

# 烹煮處理對省產青花菜抗氧化性之影響

林俊賢、張基郁

E-mail: 9125210@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

中文摘要 本研究以省產青花菜 (*Brassica oleracea* L var *italica* Plenck) 為材料, 探討不同烹煮處理對省產青花菜質地變化之影響, 並分新鮮、中溫預煮 (50 °C, 10分鐘)、沸水烹煮 (沸水, 8分鐘) 及中溫預煮後再沸水烹煮等四組, 經不同烹煮處理後冷凍乾燥, 以甲醇為溶劑萃取其抗氧化活性成分。使用的抗氧化活性測定項目包含還原力、亞鐵離子螯合能力、DPPH自由基清除能力及抑制脂質過氧化性等, 並與BHA及 $\alpha$ -生育醇之抗氧化性做比較。結果發現, 在質地方面, 省產青花菜經沸水烹煮8分鐘時, 其相對尖峰力量下降為原來新鮮時之尖峰力量的51%; 在50 °C烹煮10分鐘後, 省產青花菜的相對尖峰力量提高為原來的172%; 經50 °C預煮10分鐘者, 再經沸水烹煮8分鐘煮後, 仍能保持119%的相對尖峰力量, 較未經預煮而直接烹煮者之51%相對尖峰力量高出甚多, 此顯示出先經中溫預煮後再烹煮, 則其質地軟化速率比未經中溫預煮而直接烹煮者緩慢, 亦即會表現較高的耐煮性。還原力方面, 經中溫預煮、沸水烹煮及中溫預煮後再沸水烹煮等三組省產青花菜之甲醇萃取物皆有強的還原力, 在樣品重對溶劑體積比為8 mg/mL時, 即具有高於BHA和 $\alpha$ -生育醇的還原力, 當樣品重對溶劑體積比為20 mg/mL時, 約為BHA和 $\alpha$ -生育醇的1.5~1.7倍, 而新鮮省產青花菜之甲醇萃取物的還原力則與BHA及 $\alpha$ -生育醇相當。在亞鐵離子螯合能力方面, 四組樣品之甲醇萃取物皆有良好的螯合能力, 其中在樣品重對溶劑體積比為2 mg/mL時, 新鮮和中溫預煮省產青花菜之甲醇萃取物即有最高的螯合能力, 約為90.5%, BHA和 $\alpha$ -生育醇則不具有螯合亞鐵離子的能力。在DPPH自由基清除能力方面, 四組樣品之甲醇萃取物亦有良好的清除能力, 在樣品重對溶劑體積比為20 mg/mL時, 四組皆達到最高的清除能力, 分別為96.8、97.3、98.6及97.9%, 其自由基清除能力皆與BHA及 $\alpha$ -生育醇相近。在抑制脂質氧化方面, 沸水烹煮省產青花菜之甲醇萃取物的抑制氧化能力較佳, 約為BHA和 $\alpha$ -生育醇的0.4倍, 新鮮和中溫預煮後再沸水烹煮者約為BHA和 $\alpha$ -生育醇的0.2倍, 中溫預煮者則幾乎是沒有抑制亞麻油酸氧化的能力。在抗氧化活性熱安定性方面, 在30~60 °C下, 皆以沸水烹煮省產青花菜之甲醇萃取物的熱安定性較佳, 其中在50 °C下, 其抗氧化性約為BHA和 $\alpha$ -生育醇的0.7倍, 在100 °C下, 反應2小時內, 四組不同烹煮處理省產青花菜之甲醇萃取物皆有良好的熱安定性, 其中反應1小時, 沸水烹煮省產青花菜之甲醇萃取物的熱安定性為最佳; 酸鹼安定性方面, 不同烹煮處理會造成樣品間抗氧化性的不同。在pH 3環境中, 以中溫預煮後再沸水烹煮省產青花菜之甲醇萃取物的酸鹼安定性較佳, 約為BHA的0.8倍,  $\alpha$ -生育醇的0.95倍, 在pH 5的環境下, 四組樣品則相當, 在pH 7與9環境下, 則以沸水烹煮省產青花菜之甲醇萃取物的酸鹼安定性最好。在不同烹煮處理省產青花菜之抗氧化活性成分含量分析中, 皆以沸水烹煮省產青花菜的含量為最高, 分別是類胡蘿蔔素含量為0.07 mg/g, 約為新鮮、中溫預煮及中溫預煮後再沸水烹煮者的1.1~2.3倍; 類黃酮含量為4.39 mg/g, 約為新鮮、中溫預煮及中溫預煮後再沸水烹煮者的1.1~1.9倍; 抗壞血酸含量為3.11 mg/g, 約為新鮮、中溫預煮及中溫預煮後再沸水烹煮者的1.4~2.7倍; 多酚類化合物含量為14.77 mg/g, 約為新鮮、中溫預煮及中溫預煮後再沸水烹煮者的1.3~2.9倍。綜合研究結果顯示, 在不同烹煮處理省產青花菜成分定量分析中, 以沸水烹煮者的類胡蘿蔔素、類黃酮、抗壞血酸及多酚類化合物等成分含量較多, 且亦因而具有高的還原力、亞鐵離子螯合能力、DPPH自由基清除能力、抑制脂質氧化的能力及良好的抗氧化安定性, 故適當的烹煮處理將有助於省產青花菜抗氧化活性成分的釋放, 以增進其抗氧化活性之效果。關鍵字: 青花菜、質地、抗氧化性、還原力、亞鐵離子螯合能力、DPPH自由基清除能力。

關鍵詞: 青花菜; 質地; 抗氧化性; 還原力; 亞鐵離子螯合能力; DPPH自由基清除能力

## 目錄

目錄 頁次 封面內頁 簽名頁 授權書.....	iii
中文摘要.....	iii
英文摘要.....	vii
誌謝.....	vii
目錄.....	x
圖目錄.....	xi
表目錄.....	xiii
壹、緒論.....	xv
1 貳、文獻回顧.....	1
4 一、青花菜簡介.....	4
4 二、質地.....	4
6 三、影響蔬菜質地之因素.....	6
6 四、烹煮條件對蔬菜質地之影響.....	6
8 五、脂質之氧化作用.....	9
(一) 熱裂解氧化作用.....	9
(二) 自氧化作用.....	10
(三) 光感應氧化作用.....	13
(四) 酵索性氧化作用.....	13
(五) 影響脂質氧化之因子.....	14
6 六、自	

由基與活性氧對人體健康的影響.....	16	(一) 自由基的定義.....	16	(二) 自由
基與活性氧在人類疾病扮演的角色.....	16	七、抗氧化劑.....	18	(一) 抗氧化劑
與抗氧化機制.....	18	(二) 抗氧化劑之種類.....	19	八、天然抗氧化劑.....
.....	23	九、抗氧化活性測定法之原理介紹.....	34	(一) 還原力之測定.....
.....	34	(二) 亞鐵離子整合能力之測定.....	35	(三) , -diphenyl-
-picrylhydrazyl (DPPH) 自由基清除能力之測定.....	35	(四) 抗過氧化作用力之測定-硫氰酸鐵法....		
.....	36	參、材料與方法.....	37	一、實驗材料.....
.....	37	二、材料製備.....	39	三、實驗方法.....
.....	39	肆、結果與討論.....	47	伍、結論.....
.....	75	參考文獻.....	77	圖目錄 頁次
圖2.1 省產青花				
菜.....	5	圖2.2 油脂自氧化反應中之氧化誘導、連鎖傳遞及終止三階段...11		
圖2.3				
BHA、BHT、PG、TBHQ之化學結構.....	20	圖2.4 維生素E及相關化合物的結構式.....		
.....	27	圖2.5 類胡蘿蔔素之化學結構.....	29	圖2.6 黃酮醇類、黃酮類、黃烷酮類及異黃酮類之
化學結構.....	31	圖2.7 類黃酮基本結構.....	33	圖3.1 本研究使用之青花菜材料, (a)供
圖3.1 本研究使用之青花菜材料, (a)供				
烹煮之部位, (b)供質地測 定之部位.....	40	圖4.1 經不同烹煮處理後之省產青花菜		
以物性測定儀所測得之 物性值及物性變化曲線圖.....	48	圖4.2 新鮮省產青花菜於不同溫度之		
蒸餾水中烹煮一小時期間其 尖峰力量之變化.....	49	圖4.3 在不同溫度(50~70 )蒸餾水		
中預煮不同時間(0~60分鐘)之 省產青花菜, 再經沸騰蒸餾水烹煮8分鐘後之尖峰力量....	51	圖4.4 經不同烹煮處理省產青花		
菜之甲醇萃取物之還原力.....	53	圖4.5 經不同烹煮處理省產青花菜之甲醇萃取物之亞鐵離子整合 能力.....		
.....	55	圖4.6 經不同烹煮處理省產青花菜之甲醇萃取物之DPPH自由基 清除能力.....		
.....	57	圖4.7 經不同烹煮處理省產青花菜之甲醇萃取物以硫氰酸鐵法在 60 下測得之抗氧化		
性.....	60	圖4.8 經不同烹煮處理省產青花菜之甲醇萃取物以硫氰酸鐵法在 不同溫度下測得之		
抗氧化性.....	63	圖4.9 不同烹煮處理省產青花菜之甲醇萃取物在100 下加熱不 同時間後, 以硫氰		
酸鐵法測得之抗氧化性.....	67	圖4.10 經不同烹煮處理省產青花菜之甲醇萃取物以硫氰酸鐵法 在不同pH值測得		
之抗氧化性.....	69	表目錄 頁次		
表2.1 氧化對人體可能造成的傷害.....	17	表2.2 美國食品與藥物檢驗局 (FDA) 已核准使用於食品抗氧 化劑與相乘劑.....	24	
表2.3 天然抗氧化劑之來源.....	25	表4.1 不同烹煮處理省產青花菜之甲醇萃取物以硫氰酸鐵		
表4.1 不同烹煮處理省產青花菜之甲醇萃取物以硫氰酸鐵				
法在 不同溫度下反應8小時後之吸光值(500 nm)及吸光值上 升百分比.....	66	表4.2 不同烹煮處理省產青花菜之類胡蘿蔔素、類黃酮、抗壞血 酸及總酚類含量.....	73	

## 參考文獻

- [參考文獻] 參考文獻 1. 朱燕華 (2000) 植物類機能性成分介紹。食品工業, 32 (9):48-52。 2. 李春義、張為憲 (1987) 花生在烹煮及其他處理過程中質地變化與化學成分之相關性。I. 預煮後花生質地與其化學成分之相關性。食品科學, 14 (4):233-241。 3. 李惠蓮 (2001) 省產青花菜之抗氧化性研究。大葉大學食品工程學系碩士班碩士論文。彰化。 4. 吳昭其 (1996) 台灣的蔬菜 (二)。pp.68-70, 渡假出版社。 5. 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。 6. 洪千雅、蘇正德 (1995) 香薷抗氧化成分之研究。中國農業化學會誌, 33:142。 7. 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。彰化。 8. 姜淑繡、郭錦宗、陳姿岑、林芳儀、張基郁 (2000) 省產球莖甘藍不同部位之抗氧化性。中華生質能源學會會誌, 19 (3-4):79-86。 9. 高馥君、李敏雄 (1998) 食品保存與抗氧化劑。食品工業, 30 (12):17-24。 10. 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。 11. 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。 12. 郭悅雄 (1995) 自由基、活性氧與抗氧化劑。台灣科學, 48 (2):164-177。 13. 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。 14. 陳鴻文 (1996) 決明子抗氧化特性之研究。國立中興大學食品科學研究所碩士論文。 15. 張基郁、張為憲 (1992) 預煮及烹煮過程對敏豆莢質地變化之影響。中國農業化學會誌, 30 (1):43-51。 16. 曾昭穎、張為憲 (1988) 烘製及烹煮過程對瓠瓜質地變化之影響。中國農業化學會誌, 26 (3):273-286。 17. 葉佳聖、沈立言、蔡順仁 (1997) 補骨脂脂對大白鼠初代之抗氧化生理活性之影響。食品科學 24:295。 18. 劉柏康 (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。 19. 劉柏康、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。 20. 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。 21. 蔡宜容 (1986) 綠豆芽在加熱過程中質地變化與化學成分之相關性研究。國立台灣大學食品科技研究所碩士論文。 22. 錢明賚 (2000) 番茄及番茄紅素。食品工業, 32 (9):40-47。 23. 蕭思玉、張為憲 (1986) 大黃瓜在烹煮處理過程中質地變化與化學成分之關係。I. 預煮效果與化學成分之關係。中國農業化學會誌, 24 (4):421-429。 24. 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. 25. Arouma, O. I. (1994) Nutrition and health aspects of free radicals and antioxidants. Food Chem. Toxic. 32(7): 671-683. 26. Azizah, A. H., Nin Ruslawati, N. M. and Swee Tee, T. (1999) Extraction and characterization of antioxidant

from cocoa by-products. *Food Chem.* 64: 199-202. 27. Bartolome, L. G. and Hoff, J. E. (1972) Firming of potatoes: Biochemical effects of precooking. *J. Agric. Food Chem.* 20: 266-270. 28. Beadle, B. W., Greenwood, D. A. and Kraybill, H. R. (1943) Stability of thiamine to heat. I. Effect of pH and buffer salts in aqueous solutions. *J. Biol. Chem.* 149: 339-347. 29. Bender, A. W. (1966) Nutritional effects of food processing. *J. Food Technol.* 1: 261-289. 30. Blois, M. S. (1958) Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature.* 26: 1199-1200. 31. Bonorden, W. R. and Pariza, M. W. (1994) Antioxidant nutrients and protection from free radicals, In: *Nutr. Toxicol.* Kostsonis FN, Mackey M and Hjelle J. ed. Raven press. New York. pp.19-48. 32. Branen, A. L. (1975) Toxicology and biochemistry of BHA and BHT. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 52: 59-65. 33. Briges, A. B., Scott, N. A., Pringle, T. H., McNeill, G. P. B. and Elch, J. J. (1992) Relationship between the extent of coronary artery disease and indicators of free radical activity. *Clin. Cardiol.* 15: 169-174. 34. Chang, C. Y., Tsai, Y. R. and Chang, W. H. (1993) Models for the interactions between pectin molecules and other cell-wall constituents in vegetable tissues. *Food Chem.* 48: 145-157. 35. Chang, C. Y., Tsai, Y. R. and Chang, W. H. (1995) Relationships between textural changes and the changes in linkages of pectic substances of sweet pepper during cooking processes, and the applicability of the models of interactions between pectin molecules. *Food Chem.* 53: 409-416. 36. Chen, T. S. and George, W. L. (1981) A research note. Ascorbic acid retention in retort pouched green beans. *J. Food Sci.* 46: 642-643. 37. Chen, C. W. and Ho, C. T. (1995) Antioxidant properties of polyphenols extracted from green and black teas. *J. Food Lipids* 2: 35. 38. Christel, Q. D., Bernard, G., Jacques, V., Thierry, D., Claude, B., Michel, L., Micheline, C., Jean-Claude, C., Francois, B., Francis, T. (2000) Phenolic compounds and antioxidant activities of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) hulls and flour. *J. Ethnopharmacology.* 72: 35-42. 39. Clinton, S. (1998) Lycopene: Chemistry, biology and implication for human health and disease. *Nutr. Rev.* 56: 35-51. 40. Decker, E. A. and Welch, B. (1990) Role of ferritin as a lipid oxidation catalyst in muscle food. *J. Agric. Food Chem.* 38: 674-677. 41. Duh, P. D., Yeh, D. B. and Yen, G.C. (1992) Extraction and identification of antioxidative component from peanut hulls. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 69: 814. 42. Duthic, G. G. (1993) Lipid peroxidation. *Eur. J. Clin. Nutr.* 47: 759-764. 43. Dzlezak, J. D. (1986) Antioxidant: the ultimate answer to oxidation. *Food Technol.* 40(9): 94-102. 44. 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. 45. Giese, B. (1996) Antioxidant: tools for preventing lipid oxidation. *Food Technol.* 50(11): 73-81. 46. Gordon, M. H. (1990) The mechanism of antioxidant action in vitro. Chapter 1, in *Food Antioxidants*, B. J. F. Hundson(Ed.), pp.1-18. Elsevier Applied Science, London and New York. 47. Guo, J. T., Lee, H. L., Chiang, S. H., Lin, F. I and Chang, C. Y. (2001) Antioxidant properties of the extracts from different parts of broccoli in Taiwan. *J. Food and Drug Analysis* 9(2): 96-101. 48. 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. 49. Izutsu, T. and Wani, K. (1985) Food texture and taste: A review. *J. Texture stud.* 16: 1. 50. Jacob, R. A. (1994) Nutrition, health and antioxidants. *INFORM.* 5: 1271-1275. 51. Kelloff, G. F., Boone, C. W., Steele, V. E., Fay, J. R., Lubet, R. A., Crowell, J. A. and Sigman, C. C. (1994) Mechanistic consideration in chemopreventive drug development. *J. Cell. Biochem. Suppl.* 20: 1-24. 52. 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. 53. Kurilich, A. C., Tsau, G. J., Brown, A., Howard, L., Klein, B. P., Jeffery, E. H., Kushad, M., Wallig, M. A. and Juvik, J. A. (1999) Carotene, tocopherol, and ascorbate contents in subspecies of brassica oleracea. *J. Agric. Food Chem.* 47: 1576-1581. 54. Lee, C. Y., Bourne, M. C. and Van Buren, J. P. (1979) Effect of blanching treatments on the firmness of carrots. *J. Food Sci.* 44: 615-616. 55. Lee, Y. C., Kirk, J. R., Bedford, C. L. and Heldman, D. R. (1977) Kinetics and computer simulation of ascorbic acid stability of tomato juice as functions of temperature, pH and metal catalyst. *J. Food Sci.* 42: 640-648. 56. Lin, R. R. and Rae, V. N. M. (1982) Sensory, physical and chemical properties of canned peaches. *J. Food Sci.* 47: 317. 57. Loh, J. and Breeve, W. M. (1982) Between-species differences in fracturability loss: Comparison of the thermal behavior of pectic and cell wall substances in potato and Chinese waterchestnut. *J. Texture Stud.* 13: 381. 58. Loh, J., Breeve, W. M. and Davis, E. A. (1982) Between-species differences in fracturability loss: Microscopic and chemical comparison of potato and Chinese waterchestnut. *J. Texture stud.* 13: 325. 59. Machlin, L. J. and Bendich, A. (1987) Free radical tissue damage: Protective role of antioxidant nutrients. *FASEB J.* 1: 441-445. 60. McFeeters, R. F., Fleming, H. P. and Thompson, R. L. (1985) Pectinesterase activity, pectin methylation, and texture change during storage of blanched cucumber slices. *J. Food Sci.* 50: 201-204, 219. 61. Meyer, L. H. (1976) Vegetables and fruits. In " *Food Chemistry* " . 2nd ed. pp.128. The AVI Publishing Co., Inc. Westport, CN. 62. Michnovicz, J. J. and Bradlow, H. L. (1991) Altered estrogen metabolism and excretion in humans following consumption of indole-3-carbinol. *Nutr. and Cancer* 16: 59-66. 63. Narwar, W. W. (1996) Lipids. In " *Food chemistry* " Edited by Frennema, O. R. Marcel Dekker, Inc., New York. pp.225-319. 64. Nestel, P. J. (1995) The role of antioxidants in preventing coronary disease. *Suppl. Food Aust.* 47: 28-29. 65. Oyaizu, M. (1986) Studies on products of browning reaction: Antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. *Jpn. J. Nutr.* 44: 307. 66. Reeve, R. M. (1972) Pectin and starch in preheating firming and final texture of potato products. *J. Agric. Food Chem.* 20: 1282. 67. Rosental, I. (1985) Photooxidation of foods. In " *singlet oxygen.* " Edited by Frimer, A. A. Vol. 4, pp.145. CRC Press, Boca Raton, Fla. 68. Shahidi, F. and Wanasundara, P. K. J. P. D. (1992) Phenolic antioxidants. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 32: 67-103. 69. Sherwin, E. R. (1990) Antioxidants. In A. L. Branen, P. M. Davidson and S. Salminen, *Food antioxidants.* New York: Marcel Dekker Inc. 70. 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. 71. Singleton, V. L., Rossi, J. A. J. r. (1965) Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdc-phosphotung stic acid reagents. *Am. J. Enol. Vitic.* 16: 144-153. 72. Slominski, B. A. and Campbell, L. D. (1989) Formation of indole glucosinolate breakdown products in autolyzed, steamed and cooked Brassica vegetables. *J. Agric. Food Chem.* 37: 1297-1302. 73. Thomas, M. J. (1995) The role of free radicals and antioxidant: how do we know that they are working. *Crit. Rev. Food sci. Nutr.* 35(1?): 21-39. 74.

Wanasundara, U. N. and Shahidi, F. (1998) Antioxidant and pro-oxidant activity of green tea extracts in marine oils. *Food Chem.* 63: 335-342. 75.

Yagi, K. (1987) Lipid peroxides and human disease. *Chem. Phys. Lipids* 45: 337-314. 76.

Yen, G. C. and Chen, H. Y. (1995) Antioxidant activity of various tea extracts in relation to their antimutagenicity. *J. Agric. Food Chem.* 43: 27. 77.

Yen, G. C. and Duh, P. D. (1993) Antioxidative properties of methanolic extracts from Peanut Hulls. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 70: 383-386. 78.

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.