

中華民國第 54 屆中小學科學展覽會
作品說明書

高中組 生物（生命科學）科

第三名

040715

白皮甘藷西蒙一號塊根抽出物的萃取方法與生物活性之研究

學校名稱：臺北市立第一女子高級中學

作者： 高二 宋彥儀	指導老師： 許一懿 林玟娟
---------------	---------------------

關鍵詞：白皮甘藷、生物活性、抗發炎

摘要

甘藷 (*Ipomoea batatas* L.) 是世界重要的經濟作物，其塊根或葉部均具有很高的營養價值。「白皮甘藷西蒙一號」來自中南美洲，目前台灣已有種植，被認為具有特殊的營養成分，但仍缺乏科學數據證明其功效。本研究欲探討西蒙一號塊根抽出物的生物活性成分組合，比較分別以 95% 酒精 (95% EtOH)、50% 酒精 (50% EtOH) 及去離子水 (ddH₂O) 萃取的三種抽出物的生物活性差異。研究結果顯示，ddH₂O 抽出物所含之多酚類含量比例較高，抗氧化的能力也較好；50% EtOH 抽出物則有較高的含醣比例。利用內毒素 (endotoxin) 刺激小鼠巨噬細胞等實驗來探討抽出物的抗發炎能力，得知 50% EtOH 抽出物具有較好的抗發炎活性，而 ddH₂O 抽出物較不具有細胞毒性。未來將研究西蒙一號對發炎相關疾病的可能影響，並找出西蒙一號塊根主要的抗發炎成分。

壹、研究動機

根據前人研究發現，不同品種的甘藷 (*Ipomoea batatas L.*) 能夠有效降低血糖、總膽固醇濃度，並且具有抗氧化能力以及調節免疫功能、抑制癌細胞生長的潛力 [1-4]。「白皮甘藷西蒙一號」(white-skinned sweet potato Simon No.1)，原產於巴西，由日本引進品種，目前在台灣民間與台灣農業試驗所嘉義分所已有種植，民間宣稱其營養價值高出一般甘藷兩倍以上，但關於此作物的科學研究仍相當稀少。故此研究針對白皮甘藷西蒙一號的塊根抽出物，進行其化學指紋圖譜分析以及抗氧化、抗發炎等多項生物活性的探討。本研究可與高中基礎生物課程「植物的營養器官」、高中應用生物課程「生物科學與食品」等主題結合，啟發學生運用生物科技進而解決人類生活問題。

貳、研究目的

本研究的目的是比較三種萃取方法所獲得的白皮甘藷西蒙一號抽出物之化學成分與指紋圖譜的差異以及相對應活性的不同，並探討何種萃取方法可獲得最佳活性成分組合。

主要研究方法與策略：

- 一、比較由不同萃取方法所得之抽出物的抗氧化活性。
- 二、利用抑制細菌內毒素刺激小鼠巨噬細胞 (RAW 264.7 cells) 以測試與篩選抗發炎活性物質。
- 三、建立與分析抽出物之化學指紋圖譜，以作為活性抽出物品管的標準。

參、研究設備與器材

- 一、白皮甘藷西蒙一號 (white-skinned sweet potato Simon No.1)

本研究所使用的白皮甘藷西蒙一號由農業試驗所嘉義分所提供。

- 二、小鼠巨噬細胞

小鼠巨噬細胞 (RAW 264.7) 由美國 ATCC 所購得。RAW 264.7 培養於含 10% 胎牛血清 (Fetal bovine serum) 之 DMEM 培養基中，置於 37°C 之充滿 5% CO₂ 的恆溫箱中，所使用之細胞均介於繼養第三代至第十三代之間。

- 三、設備：萃取瓶、抽氣過濾裝置、減壓濃縮機 (rotavapor)、液態氮、冷凍乾燥機、電子天平、高效液相層析儀 (HPLC)、無菌細胞操作檯、抽氣櫃、滅菌箱、攪拌子、pH 計、24 孔盤、96 孔盤、有蓋培養皿、恆溫生長箱、ELISA reader、eppendorf 加熱器、正立光學顯微鏡。

- 四、大部分試劑為購自 Sigma (USA) 公司，或分析試劑等級。

肆、研究過程或方法

一、西蒙一號抽出物之製備

(一) 95%乙醇粗抽物 (95% EtOH) 與其乙酸乙酯抽出物 (95% EtOH-EA) 之製備

1. 取 2 公斤西蒙一號塊根洗淨切片，置於 4.4 公升 95% 乙醇 (95% ethanol) 中浸漬萃取五天。
2. 收集第一次萃取液，並將西蒙一號塊根再浸入 4.4 公升 95% 乙醇進行第二次萃取，共四天。
3. 將兩次收集的萃取液混勻，抽氣過濾後進行減壓濃縮，再以冷凍乾燥機乾燥並秤重，計算總粗抽物之重量。
4. 乙酸乙酯分層萃取：取 50 g 粗抽物回溶於 300 毫升去離子水 (ddH₂O)，並加入等量的乙酸乙酯 (ethyl acetate, EA) 置於分液漏斗，搖晃使其充分混合均勻，靜置完全分層後取出上層 (EA 層) 萃取液備用。
5. 下層 (水層) 萃取液再加入等量乙酸乙酯置於分液漏斗，重複步驟 4。
6. 將兩次收集的 EA 層萃取液進行減壓濃縮，再以冷凍乾燥機進行乾燥至無液體殘留，並秤重，計算 EA 層所佔的百分比。

(二) 50%乙醇粗抽物 (50% EtOH) 與其乙酸乙酯抽出物 (50% EtOH-EA) 之製備

1. 取 2 公斤西蒙一號塊根洗淨切片，置於 4.4 公升 50% 乙醇 (50% ethanol) 中浸漬萃取五天。
2. 收集第一次萃取液，將西蒙一號塊根再浸入 4.4 公升 50% 乙醇進行第二次萃取，四天。
3. 將兩次收集的萃取液混勻，抽氣過濾後進行減壓濃縮，再以冷凍乾燥機進行乾燥並秤重，計算總粗抽物之重量。
4. 乙酸乙酯分層萃取同 95% EtOH-EA 的方法，並秤重，計算 EA 層所佔的百分比。

(三) 去離子水粗抽物 (ddH₂O) 之乙酸乙酯抽出物 (ddH₂O-EA) 之製備

1. 取 1.07 公斤西蒙一號塊根洗淨切片，以 6.5 公升去離子水熬煮 2 小時。
2. 收集第一次萃取液，將西蒙一號塊根再以同樣方法萃取 1 次。
3. 將兩次收集的萃取液混勻，抽氣過濾後進行減壓濃縮，再以冷凍乾燥機進行乾燥並秤重，計算總粗抽物之重量。

4. 乙酸乙酯分層萃取同 95% EtOH-EA 的方法，並稱重，計算 EA 層所佔的百分比。

二、化學指紋圖譜分析

1. 以高效液相層析儀 (HPLC) 進行分析。
2. 取適量西蒙一號抽出物溶於甲醇 (40 mg/mL)。
3. HPLC 條件：
 - (1) Column: Phenomenex Luna 5 μ C18 (2), 250 \times 4.60 mm.
 - (2) Solvent system: H₂O (A) and acetonitrile (ACN, 乙腈) (B).
 - (3) Injected volume: 10 μ L.
 - (4) Flow rate: 1 mL/min.
 - (5) Detector: UV 210 nm.
 - (6) Solvent gradient system:

表一、HPLC Solvent gradient system

Time (min)	H ₂ O (%)	ACN (%)
0	90	10
45	55	45
65	10	90
75	0	100
120	0	100

※以下實驗中三種抽出物均配製為 25 mg/mL 溶於二甲基亞砜 (Dimethyl sulfoxide, DMSO) 之溶液 (stock solution)。

三、多酚類含量測定

1. 將沒食子酸 (Gallic acid, GA) 溶於 ddH₂O，配製成 1 mg/mL 的標準溶液。
2. 將 1 mg/mL 的標準液連續稀釋 (serial dilution) 成 20, 40, 60, 80, 100, 150, 200 μ g/mL 的濃度。
3. 取適量抽出物，將濃度連續稀釋為 1/10, 1/100, 1/500, 1/1000 的倍數。

4. 均勻混合 50 μL ddH₂O、12.5 μL FC (Folin-Ciocalteu) reagent、12.5 μL 標準液或抽出物後，置於室溫下反應 3 分鐘。
5. 分別加入 125 μL 碳酸鈉溶液 (Sodium carbonate solution, 20%, w/v) 均勻混合，置於黑暗中 30 分鐘後，以 ELISA reader 測定 OD₇₂₅ 之吸光值。
6. 由標準品的吸光值可求得標準曲線，將萃取物的吸光值代入標準曲線的公式，計算後即可比較含量的差異。

四、醣類含量測定

1. 將葡萄糖 (D-glucose) 溶於 ddH₂O，配製成 2 mg/mL 的標準溶液。
2. 分別取 0, 8, 16, 24, 32, 40 μL 的 2 mg/mL 標準液，加水稀釋至 120 μL 。
3. 取萃取物 2, 20, 40 μL ，分別加水稀釋至 120 μL 。
4. 分別加入 600 μL 的硫酸 (Sulfuric acid, 98%)，均勻混合後以 90°C 加熱，15 分鐘。
5. 再加入 120 μL 的苯酚 (Phenol)，均勻混合後以 ELISA reader 測定 OD₅₇₀ 之吸光值。
6. 由標準品的吸光值可求得標準曲線，將萃取物的吸光值代入標準曲線的公式，計算後即可比較含量的差異。

五、DPPH 自由基清除率

1. 取 6 mg DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) 溶於 150 mL 乙醇中，配製成 1.0×10^{-4} M 的溶液。
2. 配製 50 mM 的 Tris 緩衝液 [Tris(hydroxymethyl)aminomethane，三羥甲基氨基甲烷] (pH 7.4)。
3. 使用維他命 C (Vitamin C，L-抗壞血酸) 作為正控制組。
4. 於 96 孔盤中加入以下試劑：

表二、反應中加入之試劑分配表

Control	200 μL DPPH + 90 μL Tris buffer + 10 μL DMSO
Sample	200 μL DPPH + 90 μL Tris buffer + 10 μL Sample
Control Blank	200 μL EtOH + 90 μL Tris buffer + 10 μL DMSO
Sample Blank	200 μL EtOH + 90 μL Tris buffer + 10 μL Sample

5. 避光反應 30 分鐘後，以 ELISA reader 測定 OD₅₁₇ 之吸光值 (A)。

6. DPPH 自由基清除率的計算公式：

$$\text{A}_{\text{control}} = \text{OD}_{\text{control}} - \text{OD}_{\text{control blank}}$$

$$\text{A}_{\text{sample}} = \text{OD}_{\text{sample}} - \text{OD}_{\text{sample blank}}$$

$$\text{Inhibition (\%)} = [(\text{A}_{\text{control}} - \text{A}_{\text{sample}})] / \text{A}_{\text{control}} \times 100$$

六、抑制一氧化氮生成效率分析 (Nitric oxide inhibition assay, NO assay)

1. 此實驗的原理主要參考文獻 [5]。以培養基中未添加西蒙一號萃取物處理的細胞為控制組，測試西蒙一號萃取物是否具有抗發炎活性。
2. 將 RAW 264.7 細胞株種到 96 孔盤 (2×10^5 cells/well)，培養 1 小時至細胞貼伏孔盤底部。
3. 根據實驗設計加入不同濃度及種類的西蒙一號萃取物，控制組則只加入 0.5% DMSO，處理一小時。
4. 再加入 100 ng/mL Lipopolysaccharide (LPS，即內毒素) 處理細胞。
5. 24 小時後，取 100 μ L 培養液，加入 Griess reagent 1 (sulfanilamide) 和 Griess reagent 2 (N-1-naphthylethylenediamine) 各 50 μ L。
6. 反應 30 分鐘後，以 ELISA reader 測定 OD₅₄₀ 之吸光值。
7. 對 NO 生成的抑制率的計算公式：

$$\text{Inhibition (\%)} = \{ [\text{OD}_{\text{LPS}} - (\text{OD}_{\text{sample}} - \text{OD}_{\text{control}})] / \text{OD}_{\text{LPS}} \} \times 100$$

七、細胞毒性分析 (Cytotoxicity assay, MTT assay)

1. 同前之 NO assay 的步驟，將經過 24 小時藥物與 LPS 處理的細胞之培養液去除，加入 100 μ L 的 5 mg/mL 3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyl tetrazolium bromide (MTT) 溶液。
2. 待反應 15 分鐘後，去除含 MTT 的培養液，加入 100 μ L DMSO，震盪 1 分鐘後以 ELISA reader 測定 OD₅₇₀ 之吸光值。
3. 殘存活細胞 (viable cells) 的計算公式：

$$\text{Viable cells (\%)} = (\text{OD}_{\text{sample}} / \text{OD}_{\text{LPS}}) \times 100$$

八、細胞免疫螢光染色分析

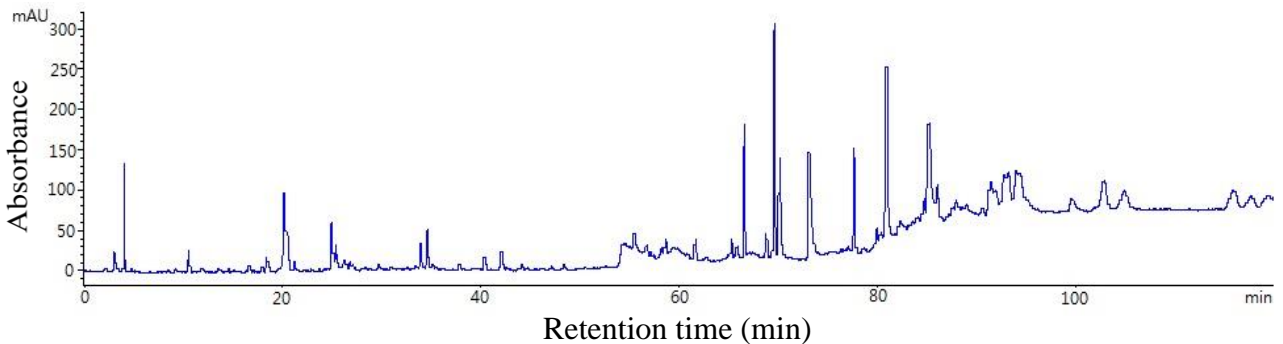
1. 將 RAW 264.7 細胞株種到 24 孔盤 (5×10^5 cells/well)，每一孔盤底均置一蓋玻片，培養 2 小時至細胞貼伏孔盤底部。

2. 根據實驗設計加入不同濃度及種類的西蒙一號萃取物 (最終濃度 10 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 、75 $\mu\text{g}/\text{mL}$)，對照組則加入 0.5% DMSO，反應一小時。
3. 加入 100 ng/mL LPS 處理細胞 30 分鐘。
4. 去除培養液後，以磷酸鹽緩衝生理鹽水 (Phosphate buffered saline, PBS) 溫和清洗細胞 1 次。
5. 加入 4°C 的甲醇，15 分鐘後吸出並以 PBS 清洗細胞 1 次。
6. 加入 200 μL 覆披溶液 (blocking buffer: 以 PBS 配製之 3% 牛血清白蛋白)，處理 30 分鐘後吸出。
7. 加入 500 μL 含 anti-mouse-NF- κ B 或 anti-rabbit-iNOS (一次抗體) 的 PBS 溶液 (抗體稀釋倍數為 1:100)，反應過夜。
8. 以 PBS 清洗 3 次，一次 10 分鐘。
9. 加入含 anti-mouse-Cy3 或 anti-rabbit-FITC (二次抗體) (抗體稀釋倍數為 1:200) 和 DAPI (4', 6-diamidino-2-phenylindole) (稀釋倍數為 1:5000) 的 blocking buffer，反應 1 小時後吸出。DAPI 為細胞核染劑，使用於細胞核定位。
10. 以 PBS 清洗 3 次，一次 5 分鐘，去除殘餘抗體溶液。
11. 將含細胞之蓋玻片取出，於載玻片滴一滴封片液 (mounting buffer) 並將蓋玻片蓋上，以顯微鏡拍照分析結果。

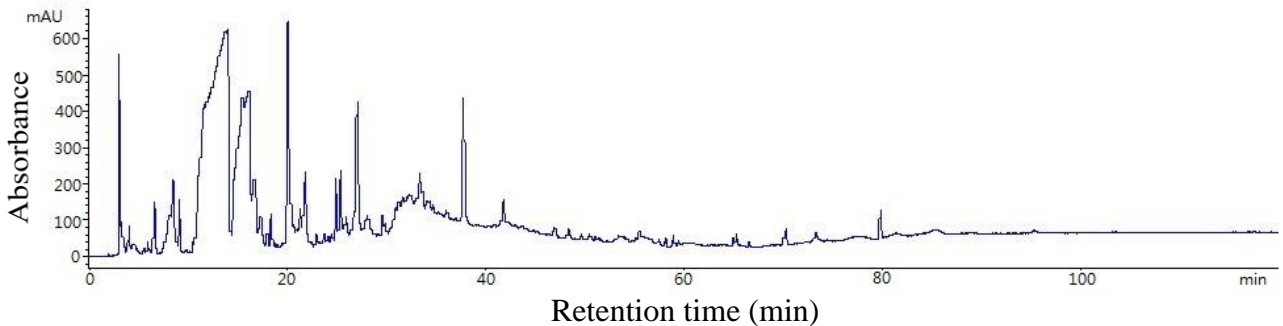
伍、研究結果

一、抽出物效率與化學指紋圖譜分析

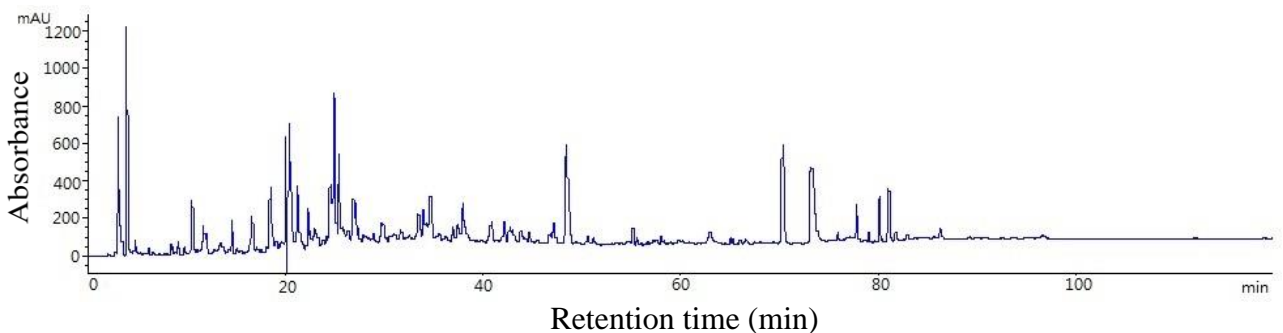
1. 利用 95% 乙醇、50% 乙醇及去離子水萃取之西蒙一號塊根粗抽物對應新鮮塊根重量的產率分別為 3.46%、5.77% 以及 16.33%。而 95% 乙醇、50% 乙醇及去離子水粗抽物之乙酸乙酯 (EA) 抽出物的產率分別為塊根重量之 0.31%、0.03% 以及 0.01%。
2. 將配置相同濃度之不同抽出物以 HPLC 分析，結果可看出三種抽出物的成分分佈有所不同。其中 95% EtOH-EA 的成分 (peak) 較集中於後半 ACN 濃度較高，也就是極性較低的部分 (圖一)；而 ddH₂O-EA 的成分則集中於前半極性較高的部分 (圖二)；50% EtOH-EA 的成分分布範圍較廣，同時涵蓋前二者所含的極性與非極性成分 (圖三)。



圖一、95% EtOH-EA 抽出物之化學指紋圖譜



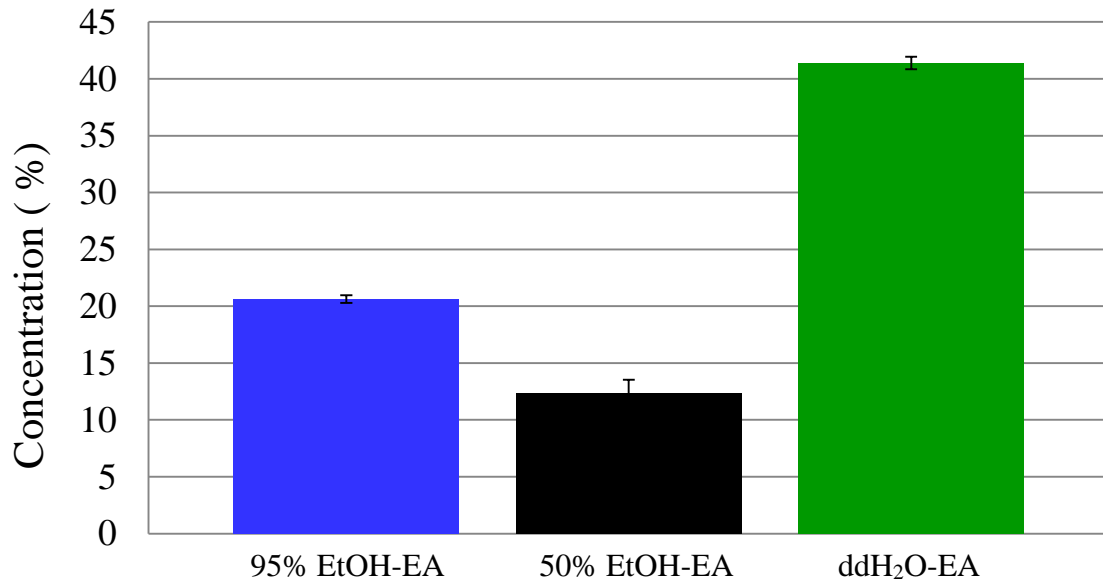
圖二、ddH₂O-EA 抽出物之化學指紋圖譜



圖三、50% EtOH-EA 抽出物之化學指紋圖譜

二、多酚類含量測定

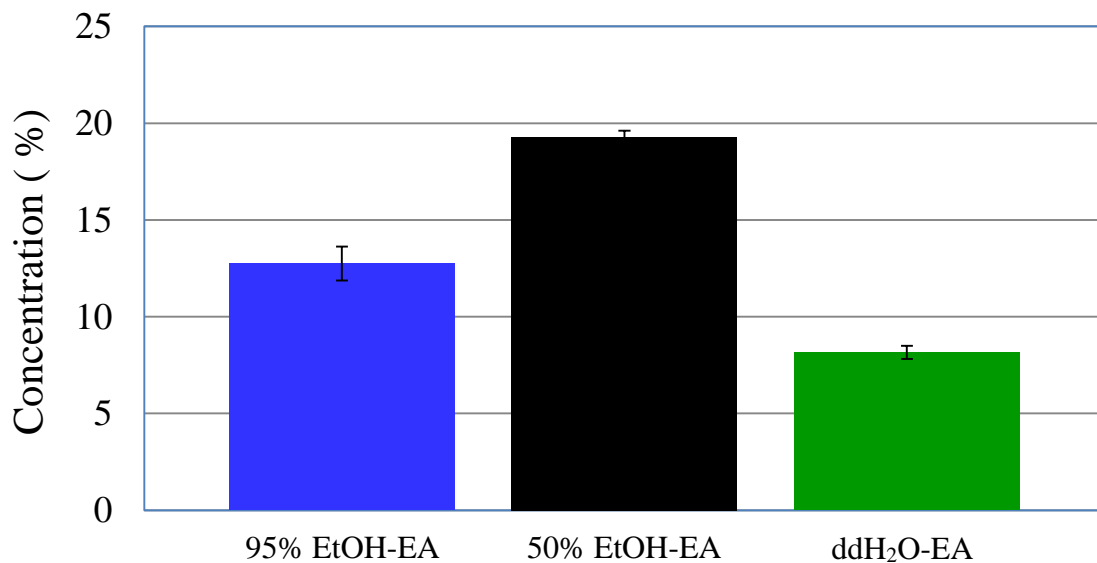
95% EtOH-EA、50% EtOH-EA、ddH₂O-EA 抽出物總重量分別為 4.5394 g、0.2469 g、0.3592 g，利用 Folin-Ciocalteu 方法所測得之多酚類總含量在 95% EtOH-EA、50% EtOH-EA、ddH₂O-EA 分別為 936 mg、31 mg、149 mg，進一步計算結果，多酚類占抽出物之比例分別為 20.6%、12.7%、41.4%，以 ddH₂O-EA 之比例最高（圖四）。



圖四、三種 EA 抽出物之多酚類含量比例比較圖

三、醣類含量測定

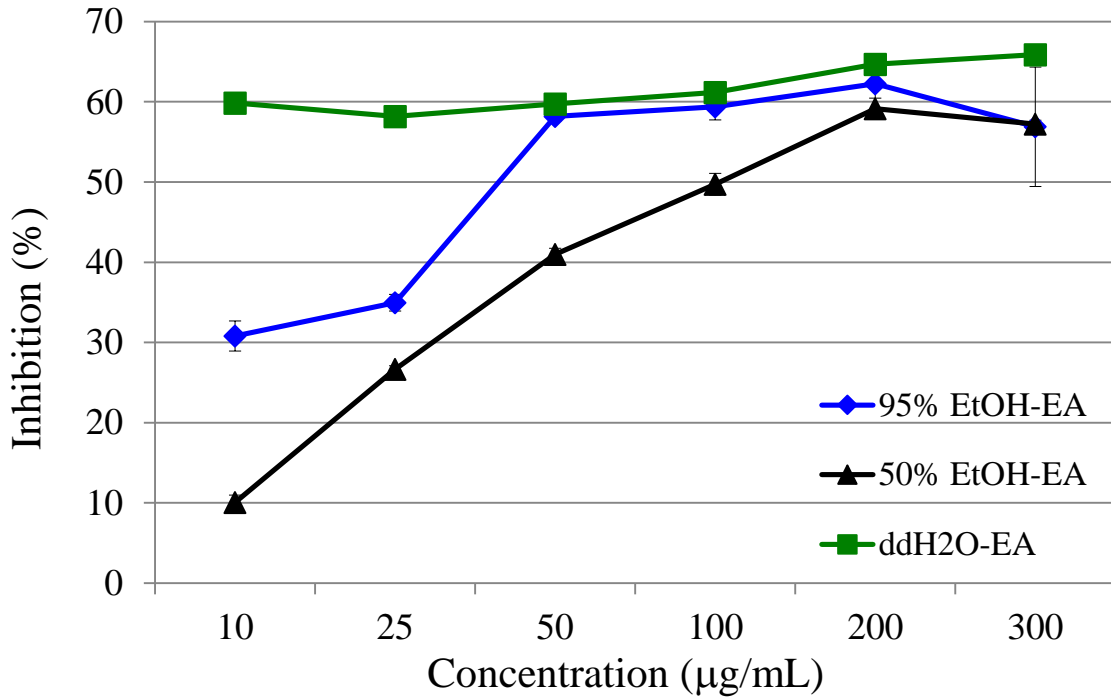
利用硫酸脫水法測定總醣含量，由上面的數據經過計算後得知 95% EtOH-EA、50% EtOH-EA、ddH₂O-EA 所含的醣類總測定量分別為 0.579 g、0.048 g、0.029 g，則醣類占各 EA 抽出物之比例分別為 12.8%、19.4%、8.1%，以 50% EtOH-EA 之比例最高（圖五）。



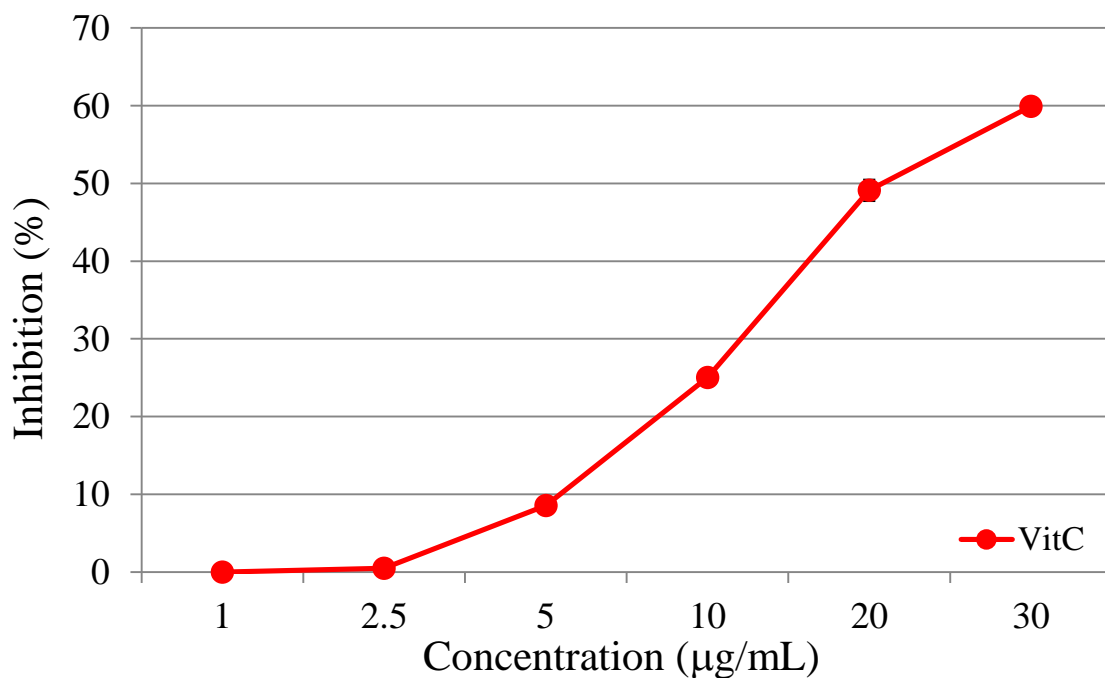
圖五、三種 EA 抽出物之醣類含量比例比較圖

四、DPPH 自由基清除率

利用清除 DPPH 之自由基的能力來測試甘藷抽出物之抗氧化能力，由數據顯示（圖六），95% EtOH-EA、50% EtOH-EA 兩種抽出物清除 50% 自由基時的濃度 (IC₅₀) 分別為 55.5 μg/mL、96.3 μg/mL，而 ddH₂O-EA 在 10~300 μg/mL 之濃度下清除率均保持約 60%，推測 ddH₂O-EA 50% 自由基清除率應小於 10 μg/mL。維他命 C 之 50% 抑制率約 20 μg/mL（圖七）。

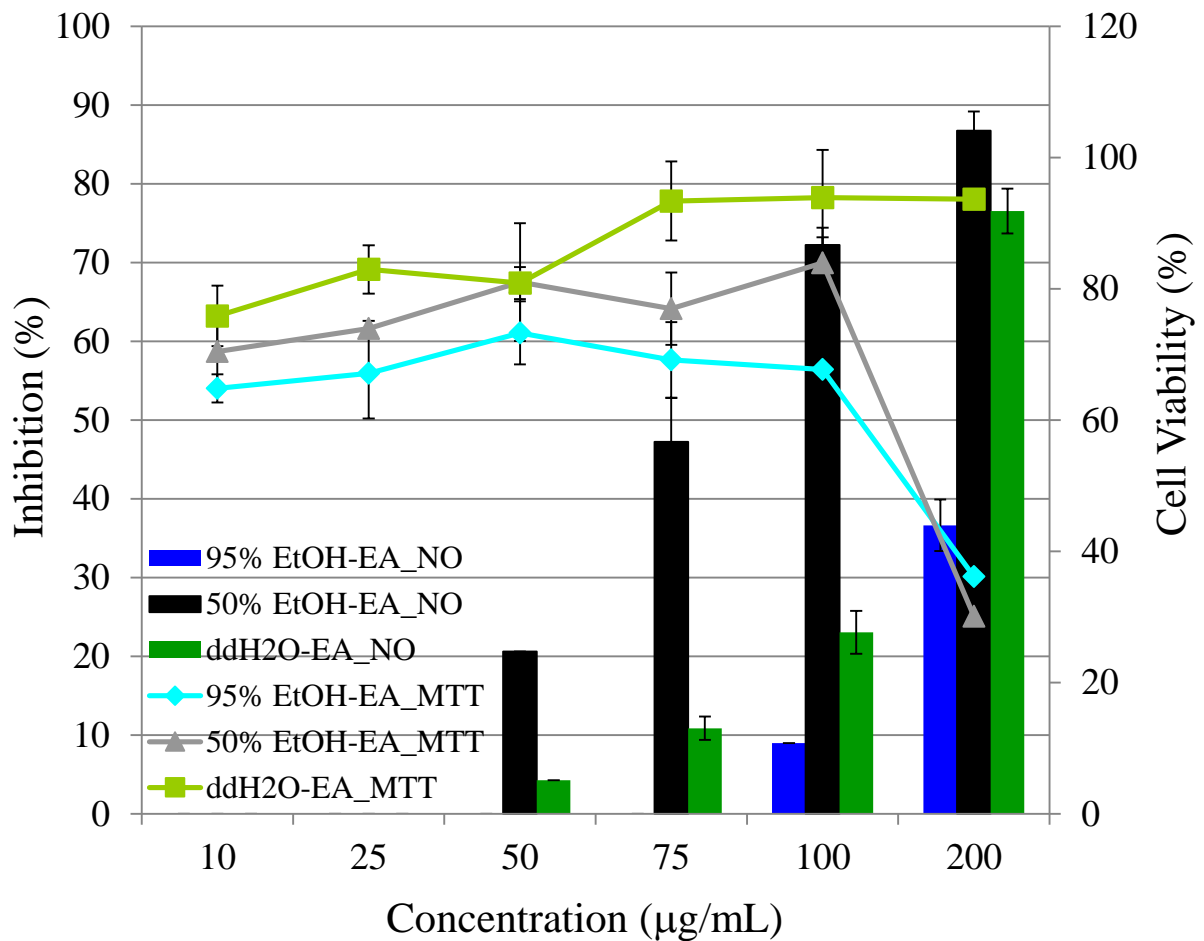


圖六、三種 EA 抽出物之 DPPH 自由基清除率比較圖



圖七、維他命 C 之 DPPH 自由基清除率

五、NO assay and MTT assay



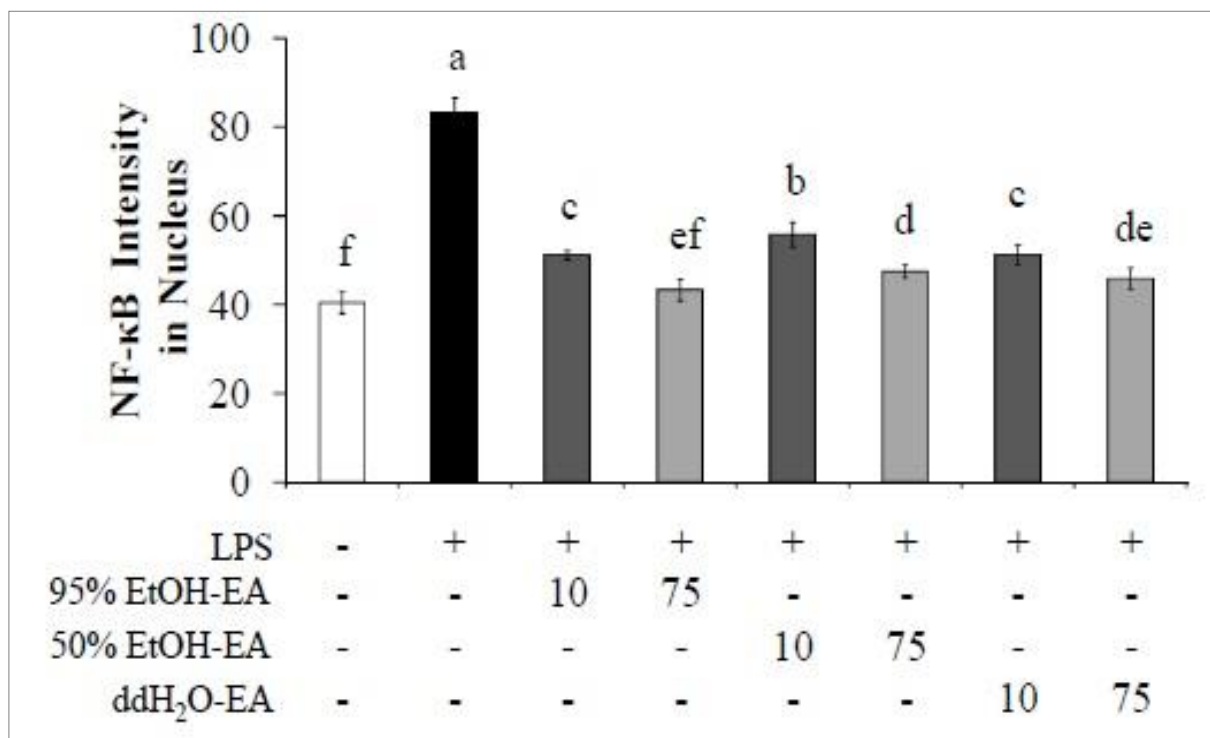
圖八、三種 EA 抽出物之 NO 抑制率與細胞存活率比較圖

由圖八可知，50% EtOH-EA 抑制 NO 生成之效果最好， IC_{50} 約為 80 µg/mL，然而其在 200 µg/mL 劑量下具有細胞毒性；而 ddH₂O-EA 在 200 µg/mL 劑量下可以抑制約 76% NO 生成率；95% EtOH-EA 之抑制效果最差，亦具有細胞毒性。只有 ddH₂O-EA 在高濃度 200 µg/mL 不對細胞造成傷害。

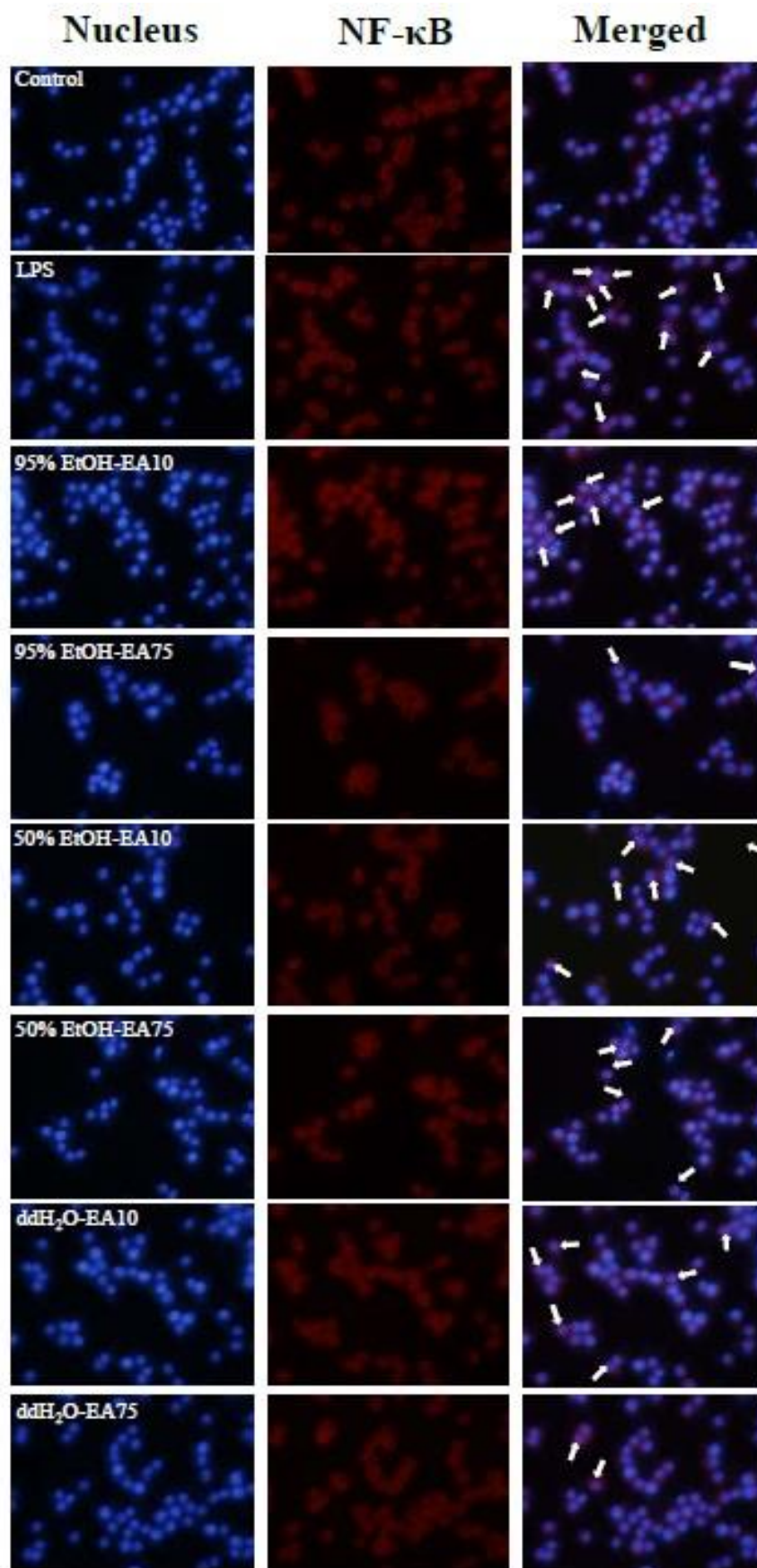
六、細胞免疫螢光染色分析

(一) NF- κ B 染色結果

NF- κ B (nuclear factor kappa-light-chain-enhancer of activated B cells) 是一種重要的轉錄因子，與發炎反應有關；它被活化之後會轉移到細胞核中，進而活化多種基因的表達並引發一連串的反应造成發炎或其他病理現象。下頁圖九中顯示紅色的部分即為 NF- κ B 蛋白質存在的位置，細胞核則以 DAPI 試劑反應，以藍色呈色與定位。在控制組中，NF- κ B 聚集於細胞核外；而 LPS 處理組的 NF- κ B 則因活化而移至細胞核內，再與核的位置影像重疊 (Merged) 使細胞呈現紫色，亦即以白色箭頭指向的細胞。經過西蒙一號抽出物處理後，被活化的 NF- κ B 都較單獨 LPS 處理組少。在三種抽出物處理組中，一般均呈現 dose-dependent 效果，亦即高劑量 (75 μ g/mL) 之效果比低劑量 (10 μ g/mL) 效果較佳，也就是大部分之 NF- κ B 蛋白質均維持於細胞質中。



圖九、三種 EA 抽出物之 NF- κ B 細胞免疫螢光染色定量分析結果 ($p < 0.05$)

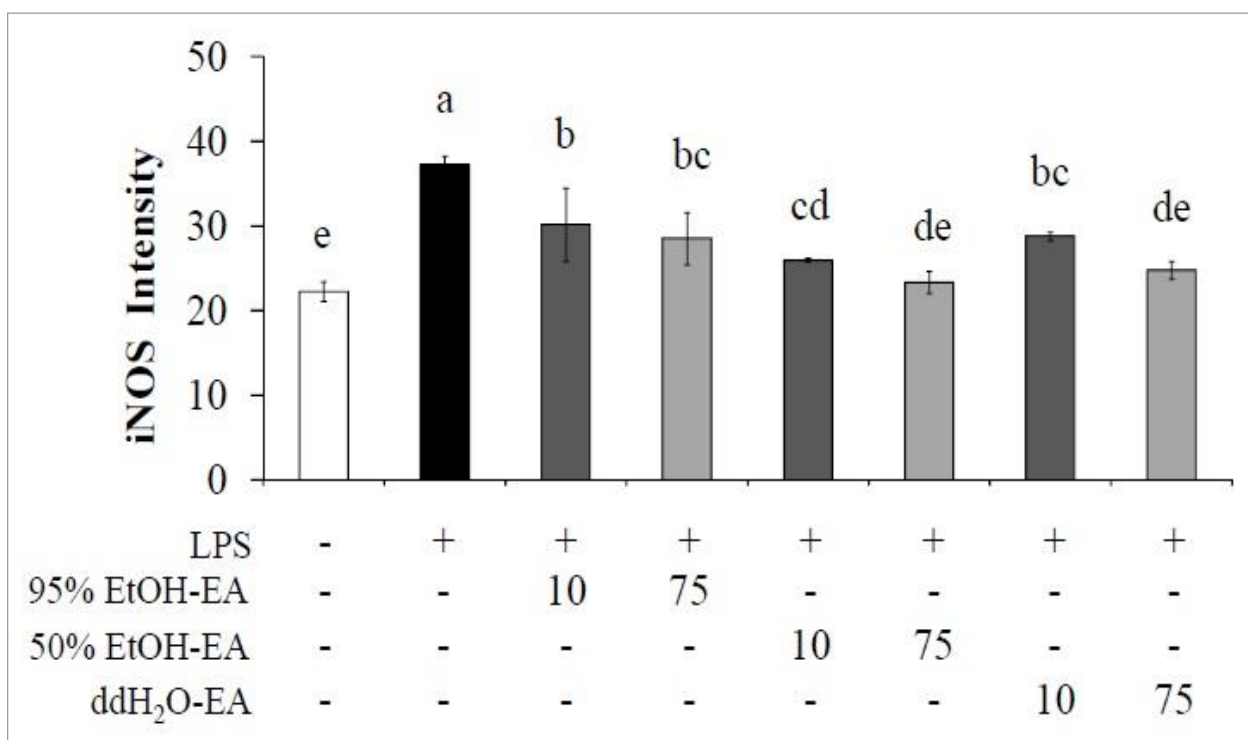


圖十、三種 EA 抽出物之 NF- κ B 細胞免疫螢光染色圖

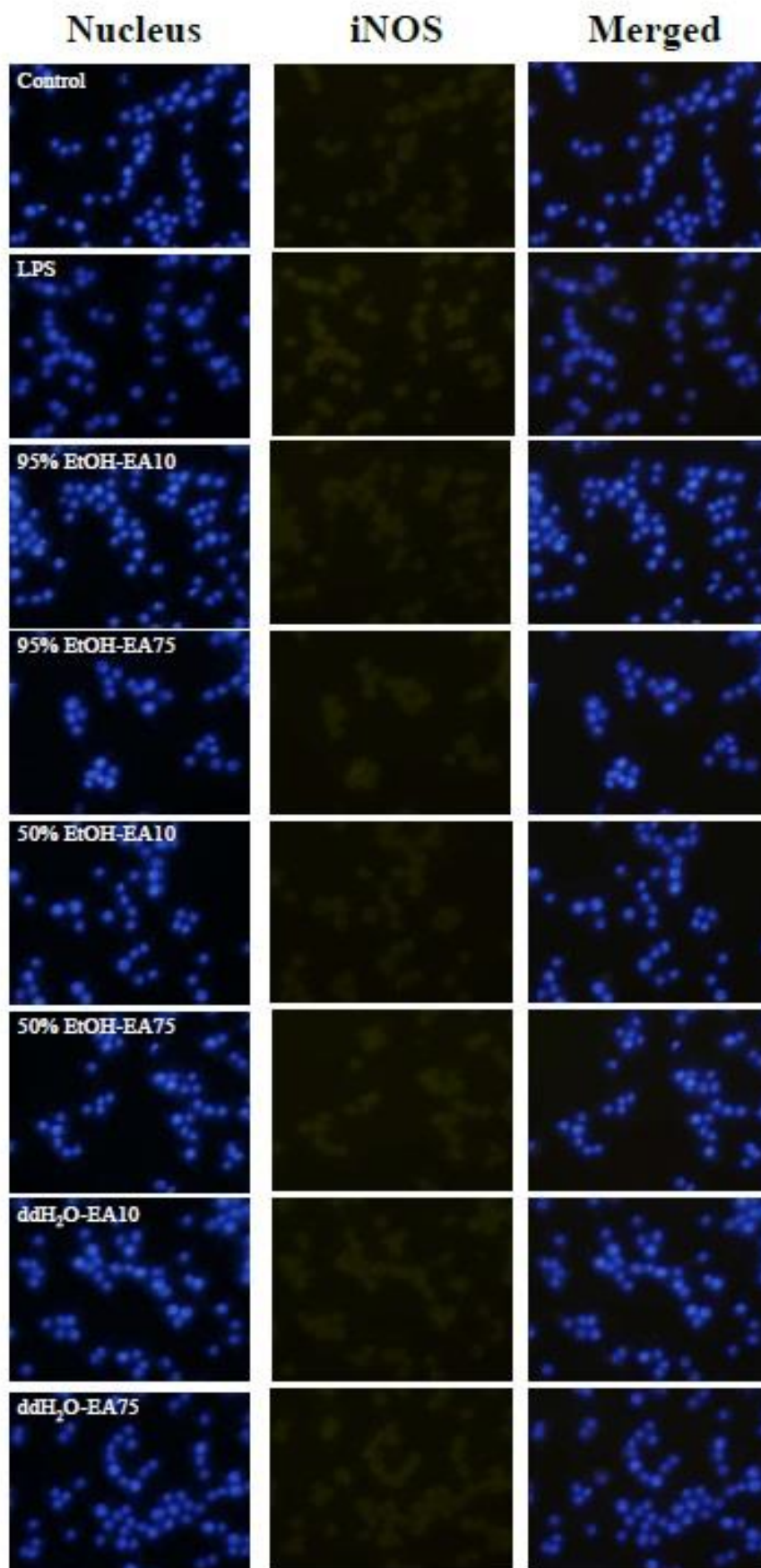
(二) iNOS 染色結果

iNOS (inducible nitric oxide synthase) 即是誘導型一氧化氮合成酶，正常狀態下存在量相對稀少，只在細胞接受刺激之後或病理狀態下活化因而大量產生。下頁圖十中顯示綠色的部分即為 iNOS 的正染色結果，藍色則為細胞核。細胞受到 LPS 處理的組別中，細胞質中 iNOS (綠色) 的量明顯比控制組增加。

進一步觀察到，95% EtOH-EA 與 ddH₂O-EA 的處理使細胞質內的 iNOS 表達量減少，但低劑量 (10 µg/mL) 與高劑量 (75 µg/mL) 的差異不大；而 50% EtOH-EA 及 ddH₂O-EA 處理的組別則呈現 dose-dependent effect，以 75 µg/mL 處理的效果比 10 µg/mL 顯著。且三種抽出物中以 50% EtOH-EA 之高劑量組別表現最好。



圖十一、三種 EA 抽出物之 iNOS 細胞免疫螢光染色定量分析結果 (p<0.05)



圖十二、三種 EA 抽出物之 iNOS 細胞免疫螢光染色圖

陸、討論

根據 HPLC 圖譜顯示, 50% EtOH-EA 所含的成分分佈相對較多, 分布之極性範圍也較廣。在醣類含量比較中, 50% EtOH-EA 所含的比例較高, 但相對的多酚含量比例最少。在多酚類含量比較中, ddH₂O-EA 所含的比例較高, 根據文獻記載[6,7,8], 多酚類化合物具有特殊的生物活性, 其中包括抗氧化及清除自由基的功能, 因此同時在 DPPH 自由基清除率的研究結果中, ddH₂O-EA 對自由基的清除能力也較高。

在免疫螢光細胞染色的結果中, 分析 NF- κ B 染色圖像, 可知三種抽出物皆能夠有效抑制 NF- κ B 的活化, 可能進而抑制發炎反應的發生; 50% EtOH-EA 能明顯抑制 iNOS 活化, 這並可反應在抑制 NO 生成的效率上, 因為 iNOS 即為催化 NO 產生的酵素。這兩項結果說明西蒙一號抽出物成分確實具有抗發炎的功效, 因為 NF- κ B、iNOS、NO 皆為促發炎因子。至於 50% EtOH-EA 在抑制 iNOS 活化的實驗中表現出較好的效果, 推測可能與其抽出物影響上游調控基因之機制有關, 此待進一步研究確定。

另外, 在 MTT assay 的結果中, ddH₂O-EA 不具細胞毒性, 但高濃度之 95% EtOH-EA 與 50% EtOH-EA 具有部分細胞毒性, 此為酒精與純水萃取之成分差異所致, 至於三種抽出物所含的成分則需鑑定。以酒精萃取的抽出物之毒性是否可以對癌細胞產生毒殺作用等, 或許值得進一步探討。

柒、結論

本研究目前成果顯示, 西蒙一號塊根抽出物具有一定的抗發炎與清除自由基的生物活性, 而不同萃取方法使抽出物具有不同的成分分布, 並影響了抽出物生物活性之表達, 例如 ddH₂O-EA 具有較高比例的多酚類, 其清除自由基的能力也較好; 而 50% EtOH-EA 萃取所得之抽出物抑制發炎的效果最好。此項研究將有助於未來對白皮甘藷西蒙一號的進一步開發與提供重要研究參考資訊。

捌、參考資料及其他

1. Kusano, S. and H. Abe (2000). Antidiabetic activity of white skinned sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) in obese Zucker fatty rats. *Biol Pharm Bull*, **23**(1): p.23-6
2. Ludvik, B., B. Neuffer, and G. Pacini (2004). Efficacy of *Ipomoea batatas* (Caiapo) on diabetes control in type 2 diabetic subjects treated with diet. *Diabetes Care*, **27**(2): p. 436-40
3. Ludvik, B.H., et al.(2002). The effect of *Ipomoea batatas* (Caiapo) on glucose metabolism and serum cholesterol in patients with type 2 diabetes: a randomized study. *Diabetes Care*, **25**(1): p. 239-40.
4. Ludvik, B., M. Hanefeld, and G. Pacini (2008). Improved metabolic control by *Ipomoea batatas* (Caiapo) is associated with increased adiponectin and decreased fibrinogen levels in type 2 diabetic subjects. *Diabetes Obes Metab*. **10**(7): p. 586-92.
5. Jie Sun, Xueji Zhang, Mark Broderick and Harry Fein (2003). Measurement of Nitric Oxide Production in Biological Systems by Using Griess Reaction Assay. *Sensors*, 2003, 3, 276-284.
6. Medina I, Satue-Gracia MT, German JB and Frankel EN. (1999) Comparison of natural polyphenol antioxidants from extra virgin olive oil with synthetic antioxidants in tuna lipids during thermal oxidation. *J Agr Food Chem* 47: 4873-9.
7. Lopes GK, Schulman HM and Hermes-Lima M. (1999) Polyphenol tannic acid inhibits hydroxyl radical formation from fenton reaction by complexing ferrous ions. *Biochim Biophys Acta* 1472: 142-152.
8. 陳彥州、林慧宜、柯景懷、沈杏娟（民 80）。天然多酚類化合物之抗發炎、抗癌及誘導腦血管舒張之活性研究。台北醫學大學醫學科學研究所。

【評語】 040715

以白皮甘藷西蒙一號酒精萃取物分析其多酚含量及抗發芽效果。以分生及細胞生物研究結果良好。惟材料為外來種，非台灣品系，成份分析尚未確定，有待加強。