

桑葉機能成分之探討

廖久薰*、賴瑞聲

行政院農業委員會苗栗區農業改良場

摘 要

本研究為探討桑葉作為機能性產品的可行性，以臺灣地區推廣之台桑 2 號、台桑 3 號與 2 個品系 78H-008 及 80C-040 為材料，比較葉桑不同葉位及枝條熱水萃取物之總酚、總黃酮含量以及 DPPH 清除能力，結果顯示上位葉與中下位葉之總酚含量是 11.4~22.4 及總黃酮含量為 6.8~14.4 mg/g，枝條含 4.4~5.9 mg/g 總酚及 1.3~2.0 mg/g 類黃酮成分，桑葉的機能性成分高於枝條($P < 0.01$)，DPPH 清除能力與總酚及類黃酮含量成正相關($r = 0.8774^{**}$ 及 0.8029^{**})，具有開發機能性產品的潛力。進一步探討不同收穫季節對四個桑樹品系(種)機能性成分的影響：四個桑樹品系(種)其機能性成分在季節間呈現不同的變化，台桑 2 號、台桑 3 號及 80C-040 品系以冬季顯著優於其它季節($P < 0.01$)；78H-008 品系在夏及秋季收穫具有較高的機能性成分，可製作品質較佳的機能性產品。

關鍵詞：桑葉、機能性、季節、總酚、類黃酮

前 言

桑樹 (*Morus alba* L.) 是桑科 (Moraceae) 桑屬 (*Morus*) 多年生木本植物，在熱帶及亞熱帶地區是常綠植物，在溫帶地區則屬於秋冬落葉型植物。桑樹栽培歷史久遠，果實(桑椹)、桑枝、桑葉及根(桑白皮)各有不同利用方式，根皮(桑白皮)及桑枝主要作為中藥材利用，桑椹多作水果食用，而桑葉是桑樹的主要產物，占整株桑樹地上部 60%

以上產出，主要作為家蠶(*Bombyx mori* L.)及反芻動物食物，少量用於製作麵食及桑葉茶等副產品，既可利用桑葉資源，還可增加桑農收入(黃等，2013)。

桑葉含多種胺基酸、維生素、礦物質及多酚、類黃酮等機能性成分，如芸香苷、槲皮素及蘆丁等酚類化合物及黃酮類化合物，含量約占桑葉乾重 1~3% (王等，2011)。桑葉多酚可以減緩大鼠肝臟細胞氧化損傷及發炎反應，且桑葉多酚與抗氧化、抗腫瘤、抗發炎、糖

*論文聯繫人

e-mail: jsliaw@mdais.gov.tw

尿病及高血壓調節等密切關係，長期飲用含多酚化合物可以減緩上述慢性疾病的風險 (Lee and Choi, 2012; 劉, 2013)。而類黃酮不但是有效自由基清除劑，臨床試驗亦顯示其攝取量與心血管疾病有負相關性 (李等, 2017; 蔡和陳, 2006)。

桑樹植物種原豐富，機能成分含量差異大，李等(2015)指出魯桑、白桑、雞桑及山桑等四個屬 22 個桑樹品種間的桑葉類黃酮含量差異極顯著 ($P < 0.01$)，未來可供作類黃酮相關藥用品種選育及可開發的生物資源。李等(2017)以 70% 的高溫乙醇萃取方式，建立桑葉最佳化類黃酮萃取條件，可測得最高含量 33.97 mg/g。Lee and Choi (2012)分析韓國 6 個桑樹品種的多酚含量，可達 10.42~18.72 mg/g，其中以 Guksang 品種含量最高。

桑樹枝條著生之葉片依養蠶階段需求可概分為上位葉及下位葉，上位葉 (嫩葉) 富含水份與少量粗蛋白，適合稚齡蠶食用，而中下位葉富含粗蛋白及粗脂肪，多用於餵食壯齡蠶，作為後期吐絲及繁殖的營養來源 (王等, 2010)。如以桑葉茶副產物開發來說，Sugiyama *et al.* (2017)則指出上位葉的類黃酮成分含量較高，除飼養家蠶所消耗的桑葉外，桑樹枝條也具有植物多酚與類黃酮等機能性成分，當養蠶過程無法利用的枝葉，是開發機能性保健產品極具潛力的素材 (王等, 2011)。

除了品種及採摘部位因素會對機

能成分含量造成影響外，種植地點生長氣溫導致之落葉性及葉片採摘季節，也會影響機能成分的消長。Sugiyama *et al.* (2017)比較日本山陰地區 20 個桑樹品種在 5 月下旬至 10 月中旬桑葉黃酮含量，5 月下旬至 7 月上旬測得 11.7~26.7 mg/g，9 月下旬則有 9.8~25.0 mg/g，顯示不同品種在季節間桑葉中黃酮類的含量是有差異的。黃等(2012)分析中國地區 22 種桑樹品種在不同月份之機能性成分變動，建立製作桑葉綠茶最適採摘季節，結果指出 10~12 月採摘桑葉製茶，其多酚、總黃酮及可溶性蛋白較其它月份明顯較多，因此建議製作桑葉綠茶的最佳採摘季節是 10 月中旬至 11 月中旬。黃等 (2013)以中國湖南省 3 個桑樹主要栽培品種為材料，對採摘自不同時期的桑葉製作的桑葉茶的主要活性成分進行檢測與分析，結果顯示湘 7920 品種的綜合特性優良，適合作為桑葉茶原料開發，建議最佳採摘時間為 5 月中旬和 10 月下旬。

行政院農業委員會苗栗區農業改良場是我國蠶桑種原保育的基地，自日據時代以來，收集及保育的桑樹品種 (系) 有 238 種，包括葉桑品種 (系) 178 個及果桑品種 (系) 60 個，品系特性多樣化，可分別進行多元化產品研發及應用，桑葉茶的開發將有助於葉桑產業的發展。目前的葉桑主要推廣品種有 3 個，除有日據時代選育的台桑 1 號外，台桑 2 及 3 號產量遠高於台桑 1 號，並具有抗病等特性，為目前主要提供作為

飼育家蠶的桑葉品種。78H-008 與 80C-040 桑樹年產葉量不遜於臺桑 2 號，且皆為雄株，植株的營養成分皆保留在葉片，有利於研發桑葉產品的潛力。為推展桑葉多元利用，本研究選用台桑 2 號、台桑 3 號及 2 個葉桑品系，以不同採摘部位及採收季節，探討桑樹水萃物機能性總酚及黃酮類含量的變化，以及 DPPH (2,2-Diphenyl-1-picrylhydazyl radical assay) 清除能力知抗氧化能力評估，作為開發國產桑葉機能性茶飲選擇的參考。

材料與方法

一、桑葉收集

- (一) 桑樹品系 (種)：本研究選擇苗栗區農業改良場(E 120.827830 / N 24.494803)葉桑種原圃所栽種之推廣品種臺桑 2 號 (Taisang No.2, 簡稱 TS2) 與 3 號 (Taisang No.3, 簡稱 TS3) 及 2 個品系 78H-008 與 80C-040，共四品系 (種)。
- (二) 收穫部位：自頂芽往下算起 5 個節位的葉片定義為上位葉，以下者為中下位葉。
 1. 不同部位桑樹機能性研究：本研究於 106 年 4 月 15 日進行桑葉收穫工作，收穫部位分 3 個部分，上位葉、中下位葉及枝條。
 2. 不同季節桑葉機能性研究：本研究依春、夏、秋及冬季，分別是

106 年 4 月 15 日、7 月 15 日、10 月 15 日及 12 月 15 日。

- (三) 收穫時間：於每日上午 9 點前採摘完畢，每品系逢機採摘四棵桑樹，每棵桑樹分上位、中下位各 10 片鮮綠葉片及 10 支枝條。

二、調製及分析方法

- (一) 乾燥處理：以烘箱定溫 45°C 烘乾桑葉及枝條至恆重，粉碎機 (8 兩裝高速粉碎機，型號 RT-08，榮聰精密科技公司) 磨碎 1 分鐘後低溫密封冷藏，待測。
- (二) 每樣品稱取加入 0.2 克，於 50 ml、100 °C 沸水浸泡 5 分鐘，浸泡過程上下搖晃離心管，使熱水充分浸潤桑葉粉。使用離心機 (HITACHI Co. CF15RX II) 設定 8,000 rpm 離心 10 分鐘，過濾葉渣，進行樣品水萃液之總酚、類黃酮及抗氧化能力分析，每樣品四重複。
- (三) 總酚測定：取樣品水萃液 10 μ l，加入 100 μ l Folin-Ciocalteu's phenol reagent 震盪混合，加入 190 μ l 20% Na_2CO_3 均勻混合後，於室溫下靜置 30 分鐘，以分光光度計 (TECAN Co. Infinite M200 Pro) OD₇₃₅ 測定吸光值。另配置 0、10、20、40、60、80、100 及 150 ppm 沒食子酸 (gallic acid) 製作標準曲線，以計算總酚含量 (吳等，2009)。

- (四) 類黃酮測定:取 250 μl 之樣品水萃液,加入 10%硝酸鋁和 1 M 醋酸鉀各 50 μl ,再加入 1.3 ml 去離子水,混合後於室溫反應 40 分鐘,測定 OD_{415} 之吸光值。另配置 0、25、50、75 及 150 μM 的 Quercetin 製作標準曲線,計算桑葉水萃液中類黃酮含量。
- (五) 抗氧化能力測定:以測定 DPPH 自由基清除效力作為抗氧化能力指標。新鮮配製 DPPH 溶液,取 2 mg DPPH (Sigma Co.)溶於甲醇,定量至 50 ml,使用前避光。取 150 μl 之樣品水萃液,加入 1.35ml 100 μM DPPH 甲醇溶液,均勻混合後於室溫下靜置 5 分鐘,測定 OD_{528} 之吸光值(B),另以未添加桑萃樣品,直接以 150 μl 純水最為空白對照測定吸光值(A),以桑水萃液加入甲醇之反應測吸光值(C)。清除率 = $[\text{A}-(\text{B}-\text{C})] / \text{A} \times 100\%$ 。
- (六) 所有數據以 SAS-EG 7.1 進行二因子試驗 CRD 變方分析及 LSD 測驗進行統計分析,並及 EXCEL 2016 軟體進行統計及繪圖。

結果及討論

一、桑樹不同收穫部位機能性成分研究

桑樹品系四個品種(系)於 4 月中旬分別收穫 3 個枝葉部位,包括含頂芽的上位葉、成熟的中下位葉及枝條,

經熱水萃取後進行總酚、類黃酮含量分析,並以 DPPH 自由基清除率作為抗氧化評估。經測定及統計分析,總酚含量及類黃酮含量在品種與收穫部位存在交感效應,且總酚含量在品種及收穫部位之主效應也達顯著水準,而類黃酮含量在收穫部位效應達顯著水準(表一)。分析結果顯示四個供試品種(系)葉片所含的總酚介於 11.4~22.4 mg/g 之間,類黃酮含量介於 6.8~14.4 mg/g 之間,而枝條之總酚含量為 4.4~5.9 mg/g,類黃酮含量為 1.3~2.0 mg/g,顯著低於桑葉中之含量,與李等(2015)測定結果一致。雖然總酚及類黃酮化合物多為醇溶性(Kim *et al.*, 2014; 賴, 2017),王等(2011)及李等(2015)以甲醇進行桑葉萃取,總酚等機能成分含量為 1~3%,而本研究考量桑葉茶之產業應用,改以 100 $^{\circ}\text{C}$ 沸水進行萃取,所測得的含量達桑葉乾重 0.6~2.2%,可沖泡萃取出大多數的總酚及類黃酮含量(約 70% 萃取率),仍具有試驗差異比較意義,更具有產業應用之參考價值。

在四個參試品種(系)之間,以 TS2 及 TS3 品種桑葉之總酚及類黃酮含量較高,尤其是 TS3 品種。進一步比較不同葉位間之差異性,上位葉總酚含量平均值為 18.5 mg/g,高於中下位葉含量平均值(14.7 mg/g),而上位葉之類黃酮含量平均值 10.5 mg/g,中下位葉含量平均值 9.6 mg/g,兩者之間無顯著差異。TS2、TS3 品種及 80C-040 品系的上位葉相較於中下位葉有較高的總酚含量,

類黃酮含量也是相同趨勢，除了 TS2 中下位葉的類黃酮與上位葉含量無顯著差異（表二），Sugiyama *et al.* (2017) 的研究則指出上位葉的類黃酮成分含量較高，可能是本研究與 Sugiyama *et al.* (2017) 定義的上葉位有所不同，另一原因則是品種（系）與收穫部位存在交感效應，以 78H-008 品系比較特殊，中下位葉之總酚、類黃酮含量分別為 15.1 及 11.0 mg/g，顯著高於上位葉之含量（12.5 及 6.8 mg/g），如果以採摘上位葉養蠶，而以中下位葉作為桑葉茶開發而言，78H-008 品系較具有利用潛力，值得進一步確認採中下位葉作桑葉茶之品質及風味。

DPPH 自由基清除能力介於 60.04~90.59% 之間，與李等(2017)之研究所測得 50~96.77% 的結果類似，此外，DPPH 清除能力與總酚及類黃酮含量具有極顯著的正相關，與總酚含量之相關係數為 0.8774，與類黃酮含量之相關係數為 0.8029（圖一），如此試驗結果與 Kim *et al.* (2014) 提出 10 種桑樹品種的總酚含量與抗氧化能力呈正相關 ($R^2 = 0.7528$, $P < 0.01$) 相符。整體來說，上位葉之機能成分含量較高，且抗氧化能力表現較佳，如以桑葉茶為主要產品，可選擇 TS2 或 TS3 等品種採摘上位葉作為桑葉茶原料，另一方面，如果是以中下位葉作為栽桑養蠶之副產品，78H-008 品系則具有利用潛力。

二、不同收穫季節桑葉機能性成分研究

除了桑樹品種（系）、不同收穫部位外，光照及溫度等季節性因子也可能影響機能成分含量的高低(Sugiyama *et al.*, 2016; 2017)，為探究適合收穫季節以取得高品質桑葉原料，作為桑葉機能性產品開發，本研究於春、夏、秋及冬季分別收穫桑葉，探討四個桑樹品種（系）的桑葉總酚及類黃酮成分在季節間變動情形。分析結果顯示桑樹品種與季節因子呈現交感效應，且品種因子及季節因子處理也達顯著差異（表三）。

在四個季節對總酚含量影響方面，TS2 總酚含量介於 12.8~27.3 mg/g 之間，TS3 總酚含量為 15.8~20.4 mg/g，78H-008 總酚含量為 14.9~26.0 mg/g，之間，80C-040 總酚含量介於 15.8~24.2 mg/g 之間，TS2、TS3 及 80C-040 都以冬季（12 月份）含量最高，而 78H-008 總酚含量以秋季最高，冬季其次，四個品種（系）在春季的總酚含量相對較低（圖二）。在四個季節對類黃銅含量影響方面，TS2 類黃酮含量介於 4.4~10.1 mg/g 之間，TS3 類黃酮含量介於 5.2~8.8 mg/g 之間，78H-008 類黃酮含量為 9.5~15.8 mg/g，80C-040 類黃酮含量 7.0~9.1 mg/g，其中 TS2 及 80C-040 之類黃酮含量季節變化趨勢與總酚含量變化趨勢一致，以冬季含量較高，並以秋季相對較低，而 TS3 及 78H-008 類黃酮含量以夏季較高，以冬季較低（圖三）。綜觀而言，四個桑樹品種（系）之機能成分與收穫季節呈現顯著性的變動與差異，可依栽培的品種（系）決

定最適採摘期，以作為桑葉茶的最佳原料。

Sugiyama *et al.* (2016)曾指出溫室栽培的桑葉類黃酮含量明顯低於露天栽培的桑葉，可能與光照強度有關，更進一步發現日本山陰地區5~9月下旬期間日照強、溫度高，在此環境條件下可提高桑葉類黃酮及綠綠酸含量，而9月下旬至10月中旬溫度降低，但日照時數尚高，還是存在較豐富的類黃酮含量，建議若一年採摘2次桑葉調製茶飲，可選擇7~8月及9月下旬(Sugiyama *et al.* 2017)，本研究也發現 TS3 品種及 78H-008品系在夏季採摘桑葉，可具有較高類黃酮成分。俞等(2017)認為中國節氣「霜降（大約10月下旬）」及光照時間與桑葉的總酚及類黃酮變化有關，探討中國江西6個桑葉品種的機能性成分在霜降後的變動情形，發現10月下旬的桑葉可測到大量的機能性成分，分別是總酚 18.2~22.4 mg/g 及類黃酮 34.0~49.5 mg/g，而霜降後之濕冷少陽光的冬季型氣候，與桑葉機能性成分減少有關。然而，黃等(2012)針對湖南的3個主要桑樹品種進行測定分析則有不同趨勢，發現7~9月間的桑葉總酚明顯提高，但在11~12月期間，除了葉綠素間急速降解外，其餘成分含量則有增加情形，黃酮含量高達 14.65 mg/g，而本試驗TS2及80C-040二個品（種）系，皆以冬季採摘的桑葉可測得較高量的類黃酮含量，二者結果有雷同之處。臺灣苗栗地區10月下旬至12月中旬均溫可

達15~25℃少雨的晴天，因此對桑葉的總酚及類黃酮成分降解影響不明顯，反而是桑樹品種差異對機能性成分影響較大。

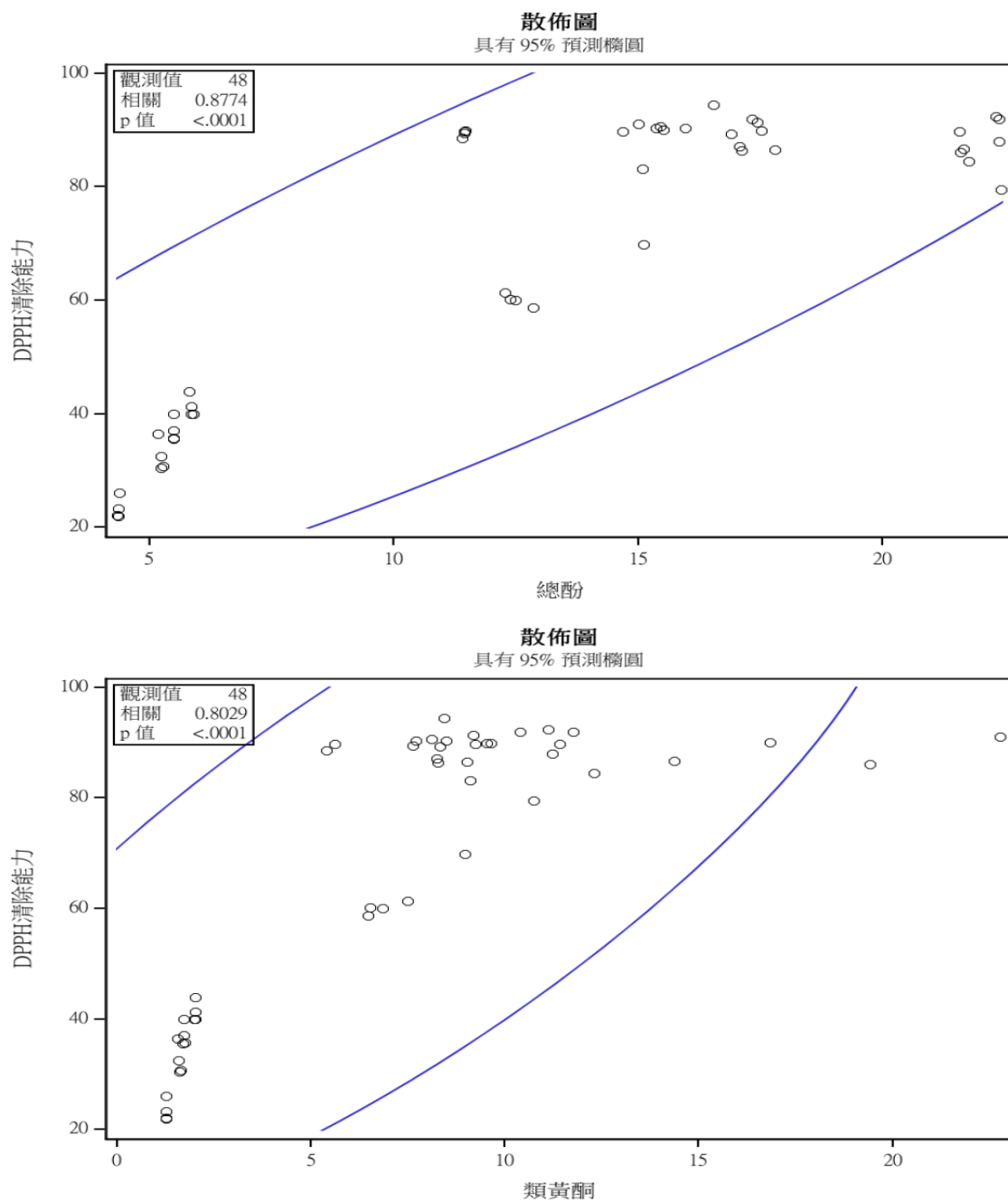
由本研究結果顯示，桑水萃物的總酚及類黃酮含量與清除 DPPH 之抗氧化能力有高度的關聯性，並且，葉片水萃物的總酚、類黃酮成分含量及抗氧化能力明顯優於枝條，欲發展機能性桑葉製品，可選擇適合的桑葉品種（系），配合最佳收穫季節及調製流程，開發製作茶飲、乾燥食品或健康補充品，提升產品價值及增加桑園的利用與收入，產業利用有二個可能方式，一種方式是專門以桑葉作為機能產品開發，則宜種植高機能成分品種如 TS2 或 TS3，上位葉或中下位葉可作不同特色產品；另一方式則是以養蠶為主，桑葉產品為輔，以桑園管理與生產而言，春秋兩季日照充足，溫度適宜，農家一般會採摘上位葉餵食稚蠶，再將中下位葉桑樹修剪整枝，誘使發新芽，以供下一蠶期飼育用，農民可將中下位葉修剪採收作為副產物，製作機能性產品，提升產品價值及增加桑園的利用與收入，而 78H-008 品系中下位葉具較高量的機能性成分，則是栽培選擇的適當品系。

引用文獻

王芳、喬璐、淡小豔、褚鳳嬌。2011。
桑葉黃酮的提取及抗氧化研究。廣東農業科學 15：76-79。

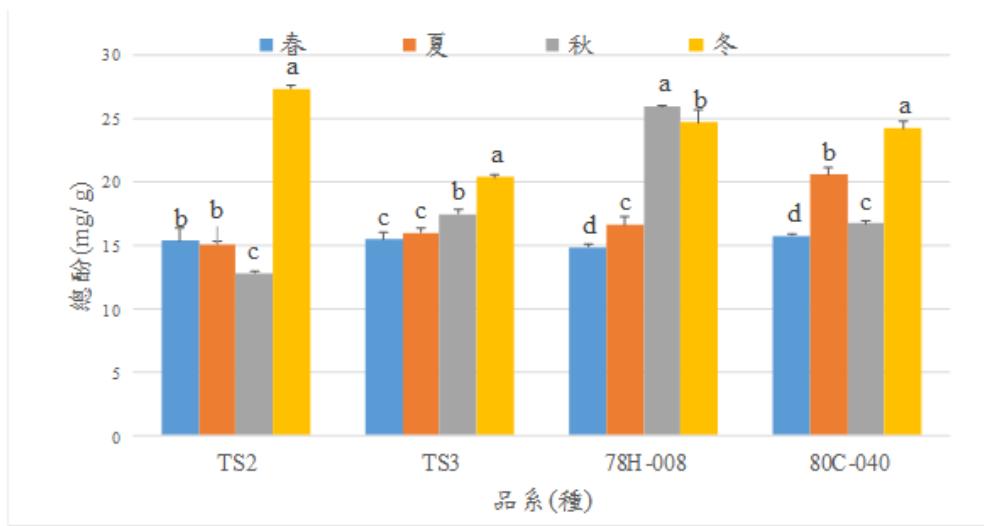
- 王在貴、方玉明、劉朝良、戶桂玲、張萌萌。2010。家蠶5齡幼蟲對桑葉常規營養成分消化率的研究。飼料博覽技術版 8：6-7。
- 李瑞雪、王鈺婷、胡飛、王偉、高新文、汪泰初。2015。桑樹總黃酮含量變化規律分析。中國蠶業 36：30-34。
- 李瑞雪、鈺婷、夏家鳳、王偉、汪泰初。2017。桑葉總黃酮提取工藝優化及其抗氧化活性分析。北方蠶業 38：4-11。
- 吳宗諺、利幸真、邱采新、蔡淑珍。2009。探討不同甘藷品種熱水萃取液之抗氧化能力。臺灣農業研究 58：7-16。
- 俞燕芳、黃金枝、王軍文、杜賢明。2017。霜後桑葉總酚、黃酮和總糖含量變化研究。蠶桑茶葉通訊 192：1-4。
- 黃仁智、賈孟周、顏新培、陳慶、周躍斌、劉昌文、龍唐忠、賈超華。2013。3種桑樹品種不同採葉時期對桑葉茶活性成分的影響研究。湖南農業科學：16-17。
- 黃傳書、雷霆、沈以紅、唐小平、劉學、都勇、黃先智、徐洪。2012。桑葉綠茶適宜採收季節研究及桑園管理。蠶學通訊 32：18-22。
- 劉智弘。2013。桑葉多酚降低大鼠細菌性及化學性肝損傷之作用。中山醫學大學碩士論文。
- 賴瑞聲。2017。成分分析及功效評估在保健植物研發之應用。苗栗區農業專訊 74：15-18。
- 蔡旻都、陳皓君。2006。蔬果中之類黃酮之抗氧化作用與生物活性。化學 64：353-367。
- Kim, D. S., Y. M. Kang, W. Y. Jin, Y. Y. Sung, G. Choi and K. Kim.** 2014. Antioxidant activities and polyphenol content of *Morus alba* leaf extracts collected from varying regions. Biomedical Reports 2: 675-680.
- Lee, W. J. and S. W. Choi.** 2012. Quantitative changes of polyphenolic compounds in mulberry (*Morus alba* L.) leaves in relation to varieties, harvest period, and heat processing. Prev. Nutr. Food Sci. 17: 280-285.
- Sugiyama, M., T. Katsube, A. Koyama, and H. Itamura.** 2016. Effect of solar radiation on the functional components of mulberry (*Morus alba* L.) leaves. J. Sci. Food Agric 96: 3915-3921.
- Sugiyama, M., T. Katsube, A. Koyama, and H. Itamura.** 2017. Seasonal changes in functional component contents in mulberry (*Morus alba* L.) leaves. <https://doi.org/10.2503/hortj.OKD-053>
- Zou, Y., S. Liao, W. Shen, F. Liu, C. Tang, C. Y. O. Chen, and Y. Sun.** 2012. Phenolics and antioxidant activity of mulberry leaves depend on cultivar and harvest month in

southern China. *Int. J. Mol. Sci.* 13:
6544-16553.

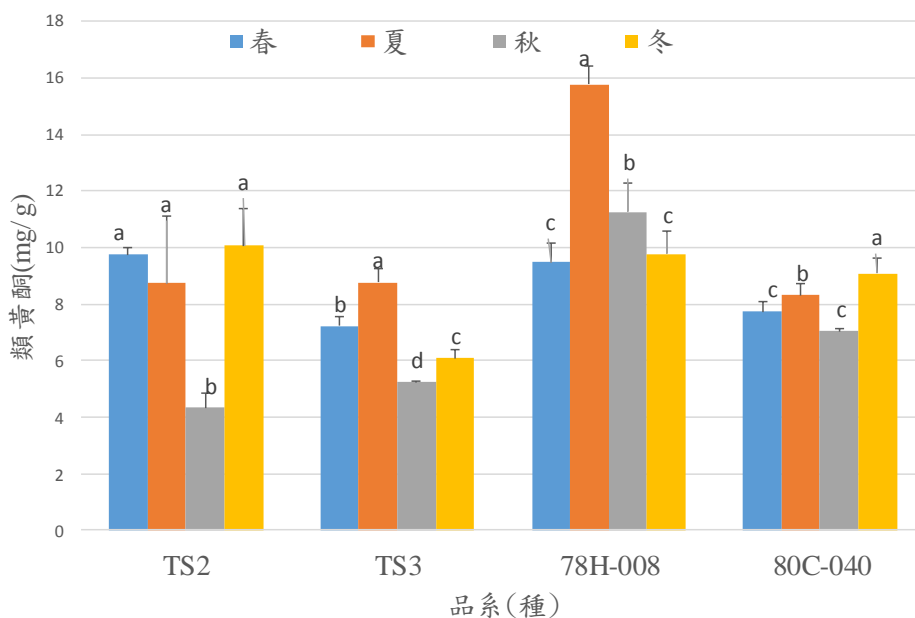


圖一 桑樹抗氧化與總酚及類黃酮相關分析。

Fig. 1. Correlation analysis of antioxidant with content of polyphenols and flavonoid in mulberry tree.



圖二 四種桑樹品系在不同季節總酚成分分析：誤差線為平均值標準差(n=4)。各平均值上示以相同字母者為 5% 水準，經 LSD 測驗未達顯著性差異。
 Fig. 2. Seasonal changes in polyphenols contents of 4 mulberry species (varieties). Error bar is the standard error of mean (n = 4). Means within each species followed by the same letter are not significantly different at 5% level by LSD test.



圖三 四種桑樹品系在不同季節類黃酮成分分析：誤差線為平均值標準差(n=4)。各平均值上示以相同字母者為 5% 水準，經 LSD 測驗未達顯著性差異。

Fig. 3. Seasonal changes in flavonoid contents of 4 mulberry species (varieties). Error bar is the standard error of mean (n = 4). Means within each species followed by the same letter are not significantly different at 5% level by LSD test.

表一 四種桑樹品系在不同收穫部位之總酚及類黃酮含量差異之 ANOVA 表
 Table 1. The ANOVA results of polyphenols and flavonoid content in multiple factor CRD experiment

變因	DF	F 值 (總酚)	F 值 (類黃酮)
品系	3	1347.5*** ^x	2.3
收穫部位	2	19370.8**	52.4**
品系×收穫部位	6	695.8**	3.0*

x: significant at 5% level.

表二 四種桑樹品系 (種) 不同收穫部位機能性成分
 Table 2. Investigation on functional components of different harvest parts of 4 mulberry species (varieties)

機能性成分	品系	收穫部位		
		上位葉	中下位葉	枝條
總酚 (mg/g)	TS2	22.4 ± 0.1 a ^x	15.5 ± 0.4 b	5.5 ± 0.1 c
	TS3	21.7 ± 0.1 a	16.9 ± 0.3 b	5.9 ± 0.1 c
	78H-008	12.5 ± 0.3 b	15.1 ± 0.3 a	5.2 ± 0.1 c
	80C-040	17.5 ± 0.2 a	11.4 ± 0.1 b	4.4 ± 0.1 c
類黃酮 (mg/g)	TS2	11.2 ± 0.2 a	11.8 ± 3.7 a	1.7 ± 0.1 b
	TS3	14.4 ± 0.6 a	8.3 ± 1.8 b	2.0 ± 0.1 c
	78H-008	6.8 ± 0.2 b	11.0 ± 1.9 a	1.6 ± 0.1 c
	80C-040	9.5 ± 0.3 a	7.1 ± 1.0 b	1.3 ± 0.1 c

x: means ± standard error (n = 4) within each row followed by the same letter are not significantly different at 5% level by LSD test.

表三 四種桑樹品系在不同季節之總酚及類黃酮含量差異之 ANOVA 表

Table 1. The ANOVA results of polyphenols and flavonoid content in multiple factor CRD experiment

變因	DF	F 值 (總酚)	F 值 (類黃酮)
品系	3	153.3 ^{**x}	93.8 ^{**}
收穫部位	2	995.1 ^{**}	44.6 ^{**}
品系 × 收穫部位	6	204.4 ^{**}	20.2 [*]

x: significant at 5% level.

Study on the functional components of four mulberry varieties (*Morus alba* L.)

Chiu-Hsun Liao* and Jui-Sheng Lai

Miaoli District Agricultural Research and Extension Station, Council of Agriculture, Executive Yuan, Taiwan, R. O.C.

ABSTRACT

Four mulberry varieties which Taisang 2, Taisang 3, 78H-008 and 80C-040, were extracted with hot water to explore the feasibility of using mulberry leaf as raw materials for mulberry tea. The total phenols, total flavonoids and DPPH scavenging ability of mulberry leaves extracts from different harvest parts were compared. The results showed that the total phenols and total flavonoids in the upper and middle leaves were 11.4-22.4 and 6.8-14.4 mg/g, respectively. The shoots were 4.4-5.9 mg/g and 1.3-2.0 mg/g. The functional components of mulberry leaves were higher than that of shoots ($P < 0.01$), and DPPH scavenging ability was positively correlated with total phenols and flavonoids ($r = 0.8774^{**}$ and 0.8029^{**}), with the potential as a raw material for functional tea. The effects of different harvesting seasons on the functional components of four mulberry varieties were further explored. The functional components of the four mulberry varieties showed different seasonal changes. Taisang 2, Taisang 3 and 80C-040 varieties were significantly better than other seasons in winter ($P < 0.01$); In summer and autumn, the 78H-008 specie had higher total phenols and flavonoids.

Key words: mulberry leaf, functional components, seasons, total phenols, flavonoids

* Corresponding author, e-mail: jsliaw@mdais.gov.tw