

行政院國家科學委員會專題研究計劃期末成果報告

台灣紅色鄉土蔬菜萃取物之抗氧化效力研究
Studies on the Antioxidative Capacity of Taiwan Indigenous
Red Vegetables Extracts

計劃類別： 個別型計劃 整合型計劃

計劃編號：NSC89-2312-B-034-001

執行期間：88年8月1日至89年7月31日

個別型計劃：計劃主持人：趙璧玉

執行單位：中國文化大學食品營養系

電子信箱：pychao@gate.sinica.edu.tw

中華民國89年10月15日

行政院國家科學委員會專題研究計畫期末成果報告

台灣紅色鄉土蔬菜萃取物之抗氧化效力研究

計劃編號：NSC89-2312-B-034-001

行政院國家科學委員會專題研究計畫期末成果報告

台灣紅色鄉土蔬菜萃取物之抗氧化效力研究

計劃編號：NSC89-2313-B-034-001

執行期限：88年8月1日至89年7月31日

主持人：趙璧玉 中國文化大學 食品營養系

一、中文摘要

本研究主要以七種台灣紅色鄉土蔬菜為原材料包括有圓紅鳳菜、紅甘藷葉、紅青箱、紅莧菜、蕺菜、馬齒莧及赤縮緬紫蘇等，測定其抗氧化成份、抗氧化功能與抗氧化力，並且與其相對照非紅色鄉土蔬菜比較。分析其抗氧化成份有花青素、多酚類、類黃酮、類胡蘿蔔素及吡啶類。抗氧化功能包括還原力、螯合亞鐵離子、清除 DPPH 自由基與清除超氧陰離子。抗氧化力包括 LDL 系統 MDA 生成抑制百分比、LDL 遲滯期變化與亞麻油酸乳化自氧化系統共軛雙烯生成抑制性。並且以相關、回歸與灰關聯進行分析。

結果顯示紅甘藷葉、赤縮緬紫蘇、綠甘藷葉、蕺菜有顯著較高的多酚類含量；類黃酮以紅甘藷葉、紅青箱及紅鳳菜含量較豐富；紅甘藷葉、紅莧菜、芳香紫蘇、赤縮緬紫蘇與青縮緬紫蘇具有較高的吡啶類含量。還原力以紅甘藷葉、赤縮緬紫蘇與綠甘藷的效力較高；清除超氧陰離子在水相以圓紅鳳菜效力高，甲醇萃取則以蕺菜與綠甘藷效果佳；整體在清除 DPPH 自由基能力弱。LDL 系統抑制 MDA 生成以紅甘藷葉、赤縮緬紫蘇、芳香紫蘇與蕺菜的水相萃取抑制性佳；甲醇萃取則以圓紅鳳菜、紅甘藷葉、紅青箱、蕺菜與赤縮緬紫蘇的抑制性高 ($p < 0.01$)，其中赤縮緬紫蘇與紅青箱的抗氧化力較其對照組高。亞麻油酸系統中，水相萃取以紅甘藷葉、紅莧菜、蕺菜、綠甘藷葉與馬齒莧的抑制性佳；甲醇萃取在圓紅鳳菜、紅甘藷

葉、紅青箱、赤縮緬紫蘇、芳香紫蘇、蕺菜、白鳳菜、綠甘藷葉、青紫蘇與青縮緬紫蘇的抑制性佳；己烷萃取以圓紅鳳菜、紅甘藷葉、芳香紫蘇、蕺菜與白鳳菜的抑制性佳。綜合以上三種萃取相均有強抗氧化力者為紅甘藷葉與蕺菜。LDL 系統與亞麻油酸系統均以還原力與清除超氧陰離子為重要影響因子。以灰關聯分析抗氧化功能與抗氧化成份時，類黃酮對於還原力的貢獻度最大；類胡蘿蔔素與吡啶類對於螯合亞鐵離子與清除超氧陰離子的貢獻度較大。甲醇萃取的紅色蔬菜以類黃酮與吡啶類的貢獻度最重要。比較 LDL 系統與亞麻油酸系統，顯示紅莧菜、馬齒莧、赤縮緬紫蘇、芳香紫蘇、青青箱與青縮緬紫蘇的水相萃取在兩個系統的結果相異；而甲醇萃取只有芳香紫蘇與青縮緬紫蘇的結果相異。是以在抗氧化力的評估中，LDL 與亞麻油酸兩系統間不能互相替代。三種抗氧化力的結果顯示赤縮緬紫蘇、紅甘藷葉與蕺菜的抗氧化效力最佳，而對照組則以綠甘藷葉最佳。

關鍵詞：紅色鄉土蔬菜、抗氧化、遲滯期、花青素、多酚類、類黃酮、類胡蘿蔔素、吡啶類、灰關聯分析

Abstract

The aim of this study was to evaluate the antioxidative capacity and antioxidative function of seven Taiwan indigenous red vegetables, including *Gynura bicolor* DC, *Ipomoea batatas* (L.), *Celosia argentea* (L.) (red), *A. Mangostanus* (L.) forma ruker Mak, *Houttuynia cordata* Thunb, *Portulaca oleracea* (L.) and *Perilla frutescens* (L.) cv. Cripa. The antioxidative compositions included anthocyanins, polyphenols, flavonoids, carotenoids and pyridines were analyzed. The antioxidative functions, such as reducing power, chelating Fe^{2+} ion, scavenging of DPPH radical and superoxide anion were analyzed. The antioxidative capacity included the inhibition of

MDA formation, lag phase of LDL and inhibition of conjugated diene formation in linoleic acid emulsion autoxidation system were analyzed. Finally, the correlation, stepwise correlation and grey relation analysis were analyzed.

In results, the polyphenols content was rich in *Ipomoea batatas* (L.), *Perilla frutescens* (L.) cv. Cripa, *Ipomoea batatas* (L.) Lamarck and *Houttuynia cordata* Thunb. The flavonoids content was rich in *Ipomoea batatas* (L.), *Celosia argentea* (L.) and *Gynura bicolor* DC. *Ipomoea batatas* (L.), *A. Mangostanus* (L.) forma ruker Mak, *Perilla frutescens* (L.) Britto, *Perilla frutescens* (L.) cv. Cripa and *Perilla frutescens* (L.) Britt. var. *crispa* (Thunb.) Decne. forma *viridi crispa* Makino had higher pyrones content. *Ipomoea batatas* (L.), *Perilla frutescens* (L.) cv Cripa and *Ipomoea batatas* (L.) Lamarck had higher reducing power. In aqueous extract of *Gynura bicolor* DC and methanolic extract of *Houttuynia cordata* Thunb and *Ipomoea batatas* (L.) Lamarck had higher scavenging superoxide capacity. But all samples were low in scavenging DPPH radical activity. In LDL system, *Ipomoea batatas* (L.), *Perilla frutescens* (L.) cv. Cripa, *Perilla frutescens* (L.) Britto and *Houttuynia cordata* Thunb inhibited MDA formation were better than other aqueous extracts. The methanolic extract of *Gynura bicolor* DC, *Ipomoea batatas* (L.), *Celosia argentea* (L.) (red), *Houttuynia cordata* Thunb and *Perilla frutescens* (L.) cv. Cripa inhibited MDA formation were significantly higher than others ($p < 0.01$). In linoleic acid system, both *Ipomoea batatas* (L.) and *Houttuynia cordata* Thunb had strong antioxidative capacity. The grey relation analysis showed that flavonoids made a contribution to reducing power while pyrones made a contribution to chelating Fe^{2+} ion and scavenging superoxide anion. In methanolic extracts, flavonoids and pyrones were two of the most important contribution factors on antioxidative capacity of red indigenous vegetables. In three antioxidative capacity results demonstrated that *Perilla frutescens* (L.) cv. Cripa, *Ipomoea batatas* (L.) and *Houttuynia cordata* Thunb had better antioxidative capacity while *Ipomoea batatas* (L.) Lamarck had better antioxidative capacity in control.

Keywords : red indigenous vegetables,

antioxidative, lag phase, anthocyanin, polyphenols, flavonoids, carotenoids, pyrones, grey relation analysis

二、緣由與目的

由流行病學 Hertog 等(1993) Zutphen 老人研究中發現類黃酮素的攝取可降低心血管疾病之死亡率，其中類黃酮素的膳食主要來源為紅茶、洋蔥及蘋果。法國式反論 (French paradox) 則說明飲食中攝取高量飽和脂肪酸，但具有低的心血管疾病罹患率低，這種矛盾現象歸因於紅酒的攝取量 (Renaud and DeLorgeril, 1992; Kinsella *et al.*, 1993)。因為紅酒富含類黃酮素，能有效降低過氧化作用，防止 LDL 氧化，而減少動脈粥狀硬化與心血管疾病的發生 (Kinsella *et al.*, 1993; Frankel *et al.*, 1997; Fuhrman *et al.*, 1995; Teissedre *et al.*, 1996; Vinson and Hontz, 1995)。雖然亦有 de Rijke (1996) 等人的研究顯示紅酒並無法延遲 LDL 的氧化作用。最近芬蘭的 cohort 研究 (Knekt *et al.*, 1996) 更再次的說明膳食中攝取較少量的類黃酮素具有較高的冠狀動脈死亡率。Cao 等人(1998)的研究顯示，增加蔬果的攝取可增加人體血漿中的抗氧化效力。

一般性蔬菜抗氧化力的研究顯示，蒜頭、海帶、菠菜、芽甘藍、青花菜、甜菜、紅椒、洋蔥、玉米、茄子(Cao *et al.*, 1996)等具有良的清除過氧化及氫氧自由基的功能。近年來國人對於生機飲食的熱絡，其較常見的蔬菜來源包括：甘藷葉、紫蘇、川七、龍鬚菜、萵苣類、豌豆苗、白鳳菜和紅鳳菜等。其中多項屬於具有栽培潛力的鄉土蔬菜。針對這些鄉土蔬菜的營養成份分析可見於傅偉光等人所著的台灣地區食品營養成分資料庫中，但其他有關功能性的評估見於少數的文獻中。文獻顯示相關蔬菜具有抗氧化性 (Hayase and Kato, 1984; Mohamed and Hussein, 1994; Jong and Chau,

1998)、降膽固醇(Lund *et al.*, 1984)、抗增殖(Makino *et al.*, 1998; Nakano *et al.*, 1998)、抑制 NO (Yoshi *et al.*, 1998)、抗發炎(Taguchi *et al.*, 1993; Jong and Jean, 1993)、抗肝臟毒性(Hase *et al.*, 1997)、防黴(Damayanti *et al.*, 1996)、甚至具有降血壓(Kar *et al.*, 1975; Molina Cuevas *et al.*, 1998)作用。針對抗氧化功能之蔬菜，計有：馬齒莧(Mohamed and Hussein, 1994)、甘蔗筍(Arruzabala *et al.*, 1994)、川七(Mathew and Kuttan, 1997; Tripathi *et al.*, 1997)、青箱(Hase *et al.*, 1996)及龍葵(Sultana *et al.*, 1995)等。但其功能性評估依序只限於其富含抗氧化維生素或麩胱甘肽、避免 *in vitro* microsomal 脂質的過氧化、降低小白鼠血清及肝臟中的脂質過氧化、降低 *in vitro* 的脂質過氧化和保肝的作用、及避免 DNA 的氧化傷害等。

是以本研究主要以七種台灣紅色鄉土蔬菜為原材料以進行其抗氧化功能性評估。

三、結果與討論

抗氧化成分

花青素的含量在每克冷凍乾燥中，圓紅鳳菜、紅甘藷葉、紅青箱、赤縮緬紫蘇、芳香紫蘇、蕺菜及青縮緬紫蘇的花青素含量(n=4)分別為 43.0、525.1、32.5、1444.1、1285.8、25.6 及 4.9unit/g DW，其餘均為微量。

多酚類的含量在每克冷凍乾燥重中，以紅甘藷葉含量最豐富有 33.4mg gallic acid/gDW ($p<0.01$)，整體而言以紅甘藷葉、綠甘藷葉與蕺菜具有顯著較高的含量。

類黃酮的含量在每克冷凍乾燥重中，以紅甘藷葉含量最豐富有 442.1 A_{540} /g DW ($p<0.01$)，整體而言以紅甘藷葉、赤縮緬紫蘇、芳香紫蘇、紅青箱及圓紅

鳳菜具有較高的顯著含量。

類胡蘿蔔素的含量在每克冷凍乾燥重中，以芳香紫蘇與青縮緬紫蘇含量最豐富分別有 2774.0、2733.4 $\mu\text{g/g DW}$ ($p<0.01$)，整體而言以芳香紫蘇、青縮緬紫蘇、赤縮緬紫蘇與紅莧菜具有較高的含量。

吡啶類的含量在每克冷凍乾燥重中，以紅甘藷葉含量顯著極高有 34609.4 $\mu\text{g/g DW}$ ($p<0.01$)，整體而言以紅甘藷葉、紅莧菜、芳香紫蘇、赤縮緬紫蘇與青縮緬紫蘇具有較高的含量。

抗氧化功能

甲醇萃取物在 2.5mg/mL 時，以綠甘藷葉、赤縮緬紫蘇、蕺菜與紅甘藷葉具有顯著最高還原力($p<0.01$)。整體而言，綠甘藷葉、紅甘藷葉、赤縮緬紫蘇及蕺菜具有較佳的還原力。

甲醇萃取物在 10mg/mL 時以圓紅鳳菜、蕺菜、白莧菜為顯著最高，分別為 44.12、44.58 與 46.34%。

甲醇萃取物在 2.5mg/mL 時，芳香紫蘇與綠甘藷葉具有較高的螯合亞鐵離子能力($p<0.01$)，分別為 80.26 與 81.60%。

甲醇萃取物在 10mg/mL 與 2.5mg/mL 時，以蕺菜具有最高顯著清除超氧陰離子能力($p<0.01$)。整體而言，圓紅鳳菜、蕺菜與綠甘藷葉具有較佳的清除超氧陰離子能力。

抗氧化力

萃取物對低密脂蛋白丙二醛生成抑制百分比

分別採用 4、2、1、0.5、0.25、0.125mg/mL 的水相萃取物檢測其對 MDA

生成的抑制百分比，針對圓紅鳳菜的抑制百分比(n=3)依次為 101.87、97.52、96.66、7.54、6.92 及 6.79%；紅甘藷葉的抑制百分比(n=3)依次為 99.77、100.88、100.86、100.96、92.40 及 64.89%；紅青箱的抑制百分比(n=3)依次為 100.20、102.74、96.14、33.54、1.96 及 -4.92%；紅莧菜的抑制百分比(n=3)依次為 98.89、100.56、81.29、76.29、1.58 及 -8.53%；赤縮緬紫蘇的抑制百分比(n=3)依次為 97.91、96.28、97.06、97.26、46.62 及 33.84%；芳香紫蘇的抑制百分比(n=3)依次為 97.40、98.31、96.28、57.85、26.71 及 33.03%；蕺菜的抑制百分比(n=3)依次為 100.12、100.25、98.83、95.79、64.80、及 42.58%；馬齒莧的抑制百分比(n=3)依次為 70.38、90.47、0.29、-7.99、5.01、及 6.76%。整體而言，以紅甘藷葉、赤縮緬紫蘇、芳香紫蘇、蕺菜、青青箱、綠甘藷葉與青縮緬紫蘇的水相萃取物對抑制 MDA 生成抑制百分比比較佳。

分別採用 1000、500、250、125、62.5、31.25 $\mu\text{g/mL}$ 的甲醇萃取物檢測其對 MDA 生成的抑制百分比，針對圓紅鳳菜的抑制百分比(n=3)依次為 98.93、98.81、98.79、97.90、96.56、及 97.17%；紅甘藷葉的抑制百分比(n=3)依次為 102.61、101.15、98.89、97.61、97.16 及 97.38%；紅青箱的抑制百分比(n=3)依次為 97.66、97.87、97.20、96.22、49.27 及 47.91；紅莧菜的抑制百分比(n=3)依次為 63.16、-1.42、-2.76、-2.93、1.18 及 -0.94% (效果較差)；赤縮緬紫蘇的抑制百分比(n=3)依次為 98.20、98.53、99.05、98.63、95.54 及 33.42%；芳香紫蘇的抑制百分比(n=3)依次為 99.30、99.87、98.24、97.41、43.01 及 6.58%；馬齒莧的抑制百分比(n=3)依次為 97.47、96.28、96.21、87.72、-7.58 及 -1.53%；蕺菜的抑制百分比(n=3)依次為 99.45、98.91、98.73、98.15、96.43 及 32.08%。整體而言，甲醇萃取以圓紅鳳菜、紅甘藷葉、紅青箱、赤縮緬紫蘇、蕺菜、白鳳菜、綠甘藷葉與青紫蘇的抗氧化力較佳。甲醇

萃取物只有赤縮緬紫蘇與紅青箱的抗氧化力較其對照組高，而其他種蔬菜則不會因顏色而造成抗氧化力的差異。

亞麻油酸乳化自氧化系統共軛雙烯生成抑制百分比

整體而言，水相萃取物以紅甘藷葉、紅莧菜、蕺菜、綠甘藷葉、與馬齒莧的共軛雙烯生成抑制百分比比較佳。整體而言，甲醇萃取以圓紅鳳菜、紅甘藷葉、紅青箱、赤縮緬紫蘇、芳香紫蘇、蕺菜、白鳳菜、綠甘藷葉、青紫蘇與青縮緬紫蘇的抗氧化效果佳，並且以紅甘藷葉與蕺菜，在水相、甲醇與己烷三種萃取相中均具有較佳的抗氧化力。

灰關聯分析

抗氧化成份與甲醇萃取物還原力的灰關聯度值與灰關聯序，當濃度 2.5mg/mL 及 0.625mg/mL 時，紅色蔬菜分別以類黃酮及吡啶類的灰關聯序為第一，其值分別為 0.8596 及 0.7784。抗氧化成份與甲醇萃取物螯合亞鐵離子能力的灰關聯度值與灰關聯序，當濃度 2.5mg/mL 及 0.625mg/mL 時，紅色蔬菜分別以吡啶類及類胡蘿蔔的灰關聯序為第一，其值為 0.7942 分別為 0.6092。抗氧化成份與甲醇萃取物，清除超氧陰離子能力的灰關聯度值與灰關聯序，當濃度 2.5mg/mL 時，紅色蔬菜以多酚類的灰關聯序為第一，其值為 0.6474；當濃度為 0.625mg/mL 時，紅色蔬菜以吡啶類的排序為第一，其值為 0.7565。甲醇萃取物對 MDA 生成抑制百分比與抗氧化成份的灰關聯度值與灰關聯度序，甲醇萃取物在任何濃度下，紅色蔬菜皆以類黃酮的排序為第一。

參考文獻

Cao G, Booth SL, Sadowski JA and Prior R: Increases in human plasma antioxidant capacity after consumption of controlled diets high in fruit and vegetables. Am J Clin Nutr 68:1081-7, 1998.