

加工處理對十字花科蔬菜抗氧化性之影響

翁瑞光¹詹清貴²丁美雪²

- 1.國立宜蘭技術學院食品科學系翁瑞光教授
- 2.國立宜蘭技術學院食品科學系助理

摘要

本研究探討十種常見的十字花科蔬菜，經過微波處理、熱風乾燥、殺菁處理及熱炒處理，對於其抗氧化能力、還原能力、對 Fe^{2+} 螯合能力及對 DPPH 自由基清除能力之影響。十種蔬菜中，蘿蔔有最高的甲醇萃取固形物，其次依序為包心白菜、甘藍菜、花椰菜、青花菜、油菜、芥藍菜、青江菜、白菜及芥菜。加工處理會降低甲醇的萃取固形物，其中以熱風乾燥影響最大。十種蔬菜中，相當於 0.1g 濕重之白菜、青江菜、油菜、青花菜、芥菜及芥藍菜之甲醇萃取物，其抗氧化效果與 200 ppm 的 BHA 相似，而優於 200 ppm 的 α -生育醇；蘿蔔、包心白菜、花椰菜及甘藍菜則不具抗氧化能力；四種加工處理中，熱風乾燥對於抗氧化能力的破壞最大。六種蔬菜中青花菜具有最高的還原能力、 Fe^{2+} 螯合能力、DPPH 自由基清除能力。不同加工處理中，微波處理對蔬菜還原能力影響最小，殺菁處理對蔬菜 Fe^{2+} 螯合能力影響最大。青花菜對 DPPH 自由基清除能力不受加工方式不同的影響，其他五種蔬菜對於 DPPH 自由基的清除能力，除了微波處理影響較小外，其他三種加工方式皆有不同程度的影響。

關鍵詞：十字花科蔬菜、抗氧化性、螯合能力、自由基

Effect of Processing Conditions on Antioxidative Activities of some Cruciferous Vegetables

Ray-Guang Wong¹ and Ching-Kuel Chan² May-Shale Ding²

1. Professor Department of Food Science, National Ilan Institute of Technology
2. Asistant Department of Food Science, National I-Lan Institute of Technology

Abstract

Different processing conditions including microwave heating, hot air dehydration, blanching and stir-frying were investigated on the antioxidative activities such as antioxidative power, reducing power, chelating ability to Fe^{2+} and scavenging activity on the DPPH free radical of some most common cruciferous vegetables in this study. The solid content of different vegetables extracts were obtained, the radish had the highest solid content, followed by chinese cabbage, cabbage and cauliflower, sprouting broccoli, edible rape, chinese kale, ching-geeng, chinese mustard and leaf mustard. Different processing conditions lowered the solid content of extracts, whereas the hot air dehydration lowered the solid content of extracts most significantly. Chinese mustard, ching-geeng, edible rape, sprouting broccoli, leaf mustard and chinese kale had excellent antioxidative power similar to 200ppm BHA and better than 200 ppm α -tocopherol, while radish, chinese cabbage, cauliflower and cabbage were not. Hot air dehydration was the most destructive on antioxidative power within the four processing conditions. Sprouting broccoli had the highest reducing power, chelating ability to Fe^{2+} and scavenging ability on the DPPH free radical among the six kinds of cruciferous vegetables. Microwave heating was the least destructive processing condition on reducing power, whereas the blanching process lowered chelating ability to Fe^{2+} most significantly. Different processing conditions did not influence the scavenging ability on the DPPH free radical of sprouting broccoli, but processing conditions except microwave heating did effect the scavenging ability on the DPPH free radical in the other five kinds of cruciferous vegetables.

一、前言

近年來食品與健康的關連性頗受消費者關注，機能性食品之研究亦逐漸受到重視，而抗氧化性的研究即為機能性研究項目之一。於茶飲品[1-2]、中草藥[3-4]、褐變物質[5]及芽菜[6]等抗氧化性文獻，國內外相關研究報告皆相當多，對於蔬菜間之相互比較以及加工處理後抗氧化性是否有所變化，則尚未見於文獻。

蔬菜與我們每日飲食息息相關，而十字花科蔬菜為省產蔬菜之大宗。文獻中記載蔬菜[7]中含有抗氧化物質，但未知經過加工處理後，對其抗氧化性質的影響。台灣冬季蔬菜盛產，造成價格嚴重滑落，菜價太低，菜農不願採收其在田間腐敗十分可惜。蔬菜在膳食中所扮演之角色為提供膳食纖維及維生素，其加工製品則有果汁、冷凍蔬菜及乾燥蔬菜為主，若能開發其在抗氧化方面之功能性，將有助於蔬菜之消費及產品之開發。因此藉由本研究建立常見十字花科蔬菜抗氧化特性之基本資料，同時探討不同加工處理對十字花科蔬菜抗氧化特性之影響，提供作為開發製備蔬果產品之參考。

抗氧化性質包括抗氧化能力、還原力、鐵離子螯合能力、對自由基 DPPH 之清除能力以及其他多項指標，本研究僅以前四項指標對十種常見的十字花科蔬菜作初步探討。

二、材料與方法

(一)材料:

本研究使用之十字花科蔬菜-白菜、青江菜、油菜、青花菜、芥菜、芥藍菜、蘿蔔、包心白菜、花椰菜及甘藍菜皆購自宜蘭縣果菜批發市場，同種蔬菜為同一產地且為同一批次。

(二)化學藥品:

硫氰化鉍 (NH_4SCN)、氯化亞鐵 (FeCl_2)、赤血鹽 [$\text{K}_3\text{Fe}(\text{SCN})_6$]、三氯醋酸 (trichloroacetic acid)、氯化鐵 (FeCl_3) 購自Merck公司。生育醇 (tocopherol)、亞麻油酸 (linoleic acid)、丁基羥基甲氧苯 (butylated hydroxy anisole, BHA)、2,2'-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH)、ferrozine購自美國Sigma公司，甲醇購自台灣皓峰公司，乙醇購自台灣煙酒公賣局。

(三)加工處理方式:

將同一批次的蔬菜經清洗、拭乾水分後，平均分為 13 組，每組 100 克，進行下列加工處理。

1. 冷凍乾燥:

將蔬菜先急速冷凍，再將冷凍蔬菜置入冷凍乾燥機 (Labconco L-6 美國製) 內乾燥，乾燥時真空壓力維持在 $10 \mu\text{Hg}$ 以下，冷凍溫度維持在 -40°C 。

2. 微波處理:

將蔬菜以 2450MHz 之微波爐 (東元 YM1232JA 台製) 進行不同功率與時間照射，分別以 90% 功率 3 分鐘、70% 功率 5 分鐘及 50% 功率 7 分鐘處理，以 M1、M2、M3 來表示。

3. 熱風乾燥:

熱風乾燥溫度分別設定在 90、75 及 60 分別乾燥 6、8 及 10 小時，以 H1、H2、H3 來表示。

4. 殺菁處理:

將蔬菜 100 g 分別加入 95 沸水中，分別殺菁 1、2 及 3 分鐘，以 B1、B2、B3 來表示。

5. 熱炒處理:

模擬家庭炒菜方式，將炒鍋加熱，以水作為熱媒，加熱至滾沸，將蔬菜 100 g 分別加入熱炒 1、2 及 3 分鐘，以 F1、F2、F3 來表示。

經微波、殺菁及熱炒處理後之蔬菜再經由冷凍乾燥，所有樣品皆置-20 冷凍櫃備用。

(四) 蔬菜甲醇萃取液之製備

經濕重 100.0 g 之十字花科蔬菜經不同處理後，先冷凍乾燥再以粉碎機粉碎，加甲醇溶劑 125mL，以均質機 (Kinematica PT 3000) 之 PT-DA3012/2S 均質頭於 10000 rpm 下均質萃取 5 分鐘，再以 Whatman 1 號濾紙抽氣過濾，萃取兩次，合併濾液並定容至 250 ml，貯存於褐色瓶內，於 4 冰箱貯存備用。每毫升萃取液相當於 0.4g 蔬菜 (溼重)。

(五) 分析方法

1. 蔬菜甲醇萃取液固形物含量測定

取蔬菜甲醇萃取液 5ml (相當於蔬菜 2.0g (溼重)) 於已恆重之秤量皿中，將秤量皿置烘箱烘乾至恆重並定量之。

2. 抗氧化能力之比較

採用對脂質過氧化物反應極為靈敏的硫氰酸鐵法 (ferric thiocyanate method) [8]，於 0.02M 之 linoleic acid emulsion 2.5 ml 中加入 0.2M、 pH 7.0 之磷酸鈉緩衝液 2 ml，再分別加入 0.25 ml 蔬菜甲醇萃取液 (0.1 g w.w.)，200 ppm α -生育醇、BHA 之甲醇溶液 0.5 ml，進行抗氧化性之檢測。

上述混合液置 37 恆溫烘箱內反應，每隔一段時間取出，進行呈色反應。呈色方法如下：取混合液 0.1 ml，加入 4.7 ml 之 75% 酒精溶液中，再依次加入 30% 硫氰化銨 0.1 ml 及 0.02M 氯化亞鐵 0.1 ml，混合均勻並於準 3 分鐘時，測其於 500nm 之吸光值，低的吸光值顯示高的抗氧化性。以 (樣品吸光值/未加樣品之控制組吸光值) \times 100 %，得到過氧化值百分率 (POV %)，過氧化值百分率愈高，抗氧化性愈低。

3. 還原力的檢測

參考 Oyaizu[9]的方法，取 1.0 ml 之蔬菜甲醇萃取液 (0.4 g w.w./ ml)，加入 0.2 M、 pH 6.6 之磷酸鈉緩衝液 2.5 ml 及 1% 赤血鹽 2.5 ml 於 50 水浴反應 20 分鐘後急速冷卻，加入 10% 三氯醋酸溶液 2.5 ml，於 3000 rpm 離心 10 分鐘，取上澄液 5 ml，再加入蒸餾水 5 ml 及 0.1% 氯化鐵溶液 1 ml，混合均勻，10 分鐘後於 700nm 測其吸光值。吸光值愈高表示還原力愈強。

4. 鐵離子螯合能力之測定

參考 Decker 等[10]的方法，將蔬菜萃取液以甲醇等量稀釋 (0.2 g w.w./ml)，取 2 ml 稀釋液，加入 2 mM FeCl₂ 溶液 0.1 ml 及 5 mM ferrozine 溶液 0.2 ml，反應 10 分鐘，於 562 nm 測其吸光值。Fe²⁺ 與 ferrozine 所形成之複合物於 562nm 有強的吸收，若吸光值越低，表示對鐵離子的螯合能力越強。以 (1- (樣品吸光值/未加樣品之控制組吸光值)) \times 100，得到螯合能力百分率。

5. DPPH 自由基清除能力測定

參考 Shimada 等[11]的方法，將蔬菜萃取液以甲醇稀釋 4 倍 (0.1 g w.w./ ml)，取 4 ml 稀釋液，加入新鮮配製 1 mM 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) 之甲醇溶液 1 ml，均勻混合靜置 30 分鐘後，於 517 nm 測其吸光值。吸光值愈低表示清除能力愈強。以 (1- (樣品吸光值/未加樣品之控制組吸光值)) \times 100，得到清除效應百分率。

三、結果與討論

(一) 不同處理之蔬菜甲醇萃取物固形物含量

十種十字花科蔬菜 (溼重 100g) 之原料以及分別經由微波、殺菁及熱炒處理後，將其冷凍乾燥，粉碎後再以甲醇萃取，得到之各種蔬菜之甲醇萃取固形物，除冷凍乾燥處理外，餘皆為不同處理三種處理條件之平均值。由圖一顯示各種蔬菜之甲醇萃取固形物不同，其中以蘿蔔為最高 (24.02 mg/ ml)，其次依序為包心白菜 (20.16 mg/ ml)、甘藍菜 (13.26 mg/ ml)、花椰菜 (9.42 mg/ ml)、青花菜 (7.72mg/ ml)、油菜 (6.20mg/ ml)、芥藍菜 (5.48mg/ ml)、青江菜 (4.70mg/ ml)、白菜 (4.64mg/ ml) 及芥菜 (4.58mg/ ml)。

十字花科蔬菜由於種類、形態與組織不同，因此可萃取固形物之成分與萃取率亦不同，組織與葉片較厚之蔬菜如蘿蔔、包心白菜、甘藍菜、花椰菜、青花菜有較高含量的萃取固形物。葉片較大且薄之蔬菜如油菜、芥藍菜、青江菜、白菜及芥菜固形物萃取率則較低。

不同的加工處理亦造成萃取率的影響，葉菜類經微波、殺菁及熱炒處理，部分內容物隨汁液流失，造成萃取率的降低，以微波處理造成萃取率的降低影響較小，熱風乾燥造成萃取率的降低影響較大。評估微波處理造成汁液流失較少，造成萃取率降低之情形亦較少；熱風乾燥則產生褐變等化學變化，使一些可溶成分變為不可溶，造成萃取率降低之情形最為嚴重。

(二) 抗氧化能力比較

取十種蔬菜之甲醇萃取液 0.25 ml (相當於蔬菜溼重 0.1g)，以硫氰酸鐵法測試其抗氧化能力，測其於 500nm 之吸光值；將其換算成過氧化值百分率 (POV %)，POV % 愈高，抗氧化性愈低。由圖二可以看出白菜 (10.94)、青江菜 (7.60)、油菜 (7.66)、青花菜 (11.15)、芥菜 (8.86) 及芥藍菜 (7.18) 的抗氧化能力較高，而蘿蔔 (111.65)、包心白菜 (101.38)、花椰菜 (102.99)、甘藍菜 (102.23) 則不具有抗氧化能力。前六種蔬菜抗氧化效果與 200 ppm 的 BHA (7.57) 相似，而優於 200 ppm 的 α -生育醇 (25.84)。由於蘿蔔、包心白菜、花椰菜、甘藍菜經初步測試不具有抗氧化能力，因此進一步加工處理後之萃取率亦未加以測定。顯示蔬菜萃取成分對抗氧化能力的影響大於萃取物之濃度影響，此一結果與芽菜[6]之情形吻合。由數據亦顯示，多攝取某些蔬菜，尤其是深色蔬菜，其抗氧化效果不亞於攝取 α -生育醇，同時亦能提供膳食纖維及礦物質。

將具有抗氧化能力的六種蔬菜，分別進行微波處理、熱風處理、殺菁處理及熱炒處理等四種不同加工處理，再比較處理前後其抗氧化能力的變化，發現其甲醇萃取物抗氧化能力的變化，除了熱風處理之 POV % 增加較明顯外，

其他處理之 POV % 增加並不明顯。將不同加工處理得到之個別數據加以整理分析，得到不同加工處理之整合數據。圖三為六種蔬菜經不同處理後，得到之過氧化值百分率平均值，可以看出微波、殺菁及熱炒處理對抗氧化能力改變不大，但熱風乾燥則有較大的負面效果。

(三) 還原力比較

還原力為抗氧化的特性之一，且其間有相當程度的關連性，還原力的測定為評估蔬菜萃取物是否為一良好的電子供應者，藉由蔬菜萃取物，將赤血鹽中之 Fe^{3+} 還原成 Fe^{2+} 之亞鐵氰錯離子，此亞鐵氰錯離子再與 Fe^{3+} 形成亞鐵氰化鐵，亦即普魯士藍，在700nm有強的吸光值，由吸光值的高低，可以得知還原力的大小。由圖四得知，六種具抗氧化性之蔬菜中，以青花菜（2.027）的還原力最強，其次依序為芥菜（1.553）、芥藍菜（1.284）、油菜（1.277）、白菜（1.230）及青江菜（0.872），不同加工處理對還原力造成之影響並不規律。將相同處理的六種蔬菜還原力加以整理，得到圖五的結果，發現不同加工處理對還原力的影響不大，其中以微波處理之蔬菜能保有較高的還原力。

(四) Fe^{2+} 的整合能力比較

脂質氧化的起始反應一般由自由基來做為引發者（initiator），而此反應亦可以由金屬離子直接催化而引發，同時只要少量的金屬離子便能產生大量的自由基，加速脂質的氧化反應，並加速自由基對人的傷害[12]，因此若能將金屬離子螯合去除，便能使脂質的氧化速率減慢。

由於 Fe^{2+} 與ferrozine所產生之複合物，在562nm有強的吸光值，若 Fe^{2+} 被螯合，則複合物的生成量會減少，在562nm的吸光值便降低，利用此一特性，來判定蔬菜甲醇萃取物對 Fe^{2+} 之整合能力，並可換算為整合能力百分率。

由圖六的結果顯示，六種蔬菜中青花菜（79.7%）對 Fe^{2+} 的整合能力最強，且較不受不同加工處理方式的影響，其次依序為油菜（58.7%）、青江菜（36.0%）、白菜（35.5%）、芥藍菜（23.3%）及芥菜（22.2%）。

不同加工處理使蔬菜對 Fe^{2+} 整合能力有不同程度的影響，但影響情形並不一致。若將相同處理之六種不同蔬菜之 Fe^{2+} 整合能力百分率加以整理（圖七），其中微波、熱風乾燥處理之蔬菜甲醇萃取物對 Fe^{2+} 之整合能力較高，殺菁及熱炒處理之蔬菜甲醇萃取物對 Fe^{2+} 之整合能力較低，其中以殺菁處理的影響較為規律，殺菁時間增長，使蔬菜之內容物流失較多，可能導致對 Fe^{2+} 的整合能力下降。

(五) 對自由基DPPH之清除能力

在油脂自氧化過程中，於起始期間（induction period）會產生 alkyl 自由基，而在增殖期間（propagation period），會形成氫過氧化物及過氧化物自由基，當兩個自由基相互結合時，連鎖反應始告終止[13]。DPPH (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl) 為一相當安定的自由基，其甲醇溶液在517nm附近有強的吸光值，當DPPH被抗氧化劑還原，或與另外一個自由基結合時，吸光值會消失[14]。利用此一性質來比較蔬菜萃取物對DPPH自由基的清除能力，同時亦能表示蔬菜萃取物對其他自由基的清除能力。

由圖八顯示，青花菜（93.6%）有甚佳的 DPPH 自由基清除能力，且青花菜對 DPPH 自由基的清除能力，幾乎不受加工處理方式之不同的影響，其次依序為油菜（86.2）、芥藍菜（77.3）、白菜（70.6）、芥菜（63.3）、及青江菜（49.7），此五種蔬菜因不同加工處理方式而有不同程度的影響。由圖九可以明顯看出，蔬菜對 DPPH 自由基的清除能力，除了微波處理較無影響外，其他三種加工方式，皆使得其對 DPPH 自由基清除能力有不同程度的降低。

四、參考文獻

1. 蔡琇萱、胡森琳(1995)茶抽出液的抗氧化性及添加維生素C於茶抽出液中的穩定性，中國農業化學會誌，第三十三卷，第五期，第561-569頁
2. Chen, C.W. and C.T. Ho, (1995) Antioxidant properties of polyphenols extracted from green and black teas, *J. Food Lipids*, Vol.2, No.1, pp.35-41.
3. 吳芳真、蘇正德(1996)草果抗氧化成分之分離、純化與結構鑑定，中國農業化學會誌，第三十四卷，第四期，第438-451頁。
4. 葉佳聖、沈立言、蔡順仁(1997)補骨脂酚對大白鼠初代肝細胞之抗氧化生理活性之影響，*食品科學*，第二十四卷，第三期，第295-307頁。
5. Yen, G.C. and P.P. Hsieh, (1995) Antioxidative activity of various scavenging effects on active oxygen of xylose lysine maillard reaction products, *J. Sci. Food Agric*, Vol. 67, No. 3, pp.415-420.
6. 翁瑞光、顏國欽(1997)綠豆芽、黃豆芽及蘿蔔嬰抗氧化性之研究，中國農業化學會誌，第三十五卷，第六期，第661-670頁。
7. Namiki, M. (1990) Antioxidants/antimutagens in foods, *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, Vol.29, No.2, pp. 273-300.

8. Mitsuda, H., K. Yasumodo and K. Iwami (1966) Antioxidative action of indole compounds during the autoxidation of linoleic acid, *Eiyo to Shokuryo*, Vol.19, No.2, pp. 210-214
9. Oyaizu, M. (1986) Studies on products of browning reaction: Antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine, *Jpn. J. Nutr.*, Vol.44, No.6, pp. 307-315.
10. Decker, E.A. and B. Welch (1990) Role of ferritin as a lipid oxidation catalyst in muscle food, *J. Agric. Food Chem.*, Vol.38, No.4, pp. 674-677
11. Shimada, K., K. Fujikawa, K. Yahara and T. Nakamura (1992) Antioxidative properties of xanthan on the autoxidation of soybean oil in cyclodextrin emulsion, *J. Agric. Food Chem.*, Vol.40, No.5, pp. 945-948
12. Halliwell, B., M.A. Murcia, S. Chirico and O.I. Aruoma (1995) Free radicals and antioxidants in food and in vivo: what they do and how they work, *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, Vol.35, No.1, pp. 7-20.
13. Thomas, M.J. (1995) The role of free radicals and antioxidants: how do we know that they are working? *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, Vol.35, No.1, pp. 21-39.
14. Willians, W.B., M.E. Cuvelier and C. Berset (1995) Use of free radical method to evaluate antioxidant activity, *Lebe.-Wisse. Technol.*, Vol.28, No.1, pp. 25-30.

91年09月26日投稿

91年11月12日接受

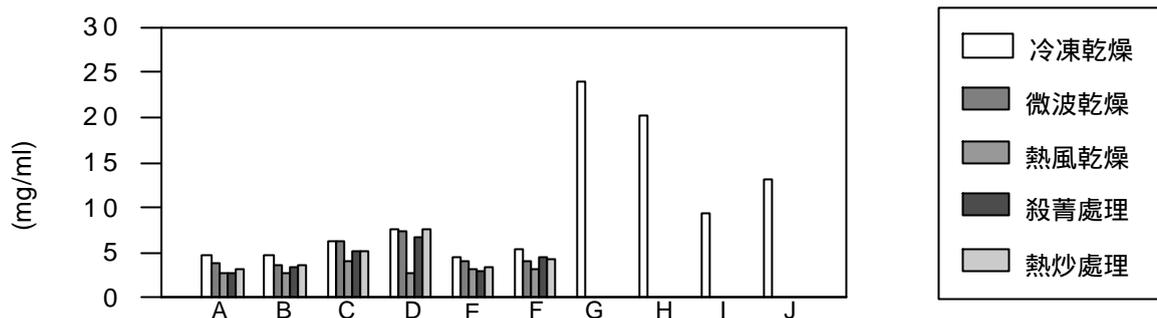


圖 1 十種十字花科蔬菜之甲醇萃取固形物含量

A:白菜 B:青江菜 C:油菜 D:青花菜 E:芥菜
F:芥藍菜 G:蘿蔔 H:包心白菜 I:花椰菜 J:甘藍菜

Fig 1 Effect of different processing conditions on the solid contents of extracts of ten kinds of cruciferous vegetables extracted by methanol .

A: chinese mustard B: ching-geeng C: edible rape D: sprouting broccoli
E: leaf mustard F: chinese kale G: radish H: chinese cabbage
I: cauliflower J: cabbage

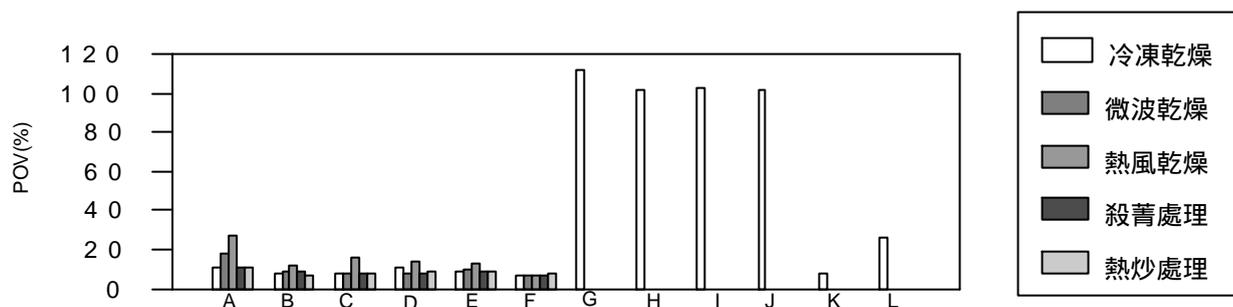


圖 2 不同處理之十種十字花科蔬菜甲醇萃取物與生育醇、BHA 過氧化值百分率

A:白菜 B:青江菜 C:油菜 D:青花菜 E:芥菜 F:芥藍菜
G:蘿蔔 H:包心白菜 I:花椰菜 J:甘藍菜 K:BHA L: -Tocopherol

Fig2 Percentage of relative peroxide value of methanolic extracts from ten kinds of cruciferous vegetables with different processing conditions in comparison with -tocopherol and BHA .

A: chinese mustard B: ching-geeng C: edible rape D: sprouting broccoli
E: leaf mustard F: chinese kale G: radish H: chinese cabbage
I: cauliflower J: cabbage

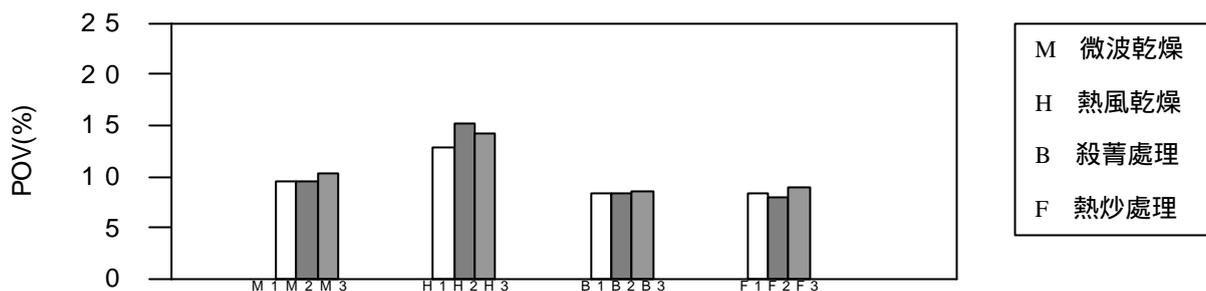


圖 3 不同處理對六種十字花科蔬菜過氧化值百分率平均值比較

Fig 3 Effect of process conditions on average percentage of relative peroxide value of six kinds of cruciferous vegetables .

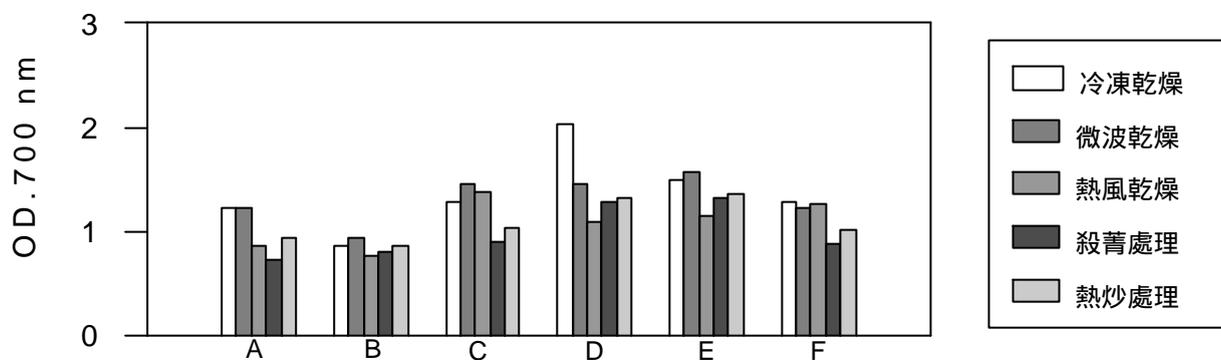


圖 4 不同處理之六種十字花科蔬菜甲醇萃取物之還原力

A:白菜 B:青江菜 C:油菜 D:青花菜 E:芥菜 F:芥藍菜

Fig 4 Reducing power of methanolic extracts from six kinds of cruciferous vegetables with different process conditions .

A: chinese mustard B: ching-geeng C: edible rape D: sprouting broccoli
E: leaf mustard F: chinese kale

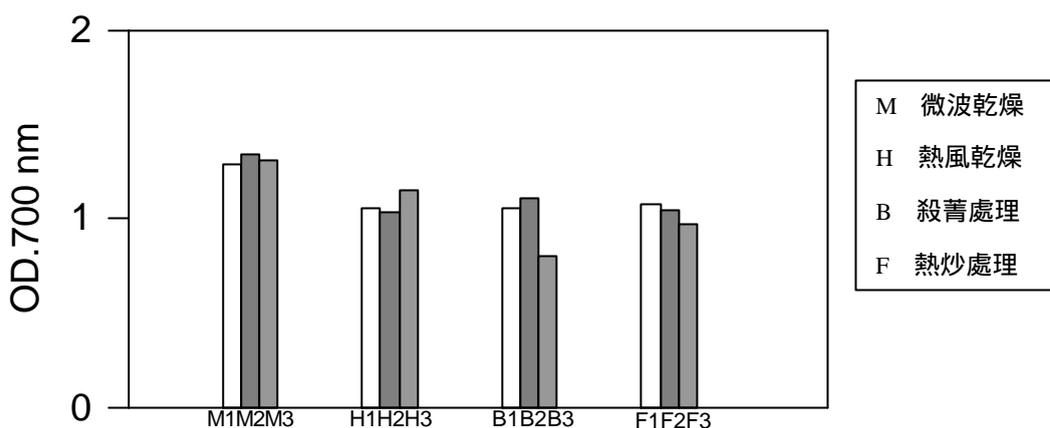


圖 5 不同處理對六種十字花科蔬菜還原力平均值之比較

Fig 5 Effect of process conditions on average reducing power of six kinds of cruciferous vegetables .

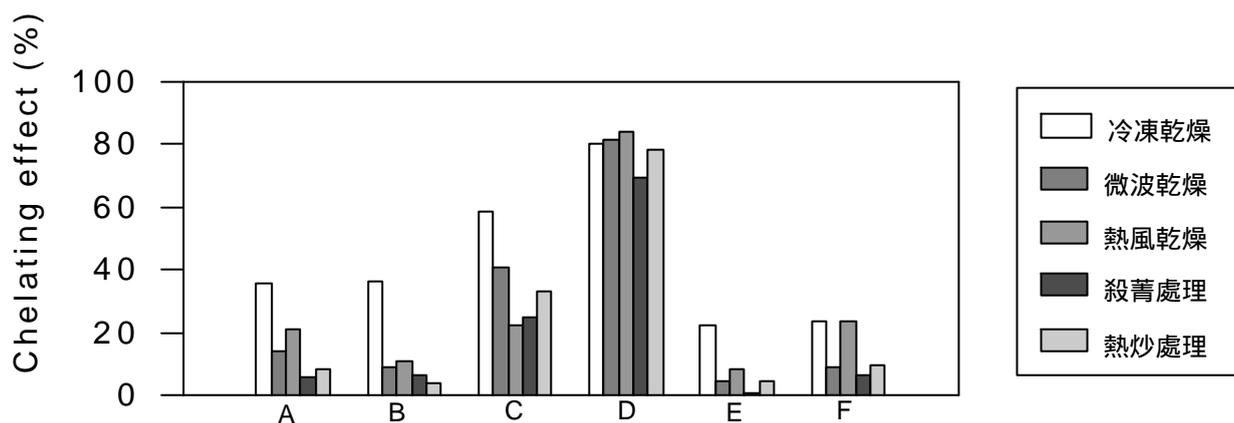


圖 6. 不同處理之六種十字花科蔬菜甲醇萃取物之 Fe²⁺ 螯合能力

A:白菜 B:青江菜 C:油菜 D:青花菜 E:芥菜 F:芥藍菜

Fig 6 Chelating effect on Fe²⁺ ions of methanolic extracts from six kinds of cruciferous vegetables with different process conditions .

A: chinese mustard B: ching-geeng C: edible rape D: sprouting broccoli
E: leaf mustard F: chinese kale

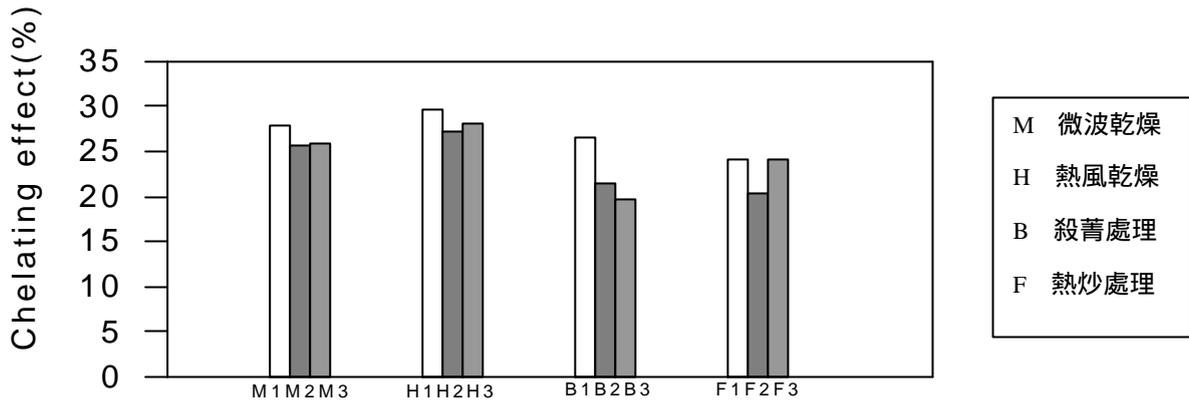


圖 7 不同處理對六種十字花科蔬菜 Fe²⁺ 螯合能力平均值之比較

Fig 7 Effect of process conditions on average chelating effect of Fe²⁺ ions of six kinds of cruciferous vegetables .

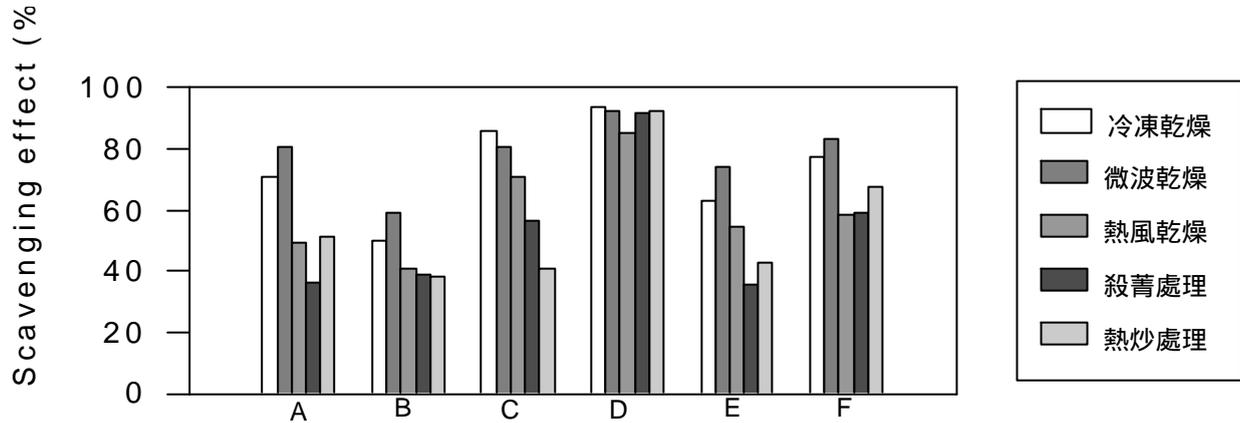


圖 8 不同處理之六種十字花科蔬菜甲醇萃取物 DPPH 自由基清除能力

A:白菜 B:青江菜 C:油菜 D:青花菜 E:芥菜 F:芥藍菜

Fig 8 Scavenging effect of DPPH free radical of methanolic extracts from six kinds of cruciferous vegetables with different process conditions .

A: chinese mustard B: ching-geeng C: edible rape D: sprouting broccoli
E: leaf mustard F: chinese kale

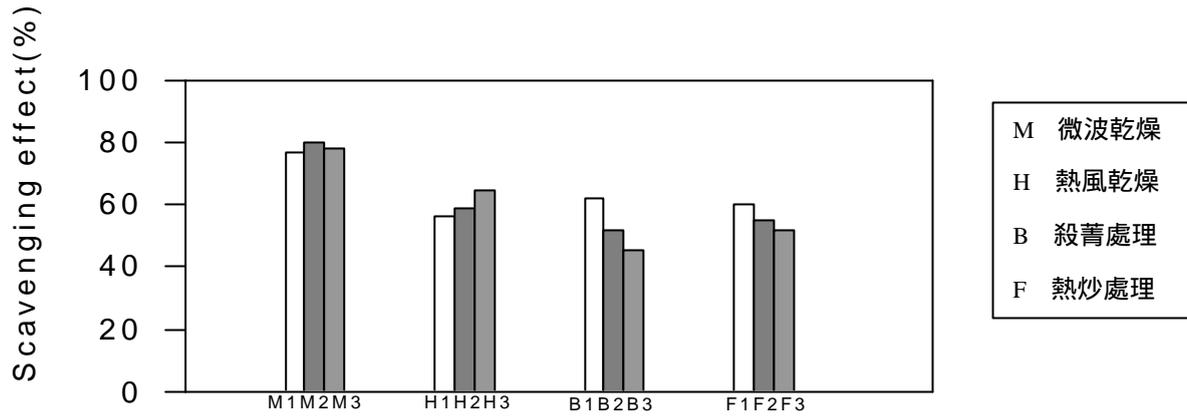


圖9 不同處理對六種十字花科蔬菜 DPPH 自由基清除能力平均值之比較

Fig 9 Effect of process conditions on average scavenging effect of DPPH free radical of six kinds of cruciferous vegetables