

不同乾燥處理省產金針之抗氧化性研究

徐維柔、張基郁

E-mail: 9125201@mail.dyu.edu.tw

摘要

本研究以省產百合花科蔬菜中的金針 (*Hemerocallis fulva* L.) 為材料，經由冷凍乾燥、熱風乾燥處理及購自市售之金針，分別以甲醇溶劑萃取其不同乾燥處理之抗氧化活性成分。本研究使用之抗氧化活性測定法，包含還原力、亞鐵離子螯合能力、DPPH自由基清除能力、抑制脂質過氧化等四種，並與BHA及 α -生育醇之抗氧化性做比較。結果發現，還原力方面，以冷凍乾燥處理之金針甲醇萃取物有強的還原力，熱風乾燥處理之金針甲醇萃取物則最弱，冷凍乾燥處理之金針甲醇萃取物還原力最強，在樣品重對溶劑體積比值為20 mg/mL時，約為 α -生育醇及BHA之1.6倍。在亞鐵離子螯合能力方面，不同乾燥處理之金針甲醇萃取物，其螯合能力有限，但仍以冷凍乾燥處理之金針甲醇萃取物之螯合能力較強，不同乾燥處理之金針甲醇萃取物之亞鐵離子螯合能力則有先升後降的趨勢，BHA與 α -生育醇則不具有亞鐵離子螯合的能力。在DPPH自由基清除能力方面，不同乾燥處理之金針甲醇萃取物及BHA與 α -生育醇具有相當的清除能力，在樣品重對溶劑體積比值為20 mg/mL時，冷凍乾燥、熱風乾燥及市售金針之甲醇萃取物自由基清除能力分別達到92.6、91.9及92.1%。在抑制脂質氧化方面，以冷凍乾燥處理之金針甲醇萃取物效果較佳，為BHA及 α -生育醇的0.6倍，熱風乾燥處理之金針甲醇萃取物之抑制能力則僅為BHA及 α -生育醇的0.4倍。在抗氧化活性之熱與酸鹼的安定性方面，冷凍乾燥處理之金針甲醇萃取物對熱與酸鹼的安定性較熱風乾燥處理及市售金針高。冷凍乾燥處理和熱風乾燥處理之金針甲醇萃取物在經 100 ± 5 加熱處理2小時後，於亞麻油酸乳化系統仍具有強抗氧化性。在不同乾燥處理之金針甲醇萃取物抗氧化活性成分分析中，結果顯示冷凍乾燥處理之金針的多酚類化合物含量為17.34 mg/g，為市售金針與熱風乾燥金針的1.2~1.4倍；冷凍乾燥處理之金針的類黃酮含量為7.69 mg/g，約為熱風乾燥處理之金針的1.36倍，市售金針的3.2倍；冷凍乾燥金針的類胡蘿蔔素含量為0.38mg/g，約為熱風乾燥金針的1.6倍，市售金針的2.4倍；在抗壞血酸中，則是以熱風乾燥處理之金針甲醇萃取物含量較其他三者高。綜合研究結果顯示，冷凍乾燥處理之金針甲醇萃取物在抗氧化活性成分之定量分析中，其多酚類化合物、類黃酮及類胡蘿蔔素等成分含量較高，且因而具有高的還原力、亞鐵離子螯合力、DPPH自由基清除能力及抑制脂質氧化的能力。此結果可提供金針在乾燥加工及食用上的參考。

關鍵詞：金針；抗氧化性；還原力；亞鐵離子螯合力；DPPH自由基清除能力

目錄

封面內頁 簽名頁 授權書 iii 中文摘要 v 英文摘要 vii 誌謝 x 目錄 xi 圖目錄 xiii 表目錄 xv 壹、緒論	
.....1 貳、文獻整理 一、金針之簡介.....4 二、氧化壓力與人體關係.....8 (一) 活化氧與自由基.....8 (二) 活性氧與自由基的生成.....9 (三) 活性氧與自由基的八大來源.....10 (四) 活性氧、自由基和氧化產物對生物體分子之傷害...10 三、脂質的氧化作用.....13 (一) 脂質氧化的種類.....13 (二) 影響脂質氧化之因子.....19 (三) 脂質氧化的防止.....20 四、生體中抗氧化系統.....21 (一) 酵素性系統.....21 (二) 非酵素系統(non- enzymatic).....24 五、抗氧化劑.....27 (一) 抗氧化劑之抗氧化機制.....27 (二) 抗氧化劑種類.....28 六、抗氧化活性測定法之原理介紹.....42 (一) 還原力之測定.....42 (二) 亞鐵離子螯合能力之測定.....42 (三) α -diphenyl- β -picrylhydrazyl (DPPH) 自由基清除能力之測定.....44 (四) 抗過氧化作用力之測定.....44 參、研究架構.....46 肆、材料與方法.....47 一、實驗材料.....47 二、材料製備.....49 三、實驗方法.....49 伍、結果與討論.....54 陸、結論.....75 柒、參考文獻.....77 圖目錄 圖2.1 百花科之金針菜花.....5 圖2.2 金針乾製成品.....7 圖2.3 金針植物性狀圖.....7 圖2.4 氧分子之氧化還原及活性含氧物質.....11 圖2.5 自由基與非自由基的反應.....12 圖2.6 光感應的氧化作用機制.....14 圖2.7 油脂自氧化反應中氧化誘導、連鎖引發與終止三階段.....16 圖2.8 油脂的氧化反應及其產物.....18 圖2.9 體內抗氧化物防禦系統.....22 圖2.10 Cu Zn-SOD的一級結構圖.....25 圖2.11 Mn-SOD的三級結構圖.....26 圖2.12 BHA、BHT、PG、TBHQ的化學結構.....29 圖2.13 EDTA和金屬螯合的結構圖.....30 圖2.14 類黃酮基本結構.....33 圖2.15 類黃酮之化學結構.....34 圖2.16 維生素C對自由基的清除.....36 圖2.17 維生素E之化學結構.....37 圖2.18 維生素E對自由基的清除.....38 圖2.19 類胡蘿蔔素化學構	

造.....	40	圖2.20 胡蘿蔔素抗氧化機制.....	41	圖5.1 不同乾燥處理金針之甲醇萃取物與BHA、 γ -生育醇之還原力比較.....	55	圖5.2 不同乾燥處理金針之甲醇萃取物與BHA、 γ -生育醇之亞鐵離子螯合能力比較.....	57	圖5.3 不同乾燥處理金針之甲醇萃取物與BHA、 γ -生育醇之DPPH自由基清除能力比較.....	59	圖5.4 不同乾燥處理金針之甲醇萃取物及BHA、 γ -生育醇以硫氰酸鐵法在60℃下測得之抗氧化性比較.....	62	圖5.5 不同乾燥處理金針之甲醇萃取物及BHA、 γ -生育醇以硫氰酸鐵法在不同溫度下測得之抗氧化性.....	64	圖5.6 不同乾燥處理金針之甲醇萃取物在100℃下加熱不同時間後以硫氰酸鐵法測得之抗氧化性.....	67	圖5.7 對不同乾燥處理金針之甲醇萃取物及BHA、 γ -生育醇以硫氰酸鐵pH值下測得之抗氧化性比較.....	70	表目錄 頁次 表2.1 生物體內各種抗氧化系統.....	23	表2.2 類黃酮的抗氧化特性.....	35	表2.3 天然抗氧化食品的來源.....	43	表5.2 不同乾燥處理之金針甲醇萃取物在不同溫度下安定性之影響.....	66	表5.2 不同乾燥處理之金針總酚類、類黃酮、抗壞血酸及類胡蘿蔔素之含量.....	72
--------	----	----------------------	----	---	----	--	----	---	----	---	----	--	----	--	----	--	----	------------------------------	----	---------------------	----	----------------------	----	--------------------------------------	----	--	----

參考文獻

- 參考文獻 1.王子慶 (1999) 葡萄子與皮抗氧化性之研究。國立屏東科技大學食品科學研究所碩士論文。 2.王雪芳、柯佩慈、喬長誠、毛正倫、高美丁 (2000) 欖仁樹葉精油組成及其抗氧化性。台灣農業化學與食品科學, 38 (1):27-35。 3.吳芳真、蘇正德 (1996) 草果抗氧化成份之分離、純化與結構鑑定。中國農業化學會誌, 34 (4):438-451。 4.吳思敬 顏國欽 (1996) 成熟階段對桑葉抗氧化性之影響。食品科學 23 (3):412-421。 5.吳思敬 顏國欽 (1998) 桑葉甲醇萃取物抗氧化機制之探討。食品科學 25 (2):128-137。 6.吳思敬、黃健政、張瑞郎 (1995) 花生粕抗氧化活性之研究。中華生質能源學會會誌 14 (3-4):95-100。 7.吳昭其 (1990) 台灣的蔬菜 (二)。渡假出版社, 台北市。 8.呂鋒洲 (1993) 抗氧化酵素之介紹。自由基生物學與醫學, 創刊號:1-7。 9.林仁混 (1991) 抗氧化作用與抗癌化作用。台灣醫界, 34 (2):137-138。 10.林天送 (1998) 抗氧化物質的運作機制。健康世界, 106-108。 11.姜淑繡 (2001) 省產蘿蔔之抗氧化性研究。大葉大學食品工程學系碩士班碩士論文。 12.郁凱衡 (1999) 天然酚類抗氧化劑。食品工業 31 (12):43-51。 13.郁凱衡 (1999) 酚類抗氧化劑--合成類 (上)。食品資訊 157:34-38。 14.郁凱衡 (1999) 酚類抗氧化劑--天然類 (下)。食品資訊 158:8-27。 15.徐錦豐、陳文菁、宏達朗、陳宜冠 (1994) 產地乾製金針菜中二氧化硫殘留之檢驗及其去除試驗之研究藥物。食品分析2 (3):249-254。 16.晏文潔、李家璞、杜平 (2000) 類黃酮抗氧化力與其結構之關係。台灣農業化學與食品科學, 38 (1):80-88。 17.翁瑞光、顏國欽 (1997) 綠豆芽、黃豆芽及蘿蔔嬰抗氧化之研究。中國農業化學會誌, 35 (6):661-670。 18.翁瑞光 (1998) 蘿蔔嬰萃取物於模式系統之抗氧化性。食品科學, 25 (3):268-280。 19.高碧穗、陳清泉、施玲玲、程竹青 (1996) 萃取次數對烏龍茶、綠茶茶湯固形物及多元酚類含量的影響。食品科學, 23 (6):903-908。 20.張志學、林曉峰、張宏 (1994) 抗氧化性維生素和癌的預防。自由基生物學與醫學, 2 (2):45-51。 21.張明照 (1999) 檸檬葉萃取物之抗氧化性。國立屏東科技大學食品科學研究所碩士論文。 22.張明慧、吳天賞、蘇正德 (1996) 茵陳蒿抗氧化成分之研究。食品科學, 23 (4):594-607。 23.張恆瑞、周騰達 (2000) 自然抗氧化物類黃鹼素 (Flavonoid) 與目前臨床疾病的關係。基層醫學, 15 (4):81-83。 24.張毅偉、蘇正德 (1998) 百香果殼主要花青素及其抗氧化性之研究。食品科學, 25 (5):651-656。 25.許夏芬、張肇麟、朱燕華 (2000) 數種蔬菜中類黃酮含量及抗氧化性分析。台灣農業化學與食品科學, 38 (5):377-387。 26.許義勇 (1993) 氧自由基 抗氧化物 癌病發生機轉與防治。自由基生物學與醫學, 創刊號:24-31。 27.郭悅雄 (1995) 自由基、活性氧與抗氧化劑。臺灣科學 48 (2):164-177。 28.陳如茵 (2000) 食品之氧化控制及抗氧化成份。科學與技術, 32 (8):43-50。 29.陳如茵、吳家駒、蔡美珠、錢明賽 (2000) 貯藏及熱加工對蕃茄抗氧化性之影響。台灣農業化學與食品科學, 38 (4):353-360。 30.陳昭姿 (1994) Ascorbic Acid (Vitamin C) ~具有防癌潛力的水溶性抗氧化劑~。當代醫學, 21 (3):91-93。 31.陳惠英、顏國欽 (1998) 自由基 抗氧化防禦與人體健康。Nutritional Sciences Journal, 23 (1):105-121。 32.陳榮五 李善忱 (1989) 金針花專輯。台東區農業改良場編印。 33.黃進發 (2000) 天然抗氧化 - 麩胱??之生理機能。科學與技術, 32 (4):39-46。 34.黃進發 (2000) 食藥用菇的抗氧化SOD之研發與利用。 , 32 (5):43-53。 35.黃煜、葉嘉新 (1998) 自由基與抗氧化物在心臟血管疾病所扮演的角色。中化藥訊, 38:18-27。 36.葉佳聖、蘇正德 (1993) 補骨脂抗氧化成分之研究。食品科學, 26 (6):574-585。 37.趙崇舜、趙崇良 (1999) 抗氧化劑在治療冠狀動脈心臟病的角色。當代醫學, 26 (6):56-58。 38.劉伯康 (1997) 數種傳統食用植物抗氧化性之研究。國立中興大學食品科學系碩士論文。 39.劉伯康、陳惠英、顏國欽 (1999) 數種傳統食用植物甲醇萃取物抗氧化性之研究。中國農業化學會誌, 37 (1):105-116。 40.樊謙騰、蘇正德 (1997) 山竹果殼甲醇萃取物抗氧化成分及其作用機制之研究。中國農業化學會誌, 35:540-551。 41.樊謙騰、蘇正德 (1996) 鳳凰花花青素之研究。東海學報, 37 (6):35-54。 42.蔡坤志 (2002) 自由基簡介與其臨床應用。臨床醫學, 49:123-129。 43.鄭永祥、沈添富、陳保基 (2000) 類胡蘿蔔素之抗氧化及免疫調節作用。科學農業, 48 (9/10):236-243。 44.鄭名凡 (1993) γ -生育醇在食品中擔任抗氧化劑的角色。食品資訊:40-43。 45.鍾培芳、陳惠英、顏國欽 (2000) 加熱處理對茶飲料抗氧化特性之影響。台灣農業化學與食品科學, 38 (2):120-125。 46.顏國欽、劉美麟 (1997) 木糖 - 離胺酸梅納反應產物及其區分物抗氧化特性之研究。中國農業化學會誌, 35 (3):273-287。 47.蘇正德 (2000) 具研發潛能的抗氧化食品。食品技術:104-109。 48.蘇正德、蔡文騰、張基煌、蘇女淳 (1991) 茶湯與茶渣之兒茶酚含量及抗氧化性之調查研究。食品科學, 18 (3):234-248。 49.AOAC. (1980) "Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists," 13th edited by Association of Official Analytical Chemists, pp.738-739. Washington, DC. 50.Aruoma, O. I. (1994) Nutrition and health aspects of free radicals and antioxidants. Food Chem. Toxic. 32(7):671-683。 51.Astorg, P. (1997) Food carotenoids and cancer prevention: An overview of current research. Trends in Food. Sci. & Tech. 8 (12):406-413。 52.Abushita, A. A., Hebshi, E. A., Daood, H. G., and Biacs, P. A. (1997) Determination

of antioxidant vitamins in tomatoes. *Food Chem.* 60: 207-212. 53. Aruoma, O. I. (1997) Extracts as antioxidant prophylactic agents. *Inform.* 8(12): 1236-1242. 54. Aruoma, O. I., Spencer, J. P. E., Warren, D., Jenner, P., Butler, J. and Halliwell, B. (1997) Characterization of food antioxidants, illustrated using commercial garlic and ginger preparations. *Food Chem.* 60(2): 149-156. 55. Aruoma, O. I. (1998) Free radicals, oxidative stress and antioxidants in human health and disease. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 75(2): 199-212. 56. Aruoma, O. I. (1999) Antioxidant actions of plant foods, use of oxidative DNA damage as a tool for studying antioxidant efficacy. *Free Radical Research.* 30:419-427. 57. Azizah, A. H., Nik Ruslawati, T. S.T. Extraction and characterization of antioxidant from cocoa by-products. *Food Chem.* 64: 199-202. 58. Blosi, M. S. (1958) Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature.* 26: 1199-1200. 59. Branen, A. L. (1975) Toxicology and biochemistry of BHA and BHT. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 52: 59-65. 60. 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. 61. Byers, T. and Guerrero, N. (1995) Epidemiologic evidence for vitamin C and vitamin E in cancer prevention. *American J. Clinical Nutrition.* 62(6S): 1385-1392. 62. Chen, C. W. and Ho, C. T. (1995) Antioxidant properties of polyphenols extracted from green and black teas. *J. Food Lipids* 2: 35. 63. Chen, X. and Ahn, D. U. (1998). Antioxidant activities of six natural phenolics against lipid oxidation induced by Fe²⁺ or ultraviolet light. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 75: 1717- 1721. 64. Christel, Q. D., Bernard, G., Jacques, V., Thierry, D., Claude, B., Michel, L., Micheline, C., Jean-Cluade, C., Francois, B., Francis, T. (2000) Phenolic compounds and antioxidant activities of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) hulls and flour. *J. Ethnopharmacology.* 72:35-42. 65. Decker, E. A. and Welch, B. (1990) Role of ferritin as a lipid oxidation catalyst in muscle food. *J. Agric. Food Chem.* 38: 674. 66. Dzllezak, J. D. (1986) Antioxidants: the ultimate answer to oxidation. *Food Technol.* 40(9): 94-102. 67. Freed, M. (1966) L-Ascorbic acid. In " Methods of Vitamin Assay, " 3rd. Edited by the Association of Vitamin Chemists, pp.287-344. Inc., Interscience Publishers, New York. 68. Frankel, E. N. (1996) Antioxidants in lipid foods and their impact on food quality. *Food Chem.* 57(1): 51-55. 69. Furuta, S., Nishiba, Y. and Suda, I. (1997) Fluorometric assay for screening antioxidative activity of vegetables. *J. Food Sci.* 62:526-528. 70. Fogliano, V., Verde, V., Randazzo, G. and Ritieni, A. (1999) Method for measuring antioxidant activity and its application to monitoring the antioxidant capacity of wines. *J. Agric. Food Chem.* 47:1035-1040. 71. Giese, B. (1996) Antioxidant: tools for preventing lipid oxidation. *Food Technol.* 50(11): 73-81. 72. Gazzani, G., Papetti, A., Massolini, G. and Daglia, M. (1998) Anti- and prooxidant activity of water soluble components of some common diet vegetables and the effect of thermal treatment. *J. Agric. Food Chem.* 46: 4118-4122. 73. Giese, B. (1996) Antioxidant: tools for preventing lipid oxidation. *Food Technol.* 50(11): 73-81. 74. Hertog, M. G. L., Hollman, P. C. H. and Katan, M. B. (1992) Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of 28 vegetables and 9 fruits commonly consumed in the Netherlands. *J. Agric. Food Chem.* 40: 2379-2383. 75. Halliwell, B., Aeschbach, R., Loliger, J. and Aruoma, O. I. (1995) The Characterization of antioxidants. *Food Chem.* 33 (7):601-617. 76. Hollman, P. C. H., Hertog, M. G. L. and Katan, M. B. (1996) Analysis and health effects of flavonoids. *Food Chem.* 57: 43- 46. 77. Ito, N., Fukushima, S. and Tsuda, H. (1985) Carcinogenicity and modification of the carcinogenic response by BHA, BHT, and other antioxidants. *CRC Crit Rev Toxicol.*, 15: 109-150. 78. Johnson, A. R. and Hewgill, F. R. (1961) The effect of the antioxidants, BHA, BHT, and PG on growth, liver and serum lipids and serum sodium level of the rat. *Australian Exp. Biol. & Med. Sci.* 39:353. 79. Klein, B. P. and Perry, A.K. (1982) Ascorbic acid and vitamin A activity in selected vegetables from different geographical areas of the united states. *J. Food Sci.* 47: 941-945. 80. Kanner, J., German, J. B. and Kinsella, J. E. (1987) Initiation of lipid peroxidation in biological systems. *CRC Crit.Rev. Food Sci.Nutr.*, CRC Press, Boca Raton, Fla., v. 25 (4) p.317-363. 81. Krinsky, M. I. (1990) Antioxidant functions of beta- carotene. *Food Nutrition and Health* 13(12): 1-5. 82. Kitts, D. (1997) An evaluation of the multiple effects of the antioxidant vitamins. *Trends in Food. Sci. & Tech.* 8(6): 198-203. 83. Lee, Y., Howard, L. R. and Villalon, B. (1995) Flavonoids and antioxidant activity of fresh pepper (*Capsicum annum*) cultivars. *J. Food Sci.* 60, 473-477. 84. Levy, J., Danilenko, M. and Sharoni, Y. (1997) The tomato carotenoid lycopene and cancer. In: *Food Factors for Cancer Prevention*, pp.209-212. 85. Lin, J. K., Lin, C. H., Liang, Y. C., Lin-Shiau, S. Y. and Juan, I-M. (1998) Survey of catechins, gallic acid, and methylxanthines in green, oolong, pu-erh and black teas. *J. Agric. Food Chem.* 46: 3635-3642. 86. Lindley, M. G. (1998) The impact of food processing on antioxidants in vegetable oils, fruits and vegetables. *Trends Food Sci. Technol.* 9:336-340. 87. Mistry, B. S. and Min, D. B. (1992) Oxidized flavor compounds in edible oils, in " Off-Flavors in Foods and Beverages. " Charalambous, G. (Ed). Elsevier, Amsterdam, The Netherlands. p.171-209. 88. Meyer, A. S., Heinonen, M., & Frankel, E. N. (1998) Antioxidant interactions of catechin, cyanidin, caffeic acid, quercetin, and ellagic acid on human LDL oxidation. *Food Chem.* 61: 71-75. 89. McPhail, D. B., Gardner, P. T., Duthie, G. G., Steele, G. M. and Reid, K. (1999) Assessment of the antioxidant potential of scotch whiskeys by electron spin resonance spectroscopy, relationship to hydroxyl-containing aromatic components. *J. Agric. Food Chem.* 47: 1937-1941. 90. Morrissey, P. A. and O ' Brien, N. M. (1998) Dietary antioxidants in health and disease. *Int. Dairy Journal.* 8:463- 472. 91. Moure, A., Cruz, J. M., Franco, D., Dominguez, J. M., Sineiro, J., Dominguez, H., Nunez, M. J., Parajo, J. C. (2001) Natural antioxidants from residual sources. *Food Chem.* 72:145-171. 92. Nawar, W. W. (1985) Lipid. In " Food Chemistry " Edited by Fennema, O. R. Marcel Dekker, pp.139-244. Inc., New York. 93. Oyaizu, M. (1986) Studies on products of browning reaction: Antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. *Jpn. J. Nutr.* 44: 307. 94. Vinson, J. A., Hao, Y., Su, X. and Zubik, L. (1998) Phenol antioxidant quantity and quality in food, vegetables. *J. Agric. Food Chem.* 46:3630-3634. 95. Pokorny, J. (1991) Natural antioxidants for food use. *Trends in Food Sci. & Technol.*: 223. 96. Rice-Evans, C. A., Miller, N. J. and Paganga, G. (1997) Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends plant Sci.* 2(4):152-159. 97. Singleton, V. L., Rossi, J. A. J. R. (1965) Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Vitic.* 16:144-153. 98. Sherwin, E. R. (1990). Antioxidants. In Branen, A. L., David- son, P. M. and Salminen, S., *Food antioxidants*. New York: Marcel Dekker Inc. 99. 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: 945-100.

100. Sies, H. and Krinsky, N. I. (1995) The present status of antioxidant vitamins and β -carotene. *American J. Clinical Nutrition* 62(1): 1299S-1300S.

101. Six, P. (1994) Current research in natural food antioxidants. *Inform*, 5(6): 679-102.

102. Sato, M., Ramarathnam, N., Suzuki, Y., Ohkubo, T., Takeuchi, M. and Ochi, H. (1996) Varietal differences in the phenolic content and superoxide radical scavenging potential of wines from different sources. *J. Agric. Food Chem.* 44: 37-41.

103. Tainer, J. A., Getzoff, E. D., Richardson, J. S. and Richardson, D. C. (1983) Structure and mechanism of copper, zinc superoxide dismutase. *Nature*. 306:284-286.

104. Tai, C. Y. and Chen, B. H. (2000) Analysis and stability of carotenoids in the flowers of Daylily (*Hemerocallis disticha*) as affected by various treatments. *J. Agric. Food Chem.* 48: 5962-5968.

105. Wang, H., Cao, G. and Prior, R. L. (1996) Total antioxidant capacity of fruits. *J. Agric. Food Chem.* 44, 701-705.

106. Wanasundara, U. N. and Shahidi, F. (1998) Antioxidant and pro-oxidant activity of green tea extracts in marine oils. *Food Chem.* 63: 335-342.

107. Yen, G. C. and Duh, P. D. (1993) Antioxidative properties of methanolic extracts from Peanut Hulls. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 70(4): 383-386.

108. Yen, G. C. and Chen, H. Y. (1995) Antioxidant activity of various tea extracts in relation to their antimutagenicity. *J. Agr. and Food Chem.* 43: 27.

109. Yen, G. C. and Hsieh, P. P. (1995) Antioxidative activity and scavenging effects on active oxygen of xylose lysine maillard reaction products. *J. Sci. Food Agric.* 67: 415.

110. Yen, G. C., Duh, P. D., Chuang, D. Y. (2000) Antioxidant activity of anthraquinones and anthrone. *Food Chem.* 70: 437- 441 .