

Effect of Enzymatic Treatments on the Quality and Antioxidant Properties of Black Tea

賴政宏、張基郁

E-mail: 9510723@mail.dyu.edu.tw

ABSTRACT

Black tea is now consumed throughout the world and is one of the popular beverages. The manufacturing processes of black tea include withering, rolling, scattering, fermentation, and drying. In this study, two tea varieties, TTES No.8 and TTES No.18, were used as raw materials. The tea cut dhoos were sprayed individually with 35 ml of two different concentrations of cellulase solutions, 1 and 2 U/ml, at different timing of rolling, 30 (R30) and 60 (R60) min, then fermented for 60 (F60) and 90 (F90) minute, and finally dried to prepare the commercial black tea. The quality and antioxidant properties of the prepared black tea by different processes were investigated in this study. As for the quality of black tea with 60 min fermentation, the theaflavin (TF) content of the TTES No.8 tea leaves with R60 and 1 U/ml treatments was larger by 11.49 % than that without enzymatic treatment, and thearubigen (TR) content was larger by 8.18 %; the TF content of the TTES No.18 with R60 and 1 U/ml treatments was larger by 16.45 % than that without enzymatic treatment, and the TR content was larger by 3.64 %. However, for the black tea with 90 min fermentation, the TF content of TTES No.8 with R30 and 1 U/ml treatments was larger by 5.53 % than that without enzymatic treatment, and the TR content was larger by 9.94 %; the TF content of TTES No.18 with R60 and 1 U/ml treatments was larger by 16.43 % than that without enzymatic treatment, and the TR content was larger by 1.94 %. As for the antioxidant activities of black tea infusions, the ferrous ion chelating ability, reducing power, and superoxide anion scavenging activity of TTES No.8 tea infusion were not affected by the enzyme spraying timing during rolling, enzyme concentration, and fermentation time. However, the total antioxidant activity of TTES No.8 tea infusion was significantly affected by the conditions of processing. The TTES No.8 tea with R60, F90, and 2 U treatment had the highest total antioxidant activity, valued at 99.48 %. The ferrous ion chelating ability and reducing power of TTES No.18 tea infusion were also not affected by the enzymatic treatments. The TTES No.18 tea with R30, F90, and 2 U treatment had the highest superoxide anion scavenging activity and total antioxidant activity, valued at 87.01 and 99.47 %, respectively.

Keywords : Antioxidant properties, Black tea, Cellulase, Enzymatic treatments

Table of Contents

封面內頁 簽名頁 授權書iii 中文摘要iv 英文摘要vi 誌謝viii 目錄ix 圖目錄xii 表目錄xiv 第一章 緒言1 第二章 文獻回顧3 2.1 原始型茶樹的定義3 2.1.1 茶樹分類特徵3 2.1.2 化學成分特徵3 2.1.3 生長立地生態條件3 2.2 茶葉的分類4 2.3 茶葉的理化性質與特性8 2.3.1 主要成分9 2.3.2 化學成分與茶葉特性13 2.4 茶葉化合物與紅茶品質的關係14 2.4.1 茶葉品質與化學成分14 2.4.2 不同季節對紅茶品質的影響15 2.5 紅茶製造16 2.5.1 萎凋16 2.5.2 揉捻17 2.5.3 解塊17 2.5.4 發酵17 2.5.5 乾燥18 2.6 纖維素於茶葉之應用18 2.7 茶葉之抗氧化性19 2.8 抗氧化性測定之原理20 2.8.1 還原力23 2.8.2 亞鐵離子螯合能力23 2.8.3 超氧陰離子清除能力23 2.8.4 總抗氧化能力24 第三章 材料與方法25 3.1 實驗流程25 3.2 試驗材料25 3.2.1 試驗材料來源25 3.2.2 試驗藥品26 3.2.3 分析儀器28 3.2.4 製茶設備29 3.3 試驗方法29 3.3.1 茶菁採摘29 3.3.2 紅茶製造30 3.3.3 化學成分分析31 3.3.4 茶葉感官品評36 3.3.5 茶湯色澤分析37 3.3.6 統計分析37 第四章 結果與討論38 4.1 紅茶茶湯之化學組成分析38 4.1.1 紅茶茶湯之總兒茶素和總多元酚38 4.1.2 紅茶茶湯之游離胺基酸、咖啡因和可溶分46 4.1.3 紅茶茶湯之茶黃質和茶紅質53 4.2 紅茶茶湯之感官品評63 4.2.1 臺茶8號紅茶茶湯之感官品評63 4.2.2 臺茶18號紅茶茶湯之感官品評65 4.3 紅茶茶湯之色澤分析67 4.4 紅茶茶湯之抗氧化性分析74 4.4.1 臺茶8號和18號紅茶茶湯之抗氧化性分析74 4.5 紅茶茶湯化學成分含量與抗氧化性之相關性探討84 第五章 結論90 參考文獻92 圖目錄 圖2.1 中國茶葉分類6 圖2.2 臺灣茶葉的分類與製法7 圖2.3 類黃酮化合物產生抗氧化性之重要結構特徵22 圖4.1 臺茶8號於揉捻期間不同時間點噴灑不同濃度酵素後再經不同時間發酵處理茶湯之Hunter L值68 圖4.2 臺茶8號於揉捻期間不同時間點噴灑不同濃度酵素後再經不同時間發酵處理茶湯之Hunter a值69 圖4.3 臺茶8號於揉捻期間不同時間點噴灑不同濃度酵素後再經不同時間發酵處理茶湯之Hunter b值70 圖4.4 臺茶18號於揉捻期間不同時間點噴灑不同濃度酵素後再經不同時間發酵處理茶湯之Hunter L值71 圖4.5 臺茶18號於揉捻期間不同時間點噴灑不同濃度酵素後再經不同時間發酵處理茶湯之Hunter a值72 圖4.6 臺茶18號於揉捻期間不同時間點噴灑不同濃度酵素後再經不同時間發酵處理茶湯之Hunter b值73 圖4.7 臺茶8號於揉捻期間不同時間點噴灑不同濃度酵素後再經不同時間發酵處理茶湯之還原力76 圖4.8 臺茶18號於揉捻期間不同時間點噴灑不同濃度酵素後再經不同時間發酵處理茶湯之還原力77 圖4.9 臺茶8號於揉捻期間不同時間點噴灑不同濃度酵素後再經不同時間發酵處理茶湯之亞鐵離子螯合能力79 圖4.10 臺茶18號於揉捻期間不同時間點噴灑不同濃度酵素後再經不同時間發酵處理茶湯之亞鐵離子螯合能力80 圖4.11 臺茶8號於揉捻期間不同時間點噴

灑不同濃度酵素後再經不同時間發酵處理茶湯之超氧陰離子清除能力82 圖4.12 臺茶18號於揉捻期間不同時間點噴灑不同濃度酵素後再經不同時間發酵處理茶湯之超氧陰離子清除能力83 圖4.13 臺茶8號於揉捻期間不同時間點噴灑不同濃度酵素後再經不同時間發酵處理茶湯之總抗氧化能力85 圖4.8 臺茶18號於揉捻期間不同時間點噴灑不同濃度酵素後再經不同時間發酵處理茶湯之總抗氧化能力86 表目錄 表2.1 臺灣主要茶樹品種型態分類表5 表2.2 紅茶之一般成分表8 表2.3 茶葉中各種礦物質含量13 表2.4 纖維素、果膠和木糖對紅茶品質之影響19 表2.5 Vitamins, tea beverage, flavonoids, carotenes, and xanthophylls之相對抗氧化能力21 表3.5 茶湯感官品評配分表36 表4.1 臺茶8號於揉捻期間不同時間點噴灑不同濃度酵素後再60分鐘發酵處理茶湯之總兒茶素和總多元酚含量39 表4.2 臺茶8號於揉捻期間不同時間點噴灑不同濃度酵素後再90分鐘發酵處理茶湯之總兒茶素和總多元酚含量40 表4.3 臺茶8號於揉捻期間不同時間點噴灑不同濃度酵素後再經不同時間發酵處理茶湯之總兒茶素和總多元酚含量42 表4.4 臺茶18號於揉捻期間不同時間點噴灑不同濃度酵素後再經60分鐘發酵處理茶湯之總兒茶素和總多元酚含量43 表4.5 臺茶18號於揉捻期間不同時間點噴灑不同濃度酵素後再經90分鐘發酵處理茶湯之總兒茶素和總多元酚含量44 表4.6 臺茶18號於揉捻期間不同時間點噴灑不同濃度酵素後再經不同時間發酵處理茶湯之總兒茶素和總多元酚含量45 表4.7 臺茶8號於揉捻期間不同時間點噴灑不同濃度酵素後再經60分鐘發酵處理茶湯之游離胺基酸、咖啡因和可溶分含量47 表4.8 臺茶8號於揉捻期間不同時間點噴灑不同濃度酵素後再經90分鐘發酵處理茶湯之游離胺基酸、咖啡因和可溶分含量48 表4.9 臺茶8號於揉捻期間不同時間點噴灑不同濃度酵素後再經不同時間發酵處理茶湯之游離胺基酸、咖啡因和可溶分含量50 表4.10 臺茶18號於揉捻期間不同時間點噴灑不同濃度酵素後再經60分鐘發酵處理茶湯之游離胺基酸、咖啡因和可溶分含量51 表4.11 臺茶18號於揉捻期間不同時間點噴灑不同濃度酵素後再經90分鐘發酵處理茶湯之游離胺基酸、咖啡因和可溶分含量52 表4.12 臺茶18號於揉捻期間不同時間點噴灑不同濃度酵素後再經不同時間發酵處理其游離胺基酸、咖啡因和可溶分含量54 表4.13 臺茶8號於揉捻期間不同時間點噴灑不同濃度酵素後再經60分鐘發酵處理茶湯之總茶黃質和總茶紅質含量55 表4.14 臺茶8號於揉捻期間不同時間點噴灑不同濃度酵素後再經90分鐘發酵處理茶湯之總茶黃質和總茶紅質含量57 表4.15 臺茶8號於揉捻期間不同時間點噴灑不同濃度酵素後再經不同時間發酵處理茶湯之總茶黃質和總茶紅質含量58 表4.16 臺茶18號於揉捻期間不同時間點噴灑不同濃度酵素後再經60分鐘發酵處理茶湯之總茶黃質和總茶紅質含量59 表4.17 臺茶18號於揉捻期間不同時間點噴灑不同濃度酵素後再經90分鐘發酵處理茶湯之總茶黃質和總茶紅質含量60 表4.18 臺茶18號於揉捻期間不同時間點噴灑不同濃度酵素後再經不同時間發酵處理茶湯之總茶黃質和總茶紅質含量62 表4.19 臺茶8號紅茶茶湯感官品評結果64 表4.20 臺茶18號紅茶茶湯感官品評結果66 表4.21 臺茶8號於揉捻期間不同時間點噴灑不同濃度酵素後再經不同時間發酵處理茶湯與抗氧化性之相關性88 表4.22 臺茶18號於揉捻期間不同時間點噴灑不同濃度酵素後再經不同時間發酵處理茶湯與抗氧化性之相關係數89

REFERENCES

1. 甘子能。1980a。各種茶類的香氣成分。食品工業12 (4):19-22。
2. 甘子能。1980b。茶中的咖啡因。食品工業12 (7): 19-23。
3. 甘子能。1981a。茶中的多元酚類成分。食品工業13 (1):10-18。
4. 甘子能。1981b。茶中的多元酚類成分(之二)。食品工業13 (7):10-16。
5. 甘子能。1981c。茶中的多元酚類成分(之三)。食品工業13 (9):29-54。
6. 甘子能。1982。茶中的游離胺基酸。食品工業14 (4): 14-20。
7. 甘子能。1983。近二十年來茶葉化學的研究發展。食品工業15 (10): 23-27。
8. 甘子能。1985。製茶原理的生化觀。食品工業17 (7): 25-37。
9. 朱志偉。2000。茶葉萃取物與兒茶素化合物對細胞DNA損傷影響之研究。國立中興大學食品科學研究所碩士論文。台中。
10. 朱湧岳、邱瑞騰。1984。臺茶七號和八號新品種之紅茶製造法研究。臺灣茶業研究彙報3: 39-52。
11. 吳振鐸、葉速卿、鄭觀星。1975。不同製茶種類對兒茶素(Catechins)含量的影響。中國農業化學會誌13 (3-4): 159-168。
12. 吳振鐸。1960。提高紅茶品質之技術問題。九平鎮茶葉試驗所報告。No 14。
13. 吳振鐸。1973。從茶湯之化學成分談台灣茶葉品質之改進問題。台灣農業季刊9 (1): 194-198。
14. 吳振鐸。1985。臺灣茶葉分類。臺灣茶業研究彙報4:155-158。
15. 李敏雄、余瑞琳、許金士、蔡玉吉。1984。茶葉天然抗氧化劑之安全性試驗。中國農業化學會誌22: 128-135。
16. 李敏雄、余瑞琳。1984。茶葉抗氧化劑之萃取及其在不同食用油中之抗氧化活性。中國農業化學會誌22: 226-231。
17. 阮逸明、張如華、張連發。1989。不同烘焙溫度與時間對包種茶化學成份與品質之影響。臺灣茶業研究彙報8: 71-82。
18. 林稟彬、陳熙林、阮逸明、黃伯超。1985。包種茶(半發酵茶)茶菁對白鼠血清膽固醇、脂蛋白含量之影響。臺灣茶業研究彙報4: 89-96。
19. 姜淑繡。2001。省產蘿蔔之抗氧化性研究。私立大葉大學食品工程學系碩士班碩士論文。彰化。
20. 徐芳瑛。2002。不同貯存年份、製程及沖泡方法之普洱茶品質的探討。國立中興大學食品科學研究所碩士論文。台中。
21. 徐英祥、蔡永生、張如華、郭寬福、林金池。2001。包種茶炭焙技術之研究(II)炭焙溫度與時間對包種茶品質及化學成分之影響。臺灣茶業研究彙報20:71-86。
22. 茶業技術推廣手冊。1990。製茶技術。行政院農委會茶業改良場編印。
23. 區少梅、蔡永生、張如華。1988。包種茶分類化合物分析方法之比較與評估。臺灣茶業研究彙報7: 43-61。
24. 張如華。1982。利用HPLC分析茶中植物鹼含量變化之研究。台灣茶業改良場年報。第51-57頁。
25. 陳宗懋編。1993。中國茶經。紫玉金沙雜誌出版社。台北。
26. 陳英玲。2003。飲茶與保健。茶情雙月刊第7期。
27. 陳清泉。1997。茶紅質與茶黃質之探討。食品工業29(12):7-16。
28. 陳清泉。2001。茶兒茶素之吸收及代謝。食品工業33(5):1-14。
29. 陳惠英。1996。茶葉萃取物抗致突變及抗氧化特性之研究。國立中興大學食品科學研究所博士論文。台中。
30. 楊名翔。1996。以模式反應探討烏龍茶香氣的熱形成。私立大葉大學食品工程研究所碩士論文。彰化。
31. 臺灣茶種原誌。2003。建場100週年紀念特刊。行政院農委會茶業改良場編印。
32. 蔡右任、阮逸明。1987。茶葉中咖啡因快速簡便測定法之研究。臺灣茶業研究彙報6:1-8。
33. 蔡永生、劉士綸、王雪芳、區少梅。2004。台灣主要栽培茶樹品種兒茶素含量與抗氧化活性之比較。茶業研究彙報23:115-132。
34. 蔡永生、區少梅、張如華。1991。不同品種包種茶官能品評與化學組成之特徵與判別分析。茶業研究彙報9:79-97。

35. 蔡永生。1982。茶湯主要有色成分茶黃質和茶紅質對水色個別影響。臺灣省茶葉改良場七十一年年報。第49-53頁。 36. 蔡宏仁。1997。不同產季、製程與品種所製成包種茶風味形成之比較。私立大葉大學食品工程研究所碩士論文。彰化。 37. 蘇正德、蔡文藤、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。英文部份 1. Abe, Y., Umemura, S., Sugimoto, K., Hirawa, N., Kato, Y., Yokoyama, N., Yokoyama, T. Iwai, J. and Ishii, M. 1995. Effect of green tea rich in γ -aminobutyric acid on blood pressure of Dahl salt-sensitive rats. *A. J. H.* 8: 74-79. 2. Blois, M.S. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature*.216: 1199-1200. 3. Bors, W., Heller, W., Michel, C. and Saran, M.1990. Flavonoids as antioxidants: determination of radical-scavenging efficiencies. *Methods in Enzymology*. 186: 343-355. 4. Broadhurst, R. B., and W. T., Jones. 1978. Analysis of condensed tannins using acidified vanillin. *J. Agric. Food Chem.*29: 788-794 5. Chen, A. O., and Tasi, Y. S. 1988. Studies on relationship between sensory properties and nonvolatile chemical components of Paochung tea. In " Proceedings of the International Symposium on Recent Development in Tea production " p. 249-272. Taiwan Tea Experiment Station Tangmei, Taoyuan, Taiwan, Republic of China. 6. Cloughley, J. B. 1980. The effect fermentation temperature on quality parameters and price evaluation of Central African black teas. *J.Sci. Food Agric.* 31: 911-919. 7. Decker, E. A. and Welch, B. 1990. Role of ferritin as a lipid oxidation catalyst in muscle food. *J. Agric. Food Chem.* 38: 674. 8. Eden, T., 1976. Tea. 3rd ed. (Tropical Agriculture Series). p. 66. Longman, London. 9. Edwin, H. 2003. Thoughts on thearubigins. (review) *Phytochemistry*. 64: 61-73. 10. Fujiki, H., Suganuma, M., Okabe, S., Komori, A., Sueoka, E., Sueoka, N., Kozu, T. and Sakai, Y. 1996. Japanese green tea as cancer preventive agent in human. *Nutr. Rev.* 54: S67-S70. 11. Geschwind JF, Ko YH, Torbenson MS, Magee C and Pedersen PL 2002. Novel therapy for liver cancer: direct intraarterial injection of a potent inhibitor of ATP production. *Cancer Res.* 62: 3909-3913 12. Hall, M. N., Robertson, A. and Scotter, C. N. G. 1988. Near infrared reflectance prediction of quality, theaflavin content and moisture content of black tea. *Food Chem.* 27: 61-75. 13. Hara, Y. and Ishigami, T. 1989. Antibacterial activities of tea poly-Phenols against foodborne pathogenic bacteria. *Nippon Shoku. Kog. Gakk.* 36 (12): 996-999. 14. Hara, Y., Matsuzaki, S. and Nakamura, K. 1989. Antitumor activity of tea catechins. *J. Jpn. Soc. Nutr. Food Sci.* 42 (1): 39-45. 15. Hilton, P. J. 1973. In *Encyclopedia of industrial chemical analysis* Vol. 8, F.D. Snell, and I.S. Ettre,(Eds), p. 455-526. John Wiley. New York. 16. Ho, C. T., Osawa, T., Huang, M. T., and Rosen, R. T. 1993. Phytochemical form tea. In: *Food phytochemicals for cancer preventions II*. ACS symposium ser. 547. Washington, DC:American Chemical Society. 34-113. 17. Husain, S. R., Cillard, J. and Cillard, P. 1987. Hydroxyl radical scavenging activity of flavonoids. *Phytochemistry*. 26 (9): 2489-2491. 18. Iwasa, K. 1975. Methods of chemical analysis of green tea. *JARQ*.9: 161-164. 19. Jovanovic, S. V., Steenken, S., Tosic, M., Marjanovic, B. and Simic, M. G. 1994. Flavonoids as antioxidants. *J. Am. Chem. Soc.* 116: 4846-4851. 20. Juneja, L. R., Chu, D. C., Okubo, T., Nagato, Y. and Yokogoshi, H. 1999. L-theanine - a unique amino acid of green tea and its relaxation effect in humans. (review) *Trends in Food Sci. Tech.* 10: 199-204. 21. Miller, N.J., Catherine A.R-E., Davies M.J., Gopinathan V. and Miller A. 1993. A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates. *Clinical Science.* 84: 407-412. 22. Miller, N.J., Sampson J., Candeias L.P., Bramley P.M. and Catherine A.R-E. 1996. Antioxidant activities of carotenes and xanthophylls. *FEBS Letters* 384: 240-242. 23. Millin, D. J., Crispin, D. J. and Swaine, D. 1969. Nonvolatile components of black tea and their contribution to the character of the beverage. *J. Agric. Food Chem.* 17: 717-722. 24. Murugesan, G.S., Angayarkanni, J., Swaminathan, K., 2002. Effect of tea fungal enzymes on the quality of black tea. *Food Chem.*79: 411-417. 25. Nakagawa, M. 1975. Chemical components and taste of green tea. *JARQ*. 9 (3): 156-160. 26. Okamoto, G., Hayase, F. and Kato, H. 1992. Scavenging of active oxygen species by glycosylated proteins. *Biosci. Biotech. Biochem.* 56: 928-931. 27. Oyaizu, M. 1986. Studies on products of browning reaction: Antioxidative activities of products of browning reaction prepared From glucosamine. *Jan. J. Nutr.* 44: 307-315. 28. Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M. and Rice-Evans, C. 1998. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine.* 26: 1231-1237. 29. Rice-Evans, C. A., Miller, N. J. and Paganga, G. 1996. Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. *Free Rad. Boil. Med.* 20: 933-956. 30. Robak J. and Gryglewski I. R. 1988. Flavonoids are scavenging of superoxide anion. *Biochem. Pharmacol.* 37: 837-841. 31. Roberts, E. A. H. 1958. The chemistry of tea manufacture. *J.Sci. Food Agric.* 9: 381-390. 32. Roberts, E. A. H. and Smith, R. F. 1963. The phenolic substances of manufactured tea. IX. The Spectrophotometric evaluation of tea liquors. *J. Sci. Food Agric.* 14: 689-699. 33. Rosen, H. 1957. A modified ninhydrin colorimetric analysis for amino acids. *Arch. Biochem. Biophys.* 67: 10-15. 34. Ryuhei, F. 1990. A tentative approach to the dietary control of aging process-antioxidative activity of tea leaf catechins in vivo. *Fragrance Journal* November: 20-23. 35. Sabu, M. C., Smitha, K. and Kuttan, R. 2002. Anti-diabetic activity of green tea polyphenols and their role in reducing oxidative stress in experimental. *Journal of Ethno-Pharmacology.* 83: 109-116. 36. Sanderson, G. W. and Graham, H. N. 1973. On the formation of black tea aroma. *J. Agr. Food Chem.* 21 (4): 576-585. 37. Sanderson, G. W., 1972. The chemistry of tea and tea manufacturing. In *Recent Advances in Phytochem.*, Vol. 5, V.C. p. 247-316. Runeckles and T.C. Tso(editors). Academic Press, New York. 38. Sanderson, G. W., Berkowitz, J.E., CO., H., and Graham, H.N. 1972. Biochemistry of tea fermentation: Products of oxidation of tea flavnols in a model tea fermentation system. *J.Sci. Food Agric.* 37:399. 39. Sanderson, G. W., Co, H. and Gonzalez, J. G. 1971. Biochemistry of tea fermentation: The role of carotens in black tea aroma formation. *J. Food Sci.* 36: 231-236. 40. Sanderson, G. W., Ranadiv, A.S., Eisenberg, L.S., Farrel, F.J. Simon, R. Manley, C.H., Coggon, P. 1976. Contributions of polyphenolic compounds to the taste of tea. *ACS Symp. Ser.* 26: 14-46. 41. Simpson, A., Shaw, L. and Smith, A.J. 2001. The bio-availability of fluoride from black tea. *J. Dent.* 29: 15-21. 42. Serafini, M., Ghiselli, A. and Ferro-Luzzi, A. 1996. In vivo antioxidant effect of green and black tea in man. *Eur. j. clin. nutr.* 50 (1): 28-32. 43. Stoner, G. D. and Mukhtar, H. 1995. Polyphenol as cancer chemo-Preventive agents. *J. cell. biochem.* 22(suppl.): 169-180. 44. Takeo, T. 1984. Withering effect on the aroma formation found during Oolong tea manufacturing. *Agric. Biol. Chem* 48 (4): 1083-1085. 45. Van den Berg, R., Haenen, G. R. M. M., Van den Berg, H. and Bast, A. 1999. Applicability of an

improved TEAC assay for evaluation of antioxidant capacity measurements of mixtures. *Food Chemistry*. 66: 511-517. 46. Werkhoven, J. 1974. Tea processing. *FAO Agricultural Services Bulletin*, Report No 26. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome, Italy. 47. Wiseman, S. A., Balentine, D. A. and Frei, B. 1997. Antioxidants in tea. *Crit. rev. food sci. nutr.* 37 (8): 705-718. 48. Yen, G. C. and Chen, H. Y. 1994. Comparison of antimutagenic effect of various tea extracts (green, oolong, pounchong, and black tea). *J. food prot.* 57: 54-58. 49. Yen, G. C. and Chen, H. Y. 1995. Antioxidant activity of various tea extracts in relation to their antimutagenicity. *J. agric. food chem.* 43: 27-32.