thearubigins 等)。此等物質，也有研究顯示具有相當程度的保健與醫療效果。申請人認為

茶渣可經由不同的有機溶劑或 100-121℃ 的熱水進行萃取，分析萃取液中之主要化學組成，進而再比較各萃取物對於 *E.coli* 及造成齲齒的主要形成菌 *Streptococcus mutans* 的抑制效果。可藉此瞭解茶渣不同來源、萃取方法所得之萃取物的抗氧化及抑菌能力。

三、研究方法

1. 本研究所用之茶渣，除部分為自行製備外，其他則直接來自統一公司新市廠。

自行製備茶渣的程序如下：

秤取 10 g 自茶飲料工廠所取得的原料茶葉，模擬一般沖泡茶葉的程序，加入 100 °C 的沸水 1 L，以 50 rpm 速度緩慢攪拌二十分鐘進行萃取，以抽氣過濾方式將茶湯與茶渣分離，收集濾液(茶湯)並加以定量；茶渣再以相同條件重覆萃取一次，濕茶渣除直接進行萃取(見第 2 項)。

2. 茶渣之萃取

將上述用沸水萃取兩次後的濕茶渣分成三等分，裝入有蓋之三角瓶中，每組濕茶渣用量相當於 3.33 g 的乾茶葉，然後分別添加 66 mL 的水(兩組)或 47.5% 的乙醇水溶液，前者分別在加熱板上加熱至 100°C 沸水或在高壓滅菌釜中加熱至 121°C (高壓沸水)，而 47.5% 乙醇水溶液一組則是在室溫下進行。茶渣以上述三種不同的萃取方式分別萃取十、二十、及三十分鐘，不過 47.5% 乙醇水溶液一組的萃取時間則延長至四十分鐘。茶渣以熱水萃取者，每次萃取時要注意補充沸水。各組於十及二十分鐘時各取 0.1 mL 的萃取液備用，乙醇溶液萃取者另增加一次三十分鐘萃取的樣品。完成萃取(三十或四十分鐘)後進行抽氣過濾，量測濾液體積。最後將各組各時段的萃取液，以孔徑 0.45 μm 的濾頭過濾之，濾液再以 HPLC 分析並換算兒茶素等物質之濃度。

工廠茶渣在取回後直接進行 47.5% 食用酒精(酒精購自隆田酒廠)萃取、分離與冷藏備用。

3. 茶渣萃取物之濃縮

分別取上述之茶渣之最後萃取液各 50mL，進行減壓濃縮至約 5mL，再以冷凍乾燥法作最後乾燥，並以秤重。

4. 標準品及茶葉與茶渣萃取物之成分分析

為了解不同萃取方法所獲兒茶素等物質成分的差異，乃依據葉等人之方法⁽⁶⁾，亦即利用 HPLC 將之分離並配合 UV 偵測器以 280nm 吸光值之變化進行檢測與分析。所得層析圖譜進而與本實驗室已建立的茶葉中所含的兒茶素類物質及咖啡因標準品的 HPLC 層析圖譜和相關滯留時間吸收光譜、波峰面積及相對濃度等資料庫。如圖 1 進行比對與鑑定。分析條件大致如下：

HPLC 所使用之管柱為 Lichrospher® 100 RP-18e (0.46×250mm)，所使用的移動相及分析條件如下：A 液(100% 甲醇)與 B 液(含 10% 甲醇及 1% 醋酸之水溶液)的混合液由開始的 10:90 增至 37:63 進行二十分鐘沖提，再以 100% 甲醇沖提十分鐘。最後再以開始的比例平衡管柱二十五分鐘，流速為 1 mL/min。將兩次萃取液(茶湯)以孔徑 0.45 μm 的濾頭過濾，以 HPLC 分析之。並據以換算出萃取液中酯化型兒茶素物質及咖啡因之含量變化。

5. 抗氧化能力檢測

A. DPPH 自由基清除效應⁽⁷⁾

測定方法是在微量離心管中先加入 400μL 不同濃度的 Trolox 標準品溶液，之後迅速加入 400μL DPPH 甲醇溶液(0.2mM)，使最後體積成為 800μL。均勻混合後於室溫下避光靜置 90 分鐘，而後以分光光度計檢測 517 nm 處之吸光值(A₅₁₇)。另外將各組凍乾粉末樣品取以 1 mg 溶於 1 mL 的 50% 甲醇水溶液中，稀釋為 30μg/mL 後，以同樣的方法與 DPPH 試劑反應並測其 517 nm 之吸光值變化。後每一樣品各進行三重複並取其平均值。當 DPPH 自由基被清除愈多時，A₅₁₇ 的值降低的愈多；利用相對於空白組吸光值下降的百分比，換算出各組樣品清除 50% DPPH 自由基所需的濃度(EC₅₀)，可判定各試驗樣品清除 DPPH 自由基能力之強弱。

B. TEAC的測定⁽⁸⁾

首先配製 7 mM 的 ABTS

(2,2'-azinobis[3-ethylbenzothiazoline-6- sulfonic acid] diammonium salt) 溶液，再加入過硫酸鉀 (potassium persulfate, 最終濃度為 2.45 mM)，混合均勻，在常溫避光下進行反應十六小時，使其產生穩定之藍綠色 $ABTS \cdot^+$ 自由基水溶液，最後將水溶液稀釋成 734 nm 處吸光值 (A_{734}) 約為 0.7 的濃度下備用。測定時，取上述試劑之稀釋液 1 mL，加入 10 μ L 不同的樣品溶液，震盪混合以進行反應，一分鐘後測其 734 nm 波長下之吸光值，觀察藍綠色脫色程度。本論文係以不同濃度之 Trolox 做為對照組，同時進行清除 $ABTS \cdot^+$ 自由基能力的測定，做出 $ABTS \cdot^+$ 清除能力之標準曲線，再與試驗樣品之清除 $ABTS \cdot^+$ 能力作比較。

本研究中各樣品 TEAC 值的測定程序，是先以不同濃度之 Trolox 測試所得檢測值繪製成 TEAC 之標準曲線；接著再秤取各組樣品 1 mg，溶於 2 mL 50% 之甲醇水溶液中，使成為濃度為 500 μ g/mL 的溶液，再以相同的條件測定各樣品存在時 A_{734} 的變化，並據以換算出各組樣品相當於多少濃度 (mM) 的 Trolox 所能提供的抗氧化能力。本實驗係採一分鐘之短反應期間進行測試，每一樣品各進行三重複並取其平均值。

6. 抑菌試驗

以 paper disc diffusion 方法檢測茶渣萃取物之抑菌能力。⁽⁹⁾使用兩種測試菌(*E. coli*, BCRC10314 及 *S. mutans*, BCRC15255)依一般的程序進行。⁽¹⁰⁾配製茶渣之萃取物之水溶液 (500 ppm)，經無菌處理後，取 25 μ L 注入於 6 mm 之 paper disc 上，於 37 $^{\circ}$ C 培養 48 及 72 小時後分別量測抑菌圈的大小。每一樣品做三重複，取其平均值，再由抑菌圈的大小換算出抑菌能力。

四、結果與討論

1. 標準曲線製備

標準品經 HPLC 分析的結果如下圖。

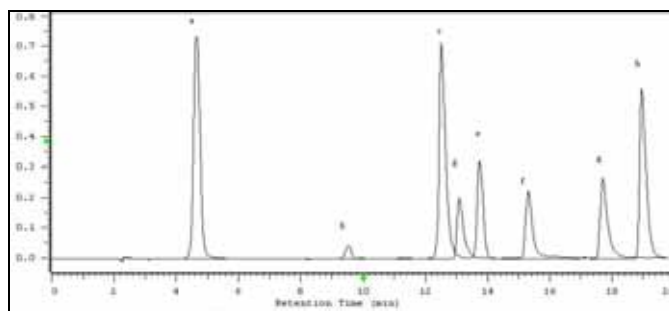


圖 1. 標準品之 HPLC 分析結果

標準品: a, gallic acid; b, EGC; c, caffeine; d, EGCG; e, EC; f, GCG; g, ECG; h, CG。

2. 茶渣萃取方法之比較分析

A. 茶葉萃取次數與酯型兒茶素含量

研究中先將茶葉連續二次經過 100 $^{\circ}$ C 的沸水以緩慢速度攪拌二十分鐘進行萃取，所得之茶渣再分別使用不同萃取條件 (包括 100 $^{\circ}$ C 沸水、121 $^{\circ}$ C 高壓沸水及 47.5% 乙醇水溶液) 分別進行十、二十、及三十分鐘的萃取來比較酯化型兒茶素類物質及咖啡因之溶出量的變化。茶葉經過 100 $^{\circ}$ C 的熱水連續萃取二次，由 HPLC 的結果可看出在第二次的萃取液中，酯化型兒茶素類物質及咖啡因會明顯的降低許多。而在表 5.1 (88 頁) 可顯示出總酯化型兒茶素的溶出量由 29.67 mg/g 減為 6.1 mg/g；而咖啡因溶出量也由 38.39 mg/g 減為 3.87 mg/g，顯示酯化型兒茶素類物質及咖啡因均易溶於 100 $^{\circ}$ C 的熱水。

表1 茶葉與茶渣樣品於不同條件下的萃取液之成分變化

萃 取 條 件 萃 取 物 質	Total Esterified catechins (mg/g)	GA (mg/g)	Caffeine (mg/g)
工廠茶葉第一次 100 $^{\circ}$ C 沸水、20'	29.67	1.87	38.39
工廠茶葉第二次 100 $^{\circ}$ C 沸水、20'	6.10	0.29	3.87
茶渣A-100 $^{\circ}$ C、10'	5.27	0.10	0.88
茶渣A-100 $^{\circ}$ C、20'	5.82	0.13	0.59
茶渣A-100 $^{\circ}$ C、30'	5.53	0.15	0.62
茶渣B-120 $^{\circ}$ C、10'	7.80	0.34	1.21
茶渣B-120 $^{\circ}$ C、20'	7.76	0.41	0.74
茶渣B-120 $^{\circ}$ C、30'	7.39	0.55	0.85
茶渣C-酒精、10'	3.49	-	0.64

茶渣C-酒精、20'	6.40	-	0.86
茶渣C-酒精、30'	7.35	-	1.02
茶渣C-酒精、40'	7.90	-	0.92

B.不同萃取條件和時間對總酯化型兒茶素及咖啡因溶出的影響

不同萃取條件與時間對茶渣抽出液的影響中，通常高溫和長時間的萃取，可溶性物質的萃取效率高。因此，萃取溫度越高和時間越長即萃取液中所得到的可溶性物質含量就越多，最後萃取曲線即呈平穩狀甚或下降，表示時間再延長，則萃取效果不一定增加⁽¹¹⁾。表1和圖2及3顯示出此項結果。

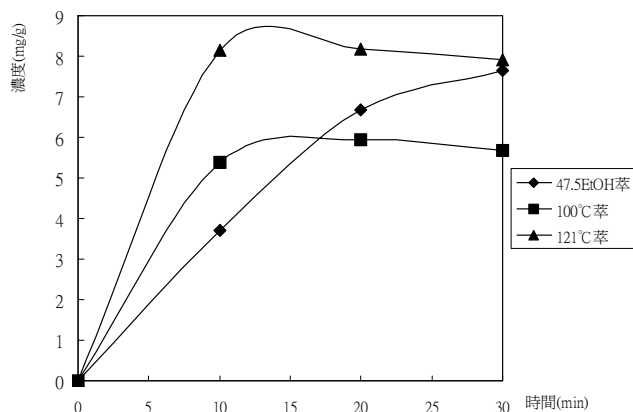


圖2.不同萃取條件和時間對總酯化型兒茶素萃取量的影響

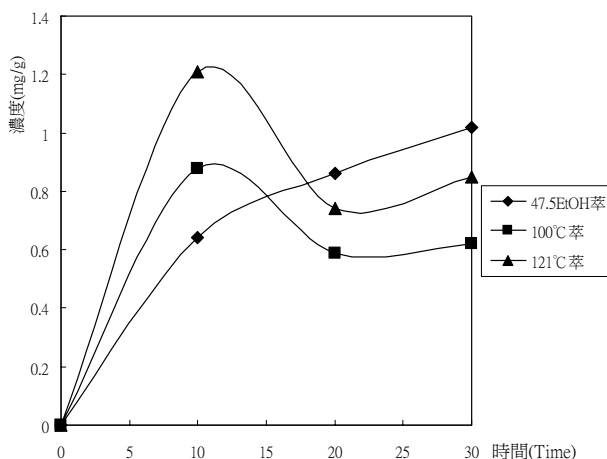


圖3 不同的萃取條件和時間對咖啡因萃取量的影響

茶葉經第二次萃取後，再以 47.5% 乙醇及 121 °C 方式萃取出總兒茶素的最高量比茶葉經第二次萃取所得到量分別多了 2.11mg/g 和 2.07mg/g，而咖啡因和第二次萃取相比，則分別少了 2.95 mg/g 和 3.13mg/g。另外，在茶渣 100 °C 的任何萃取時間下，總兒茶素及咖啡因萃取量

皆小於第二次沖泡的萃取量。

C.不同萃取條件和時間對個別酯化型兒茶素及GA變化之探討

由圖4和5可看出，不同萃取條件下對茶渣中兒茶素類物質的變化與萃取會有不同的影響。使用 47.5% 乙醇水溶液萃取時，隨萃取時間的增加，其 EGCG、ECG 及 CG 所溶出的量也越高。另外，GA 含量因過低而偵測不到。利用 100 °C 沸水條件下萃取時，則隨時間增加至二十分鐘，其 EGCG 所溶出量達到最高，但隨時間增加到三十分鐘，其 EGCG 含量則些微降低；GA 和 CG 則隨時間延後而增加，而 GCG 及 ECG 的溶出量則無太大變化。另外，於 121

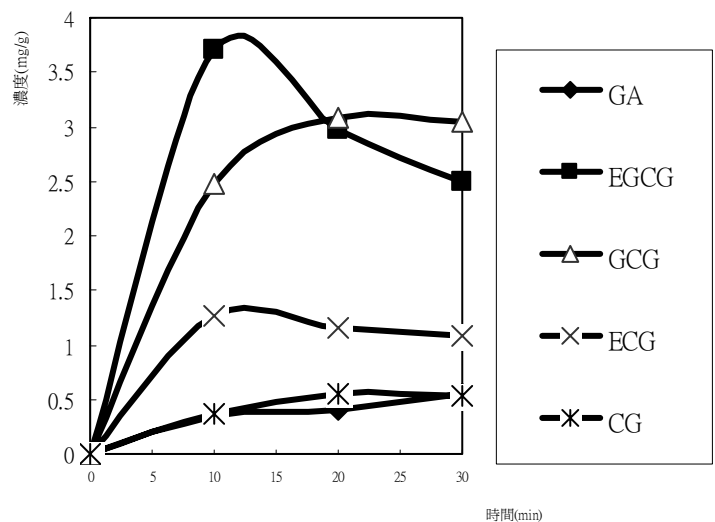


圖4. 高壓沸水萃取液中兒茶素類物質的變化圖

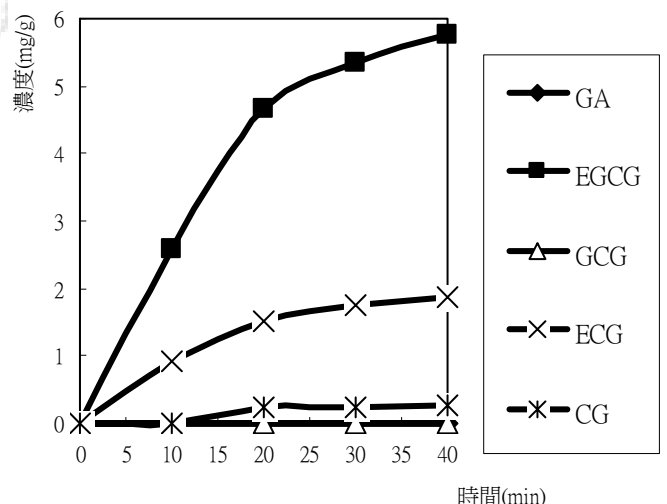


圖5 乙醇萃取液中兒茶素類物質的變化圖

°C 高壓沸水條件下的萃取測試中發現，萃取十分鐘所測得的 EGCG 和 ECG 含量比 100 °C 沸

水萃取十分鐘的溶出量要低，且隨時間增加而有逐漸減少的趨勢；但其 GA、GCG 及 CG 的溶出量卻高於 100 °C 沸水及 47.5% 乙醇水溶液萃取十分鐘的量如圖 4 及 5。其可能原因是，如果萃取的溫度高於 100 °C 時，除了會有部分裂解外（產生 GA），也會造成 EGCG 以及 ECG 的異構化效應⁽¹²⁾，此乃導致以高壓沸水萃取時 GA、GCG 及 CG 溶出量增多的結果。

3. 茶飲料工廠的茶渣萃取

由茶飲料工廠所取得的茶渣進行 47.5% 乙醇水溶液萃取四十分鐘，接著將茶渣進行初步過濾，分離茶渣及濾液，取部分濾液以孔徑 0.45 μm 的濾頭過濾之，接著以 HPLC 分析其中兒茶素類及咖啡因物質含量，其分析結果如圖 6 與表 2 所示。

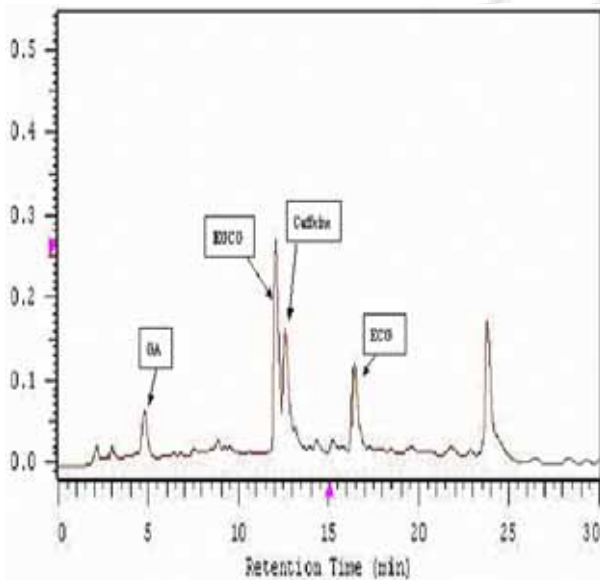


圖 6 茶飲料工廠廢棄茶渣之乙醇萃取液之層析圖譜

表 2 茶飲料工廠茶渣之乙醇萃取液中兒茶素類及咖啡因含量(mg/g乾茶葉)

萃取物質	EGCG	GCG	ECG	CG	Total	GA	Caffeine
萃取量	11.47	-	4.23	-	15.7	-	2.01

根據分析數據所得顯示，以 47.5% 乙醇萃取茶飲料工廠茶渣四十分鐘，可得到相當量的酯化型兒茶素及咖啡因物質。推測其主要原因，得知，除了使用 47.5% 的乙醇水溶液具有較高的萃取效率，特別是酯型兒茶素；另外更重要的是茶飲料工廠先前的萃取程序的較不完

全，因而造成有較多酯化型兒茶素及咖啡因殘留所致⁽⁶⁾

4. 茶葉與茶渣萃取物之凍乾物組成

分別記錄茶葉與茶渣萃取物經凍乾後的樣品重量，並做比較。結果顯示自茶葉的凍乾粉末為 256.2mg（換算成每克原料茶葉時則為 509.7 mg），飲料工廠之廢棄茶渣的凍乾粉末為 831.8mg（換算成每克原料茶葉時則為 93.1 mg），茶渣經 121°C（高壓沸水）萃取的凍乾粉末為 288.5mg（換算成每克原料茶葉時則為 57.7mg），而在實驗室自製的茶渣經 47.5% 乙醇水溶液萃取的凍乾粉末為 250.5 mg（換算成每克原料茶葉時則為 50.1 mg）。將上述粉末各取 1 mg 溶於 1 mL 50% 的甲醇水溶液中，取其中 100 μL，以孔徑 0.45 μm 的濾頭過濾之，濾液再利用 HPLC 進行分離並配合 UV 偵測器以 280 nm 吸光值之變化進行檢測與分析茶渣萃取液結果（見表 3）所示，實驗室自製的茶渣中總酯型兒茶素的殘留量明顯較來自茶飲工廠少，顯示在沖泡時較為完全。而 121°C 沸水與 47% 乙醇水溶液萃取時，在酯型兒茶素的組成上有顯著差異，結果與前面的論述相似。

表 3 茶葉及茶渣萃取物之凍乾粉末中兒茶素類及咖啡因物質含量(以每克茶葉及所得的茶渣計)

萃取物質 萃取條件	EGCG (mg/g)	GCG (mg/g)	ECG (mg/g)	CG (mg/g)	Total Esterified catechins (mg/g)	GA (mg/g)	Caffeine (mg/g)
茶葉	47.09	7.33	12.54	-	66.96	4.6	58.33
茶渣 1	5.92	-	1.40	-	7.32	-	-
茶渣 2	4.12	2.01	0.74	0.69	7.56	1.21	1.29
工廠茶渣	11.19	-	3.09	-	14.28	-	1.81

5. DPPH 自由基清除效應⁽⁷⁾

由表 5.4 得知在茶葉萃取物之凍乾粉末配製成濃度為 33.481 μg/mL 的 50% 甲醇溶液時，可達到 50% 清除 DPPH 自由基的能力。而再同樣的條件下，茶渣 1（利用 47.5% 乙醇水溶液以 20 倍的體積萃取四十分鐘）以與茶渣 2（利用 121 °C 高壓沸水以 20 倍的體積萃取十分鐘）和工廠茶

渣（茶飲料工廠所產生的廢棄茶渣以 20 倍體積的 47.5% 乙醇水溶液萃取四十分鐘）萃取物之凍乾粉末所配製的 50% 甲醇溶液，在濃度分別為 52.755、85.254 及 27.730 $\mu\text{g/mL}$ 時，也可達到清除 50% DPPH 自由基的能力；而當作對照組的 Trolox 清除 50% DPPH 自由基所需的濃度（ EC_{50} ）則為 19.079 $\mu\text{g/mL}$ 。由上述數據顯示，茶葉及工廠茶渣萃取物之凍乾粉末具有較佳清除 DPPH 自由基的能力，亦即具有較強提供氫原子的能力。

由表4發現工廠茶渣之萃取物具有相當好的抗氧化效果，單位重量的抗氧化能力甚至有優於茶葉萃取組的現象。吾人探討其原因發現，可能是一般茶飲料工廠用熱水進行茶葉萃取時所使用的溫度通常較低，導致萃取較不完全，因此在沖泡後會有較多的酯型兒茶素物質等殘留在茶渣中未被萃取出，如前述當利用 47.5% 乙醇水溶液萃取時能夠得到較多的 EGCG（如表1及圖 5.10 和 5.11），且 EGCG 不會發生異構化成 GCG⁽¹²⁾，所以導致其具有較佳清除 DPPH 的能力。另外一種可能是因為使用 47.5% 乙醇水溶液萃取時，除了可以萃取出酯型兒茶素物質外，也會將茶渣或茶葉中極性較低的物質（特別是茶黃質-theaflavins 等，滯留時間在 20~30分鐘間）萃取出來⁽⁴⁾。

由茶渣 1 及茶渣 2 所得萃取物之凍乾粉末的總量相仿，而且對於 DPPH 自由基亦有清除的能力，不過效果較茶渣 3 的萃取物差。由結果如表 5.4 顯示，以 47.5% 乙醇水溶液的萃取液清除 DPPH 自由基的能力優於 121 $^{\circ}\text{C}$ 高壓沸水的萃取液。原因應與前述者相同。所以就抗氧化能力而言，利用 47.5% 的乙醇水溶液進行萃取，較以沸水及 121 $^{\circ}\text{C}$ 高壓沸水萃取要來的好。

5.總抗氧化力（TEAC）的比較⁽⁸⁾

表4是茶葉及茶渣萃取物凍乾粉末個別的 TEAC 值。因為 TEAC 值與對 DPPH 的清除效應同樣屬於檢測自由基清除能力，因此，預期各樣品的 TEAC 值會和清除 DPPH 的能力有相同的趨勢。

表 4 茶葉及茶渣萃取物凍乾粉末抗氧化能力之比較 (n=3)

Sample	總重* (mg)	酯化型兒茶素* (mg)	DPPH EC_{50} ($\mu\text{g/mL}$)	TEAC** (mM)
Trolox	-****	-	19.08(± 0.03)	-
茶葉***	509.7	66.96	33.48(± 0.04)	1.35(± 0.01)
茶渣 1***	50.1	7.32	52.76(± 0.03)	1.17(± 0.02)
茶渣 2***	57.7	7.56	85.25(± 0.04)	1.08(± 0.02)
茶渣 3***	93.1	14.53	27.73(± 0.03)	1.46(± 0.03)

* 以 1 克乾原料茶葉計

** 各樣品濃度為 0.5mg/mL

*** 茶葉及茶渣之萃取條件如表 5.4

**** "-"表無法測出

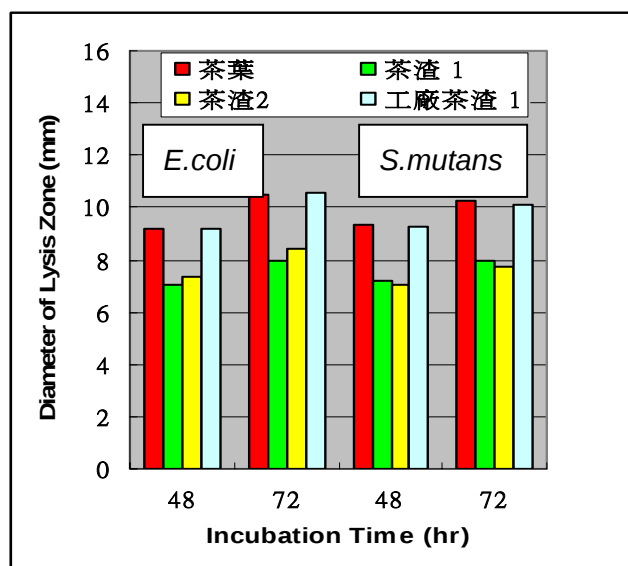
結果表4顯示茶葉萃取物凍乾粉末之 TEAC 值為 1.351 mM，而茶渣 1、2 和工廠茶渣三種樣品萃取物之凍乾粉末的 TEAC 值分別為 1.170、1.082 及 1.463 mM。經過比較後，四組樣品之 TEAC 值確實與 DPPH 的清除能力有相同的趨勢。在比較四組樣品之總抗氧化能力後，利用 47.5% 乙醇水溶液萃取的工廠茶渣所表現的總抗氧化能力仍然是優於使用 100 $^{\circ}\text{C}$ 沸水沖泡的茶葉樣品；同樣的情況也發生在茶渣 1 及茶渣 2 的總抗氧化能力的表現上。造成四種樣品間總抗氧化能力的表現上不同的可能原因與上一節所敘述的理由應該是相同的。

由上述的實驗結果可以證明，茶渣利用 47% 乙醇水溶液浸泡所到的萃取物，不論就 DPPH 自由基的清除能力或 TEAC 值（總抗氧化能力），均較 121 $^{\circ}\text{C}$ 沸水的萃取物高。

6.抑菌能力

根據 paper disc diffusion 方法檢測茶渣萃取物之抑菌能力。由圖 7 顯示不同方法得到的茶渣萃取物之抑菌兩種測試菌(*E. coli* 及 *S. mutans*)能力有明顯的差異。有趣的是，就固定濃度(500 ppm)的茶渣萃取物之水溶液而言，直接得自工廠的茶渣之 47.5%酒精萃取物，其單位重量之抑菌能力幾乎與茶葉之水萃取物相當，其原因應與它們的組成有關。雖然由表 3 與 4 顯示，總酯型兒茶素物質前者較少，但工廠茶渣利用 47.5%酒精當做溶劑所得到的萃取物中，卻含有一些茶葉之水萃取物所沒有的成分，而這

些東西除了具有上述的抗氧化能力之外，顯然也具有相當的抑菌能力。



綜合以上的結果，工廠茶渣之萃取物具有明顯的抗氧化與抑菌能力，值得進一步的加以利用，但是否能夠應用於商品，包括潔牙劑、食品之抗氧化暨防腐劑等，有待進一步的探討。雖然酒精的使用與消耗是一項負擔，但茶渣畢竟是廢棄物，幾乎是不要錢的。

七、參考文獻

1. 廖慶樑(1999) 茶葉專訊，第 29 期，6
2. 阮逸明等(1995) 農特產品加工研討會專刊，61 頁。台灣省農林廳。台中。
3. 鄭正宏(1995) 農特產品加工研討會專刊，92 頁。台灣省農林廳。台中。
4. 葉東柏(1999) 「機能性食品之研究與開發 (一)--高單位羥自由基清除劑食品之研發」研發計畫報告(經濟部委託計畫 S187002)
5. Yeh, D.B. and Kuo, J.M. (1999) IFT's 1999 Annual Meeting, Paper #30 in Session 50A
6. 葉東柏、郭建民(1998) 藥物與食品分析 6(1), 47
7. Wolfenden B. S., Willson R. L. (1982) *Journal of the Chemical Society of Pakistan*, 2: 805
8. Van den Berg R., Haenen GRMM, van den Berg H., Bast A. (1999) *Food Chemistry*, 66: 511
9. Johnson, T.R. and Christine, L.C. (1995) *Lab. Exper. Microb.*, pp. 177-179
10. Hsu, C.K., et al (2003) *Food Sci. Agric. Chem.*, 5(1): 13.
11. 阮逸明(1991) 台灣茶葉研究彙報，10: 89.
12. Wang H., Helliwell K. (2000) *Food Chemistry*, 70(3): 337