

龍眼核萃取物之抗氧化活性研究

楊敦傑¹ 吳淑姿^{1,2} 余世宗^{3*}

¹大葉大學食品暨應用生物科技學系

²大葉大學餐旅管理學系

³大葉大學環境工程學系

51591 彰化縣大村鄉學府路 168 號

*yust@mail.dyu.edu.tw

摘要

本研究以熱迴流方式，利用不同溶劑（水、甲醇、50%乙醇、乙酸乙酯）萃取新鮮與曬乾龍眼核，探討不同溶劑對萃取率、總多酚化合物含量、類黃酮化合物含量及抗氧化活性（清除 DPPH 自由基能力、螯合亞鐵離子能力、清除 ABTS 陽離子能力、相對還原力及清除超氧陰離子能力）之影響。新鮮與曬乾龍眼核以 50% 乙醇溶劑萃取之萃取率最高。新鮮龍眼核萃取物試驗結果顯示，以 50% 乙醇萃取物之總多酚化合物含量最高；乙酸乙酯萃取物之類黃酮化合物含量最高；乙酸乙酯萃取物在濃度 1.0 mg/mL 時，清除 DPPH 自由基能力達 99%；清除 ABTS 自由基能力的效果均很高，除乙酸乙酯萃取物外，在濃度 0.5 mg/mL 時高達 99%；50% 乙醇萃取物於濃度 2.0 mg/mL 時，相對還原力與標準品（BHA）比較達 110.8%；清除超氧陰離子能力在濃度 2.0 mg/mL 時，以 50% 乙醇萃取物最高。曬乾龍眼核萃取物試驗結果顯示，50% 乙醇與乙酸乙酯萃取物之總多酚化合物含量最高；以乙酸乙酯萃取物之類黃酮化合物含量最高；亞鐵離子螯合能力，水萃取物在濃度 1.0 mg/mL 時達 85.2%；清除超氧陰離子能力在濃度 2.0 mg/mL 時，以 50% 乙醇萃取物最高。不同溶劑萃取物對大腸桿菌、金黃色葡萄球菌、枯草桿菌都有抑菌的效果。龍眼核含有豐富之多酚類和類黃酮化合物，具有清除 DPPH 自由基、ABTS 陽離子能力和超氧陰離子之抗氧化活性，且具極佳之相對還原力和亞鐵離子螯合能力，有助益於增進人體抗氧化能力，具應用發展潛能。

關鍵字：龍眼核，熱迴流萃取，總多酚化合物，類黃酮化合物，抗氧化能力

Study on Antioxidative Activities in *Dimocarpus longan* Seed Extracts

DUN-JIE YANG¹, SHWU-TZY WU^{1,2} and SHIH-TSUNG YU^{3*}

¹Department of Food Science and Biotechnology, Da-Yeh University

²Department of Hospitality Management, Da-Yeh University

³Department of Environmental Engineering, Da-Yeh University

No. 168, University Rd., Dacun, Changhua 51591, Taiwan, R.O.C.

*yust@mail.dyu.edu.tw

ABSTRACT

In this study, different solvents (water, methanol, 50% ethanol, and ethyl acetate) were used to extract from fresh and dried longan seeds using the hot reflux method. The extraction rate, total polyphenolic content, total flavonoid content, and antioxidative activities (such as scavenging capacity of 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl [DPPH] free radicals, chelating capacity of ferrous ions, scavenging capacity of 2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid) (ABTS) cations, relative reducing power, and scavenging capacity of superoxide anions) were investigated. The extraction rate for fresh and dried longan seeds was highest using 50% ethanol. The fresh longan seed extracts obtained using 50% ethanol and ethyl acetate had the highest total polyphenolic content and highest flavonoid content, respectively. The fresh longan seed extract obtained using ethyl acetate had a scavenging capacity of 99% in DPPH free radical at a concentration of 1.0 mg/mL. The effect of fresh longan seed extract on the scavenging capacity of ABTS cations was as high as 99% at a concentration of 0.5 mg/mL, except with ethyl acetate extract. The 2.0 mg/mL ethanol extract of fresh longan seeds had a relative reducing power of 110.8% compared with the standard (BHA). The fresh longan seed extract using 50% ethanol had highest scavenging capacity in superoxide anions at a concentration of 2.0 mg/mL. For the dried longan seed extract obtained using 50% ethanol and ethyl acetate, the total polyphenolic content was highest. For the dried longan seed extract obtained using ethyl acetate, the total flavonoid content was highest. The dried longan seed extract using water had a chelating capacity in ferrous ion of 85.2% at a concentration of 1.0 mg/mL. The dried longan seed extract obtained using 50% ethanol extract had the highest scavenging capacity in superoxide anions at a concentration of 2.0 mg/mL. Different solvent extracts have antibacterial effects against *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, and *Bacillus subtilis*.

Key words: longan seed, hot reflux extraction, total polyphenolic content, total flavonoid content, antioxidative activities

一、前言

隨著社會經濟的進步及國民生活水準的提升，人們的飲食和生活習慣與以往有很大的差距。飲食方面，人們攝取高蛋白、高脂質的精緻食品機會增加，造成人體所需的營養供過於求。生活環境也因工業高度發展，而逐漸被污染破壞，導致文明病發生機率增加，慢性病的發生的比率也逐年上升，癌症也成為死亡之要因。導致癌症發生的原因很多，攝取高量蛋白質與脂質所產生的自由基是造成癌症發生的因素之一 [6]。

隨著健康意識崛起，已知許多疾病與自由基有很大的關聯，人體代謝過程會產生自由基，適時補充抗氧化物質避免自由基侵襲體內正常的細胞，因此對抗自由基為一重要的課題。國人逐漸瞭解天然植物食材保健之重要性，以往抗自由基的藥物為合成抗氧化劑，但其危險性於一些研究中被發現，因此從天然的植物中萃取抗氧化成分，如：類黃酮和花

青素等，為植物類的化學物質 (phytochemicals) [24]，具有抗氧化、抗發炎、抗過敏、及預防心血管疾病等功效，且無毒性 [13, 20, 21]，因此已成為許多學者研究的方向。

龍眼核含有還原糖 (14.13%)、脂肪 (2.47%)、蛋白質 (5.59%)、澱粉 (60.9%)。龍眼核中亦含有豐富的礦物元素，其中鉀、鈣、鎂及磷含量最豐富，分別為 0.41、0.13、0.16 和 0.16%，磷的含量每 100 克約有 153 毫克，因此，龍眼核是很好的礦物質來源。學者指出，龍眼核中含有可水解的單寧 (hydrolyzable tannins)、corilagin 與 acetonylgeraniin 成分 [8, 22]；龍眼核的 corilagin 在大鼠動物實驗中具有抗高血壓作用 [4]、抗發炎 [10]、抑制癌細胞及抑制 tyrosinase 作用 [12] 等。龍眼核具有較多的多酚類物質 gallic acid、ellagic acid、corilagin [15]，且龍眼核的抗氧化效果比大部分水果的果核來得高 [7]。

目前農民處理完桂圓肉之後，龍眼核成為廢棄物達千萬

噸。本研究以龍眼核為材料，將新鮮與曬乾龍眼核，進行不同溶劑（水、甲醇、50%乙醇和乙酸乙酯）萃取，探討不同溶劑對萃取率、總多酚化合物含量、類黃酮化合物含量及抗氧化活性之影響。藉由抗氧化活性的評估，做為開發天然抗氧化劑之參考。

二、材料與方法

（一）試驗材料

本研究的實驗材料龍眼 (*Dimocarpus longan*) 購自南投縣，將採購之龍眼剝除桂圓肉而得新鮮龍眼核，將龍眼核經過日曬曬乾處理即是曬乾龍眼核。試驗用藥品均為分析級試藥。

（二）實驗菌株

本實驗菌株包含枯草桿菌 *Bacillus subtilis* subsp. *Spizizenii* Nakamura *et al.* (BCRC Number: 10447)、金黃色葡萄球菌 *Staphylococcus aureus* subsp. *Aureus* Rosenbach (BCRC Number: 14958) 和大腸桿菌 *Escherichia coli* (Migula) Castellani and Chalmers (O157:H7) (BCRC Number: 13089) 購自財團法人新竹食品工業發展研究所。

（三）萃取物製備

新鮮和日曬之龍眼核粉末分別以 1:10 固液比進行 2 h 常壓熱萃取三重複，得粗萃液。不同溶液的粗萃液分別經棉布過濾、離心 (2,200 g, 20 min)、抽氣過濾 (1 號, 90 mm) 等步驟得萃取液，再進行真空濃縮後，冷藏備用。

（四）抗氧化成分含量分析

1. 總多酚化合物含量 (total phenolic content)

取 800 μ L 龍眼核萃取液，加入 800 μ L Folin-Ciocalteu's phenol reagent 混合震盪，靜置 3 min，添加 80 μ L 10 % Na_2CO_3 ，每隔 10 min 震盪一次，反應 1 h，使用分光光度計 (U-2000, Hitachi, Japan) 量測波長 735 nm 吸光值，並對照沒食子酸 (gallic acid) 標準曲線換算每克萃取物中所含沒食子酸之毫克數 (mg/g, as gallic acid)，吸光值越高表示萃取物中所含之總多酚類化合物含量越多 [3]。

2. 類黃酮化合物含量 (total flavonoid contents)

取 1.0 mL 之龍眼核萃取液，加入 1.0 mL 2% $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 甲醇溶液，震盪混合均勻，靜置避光反應 10 min，以分光光度計於波長 430 nm 測定吸光值，並對照 quercetin 標準曲線換算每克萃取物中所含 quercetin 之毫克數，吸光值越高表示萃取物中所含之類黃酮化合物含量越多 [5]。

（五）抗氧化活性試驗

1. 清除 DPPH 自由基能力

取 5 mL (濃度 0.001, 0.005, 0.01, 0.05, 0.1, 0.5, 1.0, 5.0 mg/mL) 萃取液，加入 1 mL 新鮮配製 0.2 mM 2,2-diphenyl- β -picrylhydrazyl (DPPH) 之甲醇溶液，避光反應 30 min，以分光光度計於 517 nm 測其吸光值。吸光值越低表示清除 DPPH 自由基的能力越強 [14]。清除率計算公式如公式 (1)：

$$\text{清除 DPPH 自由基能力} = [1 - (\text{樣品吸光值} / \text{未加樣品之控制組吸光值})] \times 100\% \quad (1)$$

2. 螯合亞鐵離子能力

取 5 mL (濃度 0.01, 0.05, 0.1, 0.2, 0.5, 1.0, 2.0 mg/mL) 萃取液，加入 0.1 mL 新鮮配置 2 mM $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 溶液，靜置 30 sec 後，加入 0.2 mL 5 mM Ferrozine 溶液，避光反應 10 min 後，以分光光度計於 562 nm 測其吸光值。吸光值越低代表樣品具有螯合鐵離子之能力越強 [2]。螯合率計算公式如公式 (2)：

$$\text{螯合亞鐵離子能力} = [1 - (\text{樣品吸光值} / \text{未加樣品之控制組吸光值})] \times 100\% \quad (2)$$

3. 清除 ABTS 陽離子能力

取 1.5 mL 去離子水、0.25 mL 44 U/mL peroxidase、0.25 mL 500 μ M H_2O_2 及 0.25 mL 1000 μ M ABTS (2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid))，混合均勻，避光反應 1 h，使其生成穩定之藍綠色 ABTS，加入 0.5 mL (濃度 0.001, 0.005, 0.01, 0.05, 0.1, 0.5, 1.0, 2.0 mg/mL) 萃取液，於 734 nm 測其吸光值，吸光值越低代表其清除 ABTS 陽離子自由基之能力越強 [1]。清除率公式如公式 (3)：

$$\text{清除 ABTS 自由基能力} = [1 - (\text{樣品吸光值} / \text{未加樣品之控制組吸光值})] \times 100\% \quad (3)$$

4. 相對還原力測定

取 0.15 mL (濃度 0.001, 0.005, 0.01, 0.05, 0.1, 0.5, 1.0, 2.0 mg/mL) 萃取液，加入等體積 0.2 M 磷酸鈉緩衝液 (pH 6.6) 及 1% $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ ，混合均勻，於 50 $^\circ\text{C}$ 水浴 20 min，加入

0.15 mL 10% TCA (trichloroacetic acid) 溶液、0.6 mL 去離子水及 0.6 mL 0.1% FeCl₃ 溶液，混合，避光反應 14 min，於 700 nm 測其吸光值。吸光值越高表示具有還原能力越強 [23]。相對還原力公式如公式 (4)：

$$\text{還原力} = [\text{各樣品之吸光值} / \text{最高樣品吸光值}] \times 100\% \quad (4)$$

5. 清除超氧陰離子試驗

取 1 mL (濃度 0.001, 0.005, 0.01, 0.05, 0.1, 0.5, 1.0, 5.0 mg/mL) 萃取液，加入 300 μM NBT (nitroblue tetrazolium, 溶於 0.1 M pH 7.4 磷酸鈉緩衝液)、1 mL 936 μM NADH 及 1 mL 120 μM PMS (phenazine methosulfate)，均勻混合，避光反應 5 min，於 560 nm 測其吸光值。吸光值越低表示清除超氧陰離子能力越強 [11]。清除率公式如公式 (5)：

$$\text{清除超氧陰離子} = [1 - (\text{樣品吸光值} / \text{未加樣品之控制組吸光值})] \times 100\% \quad (5)$$

(六) HPLC 成分分析

使用 HPLC (L-4500, Hitachi, Japan) 分析萃取物中沒食子酸含量，萃取物溶於乙醇，濃度為 1 mg/mL。分析管柱為 lichrocart 100 RP-18 (25×0.4 cm, partical size, 5 μm)，流動相為水和甲醇 (45:55)，流率為 1 mL/min，UV 偵測器之波長為 280 nm。

(七) 抑制微生物試驗

活化菌種，塗抹於 nutrient agar 配製之培養皿，小圓狀濾紙浸泡於龍眼核萃取液 1hr，分別移至已劃好菌種的培養基上，封口後，隔天觀察萃取物之抑菌能力。

三、結果與討論

(一) 萃取率

本研究以不同溶劑 (去離子水、甲醇 (MeOH)、50%

乙醇 (EtOH) 及乙酸乙酯 (EtOAc)) 進行新鮮和曬乾龍眼核熱迴流萃取，其萃取率如表 1 所示。新鮮龍眼核以 50% 乙醇萃取率最高 12.19%，乙酸乙酯萃取率最低 2.37%；曬乾龍眼核以 50% 乙醇萃取率最高 14.82%，乙酸乙酯萃取率最低 2.11%。極性溶劑萃取率較高，表示龍眼核被萃取成分具有部分極性。

(二) 抗氧化成分含量分析

抗氧化成分含量分析包含總多酚化合物含量 (total phenolic content) 和類黃酮化合物含量 (total flavonoid content)。

1. 總多酚化合物含量分析

新鮮與曬乾龍眼核分別以不同溶劑進行熱萃取，萃取物之總多酚化合物含量如表 2 所示。新鮮龍眼核以 50% 乙醇萃取物含量 98.19 mg/g 為最高，乙酸乙酯萃取物之含量最低 5.81 mg/g；曬乾龍眼核，50% 乙醇和乙酸乙酯萃取物相近，分別為 87.92 mg/g 和 88.96 mg/g。

2. 類黃酮化合物含量分析

新鮮與曬乾龍眼核不同溶劑萃取物之類黃酮化合物含量如表 2 所示。各萃取物間類黃酮化合物含量有明顯差異，新鮮龍眼核之乙酸乙酯萃取物含量 16.27 mg/g 為最高，水萃取物之含量最低 0.49 mg/g；曬乾龍眼核之乙酸乙酯萃取物含量達 51.70 mg/g，水萃取物含量最低 1.20 mg/g。表示龍眼核所含之類黃酮化合物極性低，以非極性溶劑乙酸乙酯萃取量較高。

表 1. 不同溶劑萃取龍眼核之萃取率

Solvents	Extraction yield (%)	
	Fresh	Dried
Water	10.95 ± 0.00	13.53 ± 0.01
50% EtOH	12.19 ± 0.00	14.82 ± 0.01
MeOH	8.13 ± 0.00	7.19 ± 0.01
EtOAc	2.37 ± 0.00	2.11 ± 0.01

表 2. 不同溶劑萃取龍眼核之總多酚類和類黃酮類化合物含量

Solvents	Unit: (mg/g, as gallic acid)			
	Total phenolic content		Total flavonoid content	
	Fresh	Dried	Fresh	Dried
Water	57.14±0.59	56.54±1.39	0.49±0.05	1.20±0.11
50% EtOH	98.19±1.78	87.92±1.35	1.10±0.10	5.50±0.26
MeOH	94.55±3.59	72.71±2.18	2.32±0.08	3.28±0.03
EtOAc	5.81±0.22	88.96±2.17	16.27±1.57	51.70±3.98

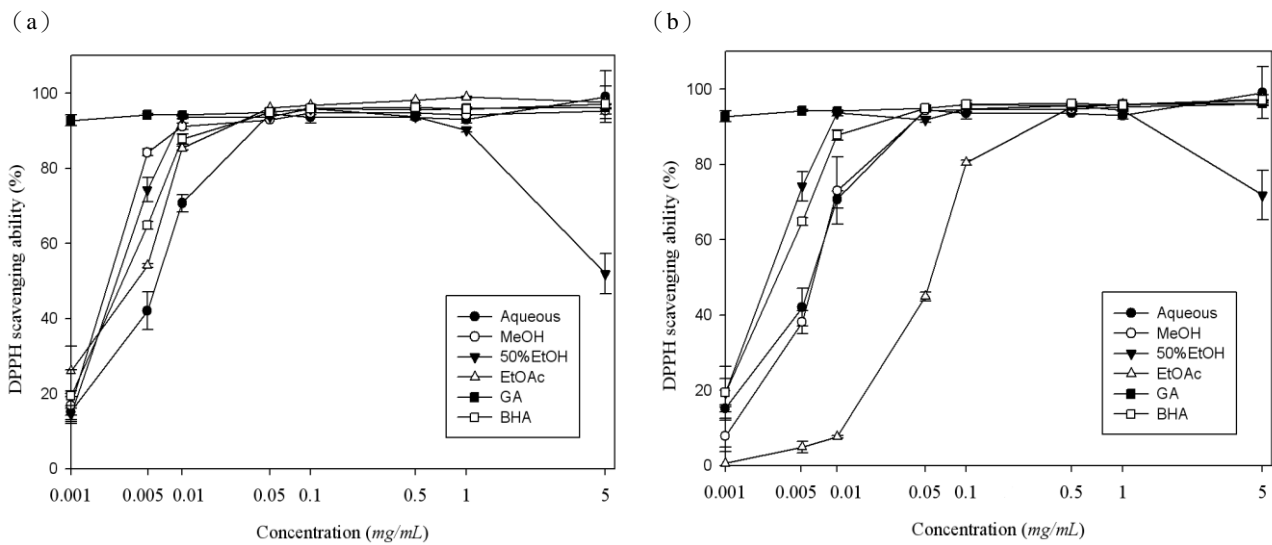


圖 1. 龍眼核萃取物之清除 DPPH 自由基能力，(a) 新鮮龍眼核、(b) 曬乾龍眼核

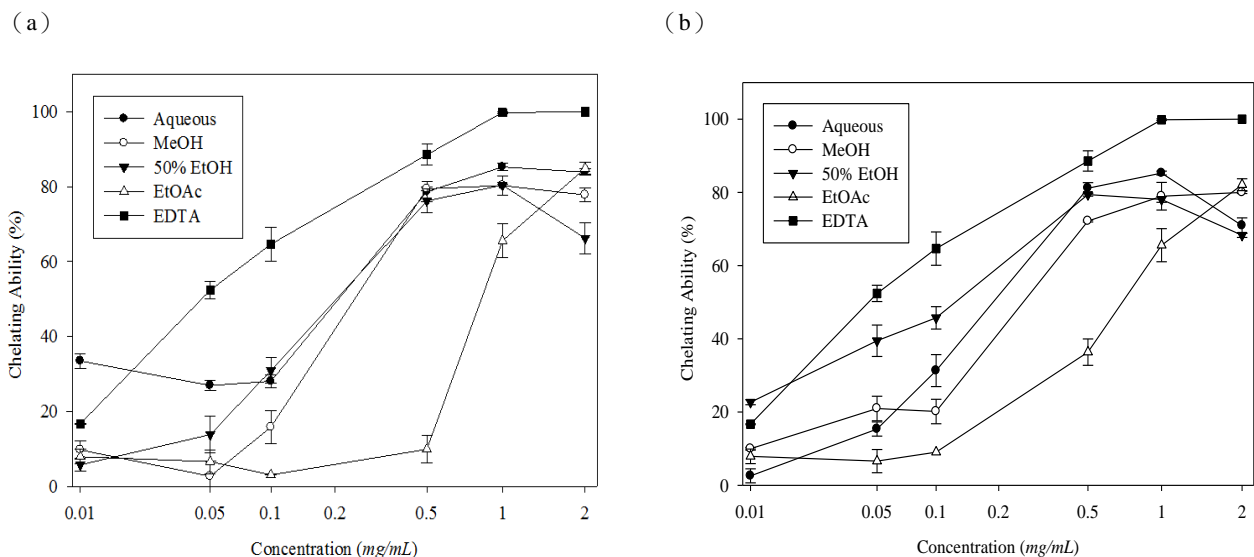


圖 2. 龍眼核萃取物之亞鐵離子螯合能力，(a) 新鮮龍眼核、(b) 曬乾龍眼核

(三) 抗氧化活性分析

抗氧化活性分析試驗包含清除 DPPH 自由基能力、螯合亞鐵離子能力、超氧陰離子清除能力、清除 ABTS 陽離子能力及相對還原力(RRP, relative reducing power)。分別以 BHA (butylated hydroxyanisole)、Trolox、quercetin 及沒食子酸 (GA, gallic acid) 為標準品。

1. 清除 DPPH 自由基能力

新鮮龍眼核不同溶劑萃取物之清除 DPPH 自由基能力如圖 1 (a) 所示。新鮮龍眼核萃取物清除 DPPH 自由基能力的效果都很好，其中乙酸乙酯在濃度 1 mg/mL 時，達 99% 清除 DPPH 自由基能力，與沒食子酸和 BHA 清除 DPPH 自

由基能力相當，除高濃度 50 % 乙醇萃取物外，其他萃取物有良好清除 DPPH 自由基能力。曬乾龍眼核萃取物之清除 DPPH 自由基能力如圖 1 (b) 所示。50 % 乙醇萃取物在濃度 0.5 mg/mL 時，達 95% 清除 DPPH 自由基能力，其他萃取物在濃度 0.5-1.0 mg/mL 時，亦有良好之清除 DPPH 自由基能力。萃取物中多酚類化合物之多醣類扮演清除 DPPH 自由基能力[9]。

2. 螯合亞鐵離子能力

多種金屬離子中， Fe^{2+} 為最具影響力的助氧化劑，會促進脂質氧化作用進行。因此，具有螯合金屬離子能力之物質能抑制脂質氧化。新鮮龍眼核萃取物之亞鐵離子螯合能力如

圖 2 (a) 所示，螯合能力以甲醇萃取物螯合能力最高，濃度 0.5 mg/mL 時達 78%，除乙酸乙酯萃取物外，大部分萃取物在濃度 1 mg/mL 時螯合能力都接近 80%。

曬乾龍眼核萃取物之亞鐵離子螯合能力如圖 2 (b) 所示，螯合能力以水萃取物有最高螯合能力表現，濃度 1 mg/mL 時達 85.2%；其他萃取物的螯合能力約 78% 左右。

3. 清除 ABTS 陽離子能力

新鮮龍眼核萃取物清除 ABTS 陽離子自由基能力試驗結果如圖 3 (a) 所示。新鮮龍眼核萃取物清除 ABTS 陽離

子能力的效果均很高，除乙酸乙酯萃取物外，在濃度 0.5 mg/mL 時，幾乎都達到最高 99%，其中以 50 % 乙醇萃取物之清除能力最佳，在濃度 0.1 mg/mL 即達到 95.0%，與標準品 Trolox 比較，50 % 乙醇萃取物高於標準品的清除能力。

曬乾龍眼核萃取物清除 ABTS 陽離子自由基能力試驗結果如圖 3 (b) 所示。在濃度 0.5 mg/mL 時，除乙酸乙酯外，其他萃取物都高達 99%，50 % 乙醇萃取物濃度 0.1 mg/mL 達到 53.0%，Trolox 標準品為 39.2%，50 % 乙醇萃取物比標準品清除 ABTS 陽離子自由基能力高。

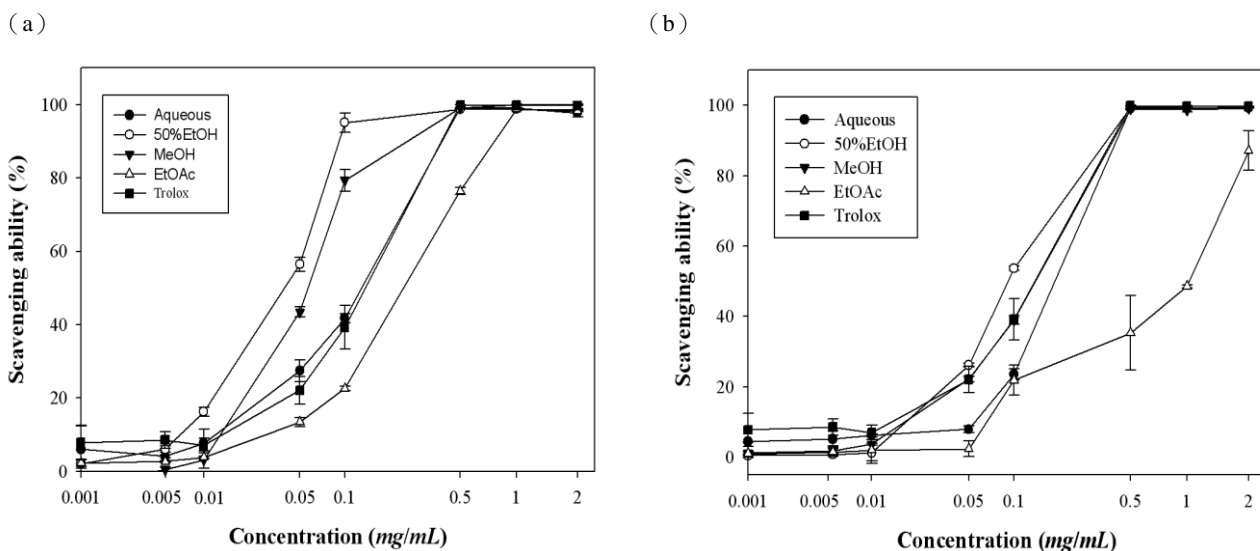


圖 3. 龍眼核萃取物清除 ABTS 自由基能力，(a) 新鮮龍眼核、(b) 曬乾龍眼核

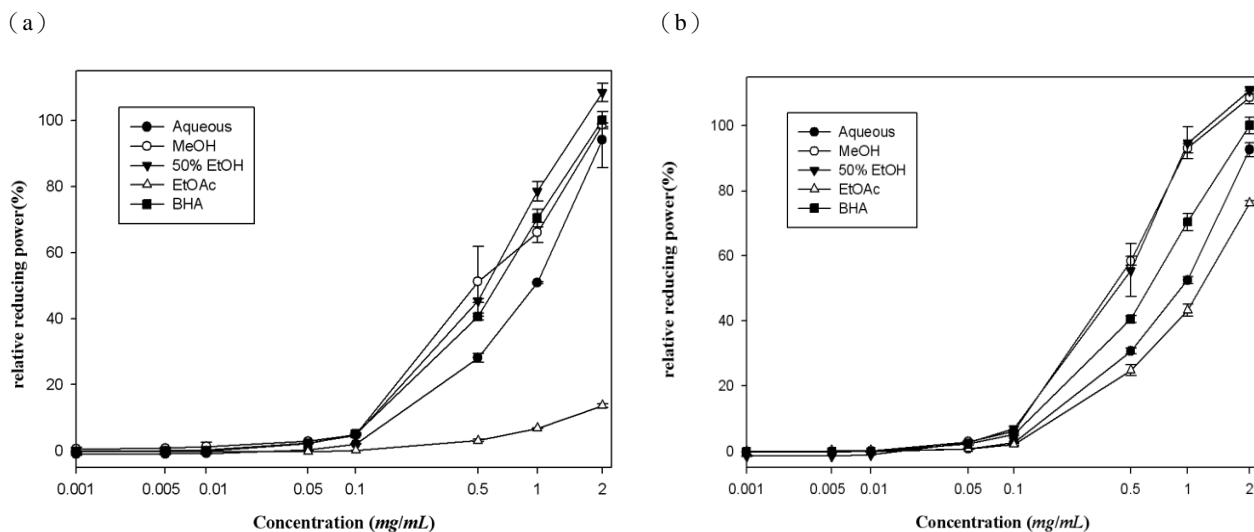


圖 4. 龍眼核萃取物之相對還原力，(a) 新鮮龍眼核 (b) 曬乾龍眼核

4. 相對還原力

相對還原力 (relative reducing power) 是以標準品 BHA 於濃度 2 mg/mL 所測得之還原力為 100%，換算每個萃取物在不同濃度下所測得吸光值與 BHA 之比值。新鮮龍眼核不同溶劑萃取物之相對還原力如圖 4 (a) 表示。50%乙醇萃取物在濃度 2 mg/mL 時，最高相對還原力 110.8%，其次為甲醇萃取物 108.7%，乙酸乙酯萃取物之還原力較弱，為 76.1%。曬乾龍眼核萃取物之相對還原力如圖 4 (b) 所示。50%乙醇萃取物在濃度 2 mg/mL 時，最高相對還原力為 108.5%，甲醇萃取物次之為 98.70%。而曬乾龍眼核乙酸乙酯萃取物相對還原力較弱 13.64%。

5. 清除超氧陰離子能力

新鮮龍眼核萃取物之清除超氧陰離子能力如圖 5 (a) 所示。不同溶劑萃取物隨濃度增加清除超氧陰離子能力增

加，濃度 2 mg/mL 時，50%乙醇萃取物達 86.57%，其次為甲醇萃取物和水萃取物，分別為 86.15% 和 75.60%，乙酸乙酯萃取物為 72.14%。

曬乾龍眼核萃取物之清除超氧陰離子能力如圖 5 (b) 所示。不同溶劑萃取物隨濃度增加清除超氧陰離子能力增加，在濃度 2 mg/mL 時，乙醇萃取物達 84.63%，其次為甲醇萃取物和水萃取物，分別為 81.87% 和 73.70%。

6. 半數清除濃度

清除 50% 自由基所需之樣品濃度，為半數清除濃度 (half inhibition concentration; IC_{50})。半數清除濃度值越小，表示達到相同清除效果時，所需要的樣品濃度越低，抗氧化能力越佳 [11]。不同溶劑萃取新鮮與曬乾龍眼核的半數清除濃度列於表 3。新鮮龍眼核甲醇萃取物，具有清除 DPPH 自由基 (IC_{50} 0.0029 mg/mL)、相對還原力

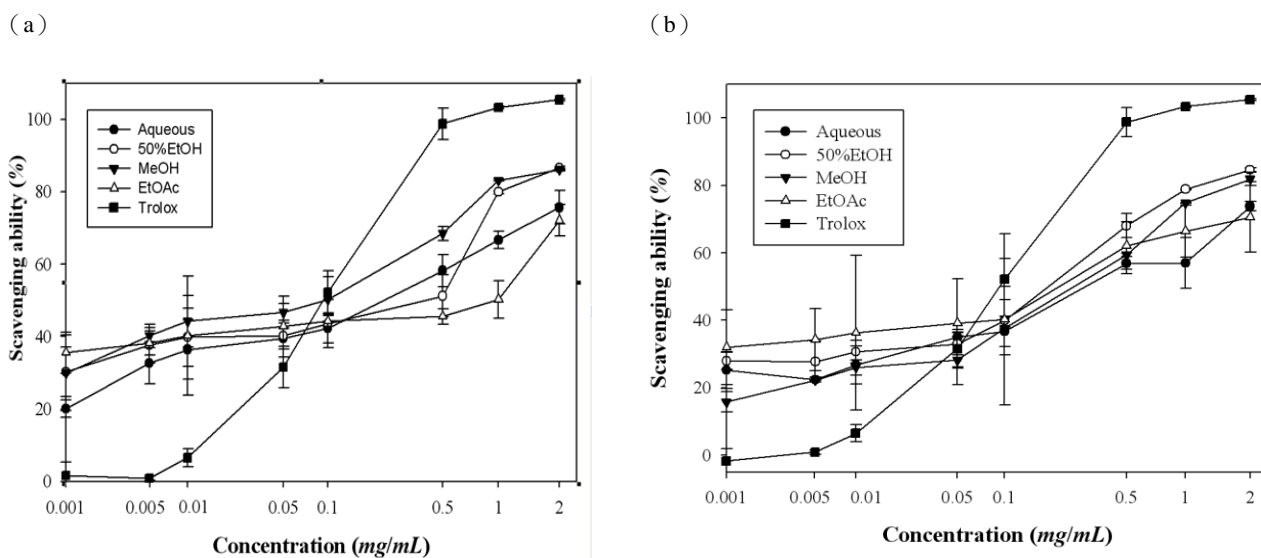


圖 5. 龍眼核萃取物之清除超氧陰離子能力，(a) 新鮮龍眼核、(b) 曬乾龍眼核

表 3. IC_{50} 不同溶劑萃取龍眼核之半抑制濃度

Solvent	Inhibitory concentration (IC_{50}), mg / mL					
	DPPH	RRP	ABTS scavenging	Fe ²⁺ chelating	SOD	
Fresh	Aqueous	0.0064	0.95	0.16	0.274	0.293
	50% EtOH	0.0034	0.45	0.03	0.219	0.435
	MeOH	0.0029	0.44	0.06	0.174	0.097
	EtOAc	0.0044	1.21	0.31	0.861	0.972
Dried	Water	0.0066	0.998	0.24	0.250	0.365
	50% EtOH	0.0032	0.49	0.094	0.151	0.244
	MeOH	0.0062	0.57	0.17	0.329	0.327
	EtOAc	0.0572	-	1.04	0.849	0.279

(IC_{50} 0.44 mg/mL)、亞鐵離子螯合能力 (IC_{50} 0.174 mg/mL) 和清除超氧陰離子 (IC_{50} 0.097 mg/mL) 之最低半數清除濃度；清除 ABTS 自由基能力，以 50% 乙醇萃取物較好， IC_{50} 為 0.03 mg/mL。

曬乾龍眼核以 50% 乙醇萃取物，具有清除 DPPH 自由基 (IC_{50} 0.0032 mg/mL)、相對還原力 (IC_{50} 0.49 mg/mL)、清除 ABTS 自由基能力 (IC_{50} 0.094 mg/mL)、亞鐵離子螯合能力 (IC_{50} 0.151 mg/mL) 和清除超氧陰離子 (IC_{50} 0.244 mg/mL) 之最低半數清除濃度。

新鮮龍眼核甲醇萃取物和曬乾龍眼核 50% 乙醇萃取物清除 DPPH 自由基 IC_{50} 均比 Rangkadilok 等人 [16] 龍眼核之研究為低，表示本研究之萃取物具有較佳之清除 DPPH 自由基能力。

(四) HPLC 成分分析

以 HPLC 進行沒食子酸含量分析，結果列於表 4。新鮮龍眼核 50% 乙醇萃取物沒食子酸含量最高 93.34 mg/g，含量最低為乙酸乙酯萃取物 11.69 mg/g。曬乾龍眼核以甲醇萃取物沒食子酸含量最高 82.10 mg/g，最低為乙酸乙酯萃取物 16.8 mg/g。新鮮龍眼核甲醇萃取物和曬乾龍眼核 50% 乙醇萃取物均含有高量的沒食子酸，因此，新鮮龍眼核之甲醇萃取物，具有清除 DPPH 自由基、相對還原力、亞鐵離子螯合能力和清除超氧陰離子之最低半數清除濃度。曬乾龍眼核之 50% 乙醇萃取物，具有最低半數清除濃度。龍眼核所含之多酚類化合物含有沒食子酸 (gallic acid)、ellagic acid、monogalloyl-glucose、monogalloyl-diglucose、digalloyl-diglucose、procyanidin B2、quercetin-3-O-rhamnoside 等化合物，因此對身體健康具有極大幫助 [18, 19]。

(五) 抗菌試驗

不同溶劑萃取新鮮龍眼核與曬乾龍眼核之抑制大腸桿菌 *Escherichia coli* (Migula) Castellani and Chalmers (O157:H7) (BCRC Number: 13089)、金黃色葡萄球菌 *Staphylococcus aureus* subsp. *Aureus* Rosenbach (BCRC Number: 14958) 和枯草桿菌 *Bacillus subtilis* subsp. *Spizizenii* Nakamura *et al.* (BCRC Number: 10447) 試驗，各萃取物抑菌效果列於表 5。

不同溶劑萃取物對大腸桿菌、金黃色葡萄球菌、枯草桿菌都有抑菌的效果。新鮮龍眼核萃取物，以乙酸乙酯萃取物對大腸桿菌抑菌效果最好。水萃取物對金黃色葡萄球菌與枯

表 4. HPLC 分析龍眼核萃取物之沒食子酸含量

Solvents	Gallic acid (mg/g)	
	Fresh	Dried
Water	19.90	29.31
50% EtOH	93.34	72.34
MeOH	87.64	82.10
EtOAc	11.69	16.80

表 5. 龍眼核萃取物抑菌圈之比較

Solvents	inhibition zone		
	枯草桿菌	金黃色葡萄球菌	大腸桿菌
Fresh			
Aqueous	++	++	+
50% EtOH	+	+	++
MeOH	+	+	++
EtOAc	+	+	++
Dried			
Aqueous	+	+	+
50% EtOH	+	++	+
MeOH	+	+	++
EtOAc	+	+	++

+表示具有抑菌效果，++表示抑菌效果非常明顯

草桿菌抑菌效果較好，此結果與 Rangkadilok 等人研究結果相近 [17]。曬乾龍眼核萃取物，以乙酸乙酯萃取物對大腸桿菌抑菌效果最好。50% 乙醇萃取物對金黃色葡萄球菌抑菌效果最好。

四、結論

本研究以不同溶劑萃取新鮮與曬乾龍眼核，並探討萃取物之萃取率、抗氧化成分含量（總多酚化合物含量和類黃酮化合物含量）和抗氧化活性。結果顯示，以 50% 乙醇萃取之曬乾龍眼核的萃取率最高 14.82%，而總多酚化合物，以 50% 乙醇萃取新鮮龍眼核含量最高 98.2 mg/g。類黃酮化合物，以乙酸乙酯萃取曬乾龍眼核含量最高 51.70 mg/g。萃取物之抗氧化活性，以甲醇萃取物具有清除 DPPH 自由基、相對還原力、亞鐵離子螯合能力和清除超氧陰離子之最低半數清除濃度。清除 ABTS 陽離子能力，以 50% 乙醇萃取物較佳。曬乾龍眼核以 50% 乙醇萃取物，具有清除 DPPH 自由基、相對還原力、清除 ABTS 陽離子能力、亞鐵離子螯合能力和清除超氧陰離子之最低半數清除濃度。龍眼核含有豐富之多酚類和類黃酮化合物，於清除 DPPH 自由基、相對還原

力、清除 ABTS 陽離子能力、亞鐵離子螯合能力和清除超氧陰離子具極佳之抗氧化活性，可增進人體之抗氧化活性，具有應用發展潛能。

參考文獻

1. Arnao, M. B., A Cano and M. Acosta (2001) The hydrophilic and lipophilic contribution to total antioxidant activity. *Food Chemistry*, 73, 239-244.
2. Benzie, I. F. and J. J. Strain (1996) The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239, 70-76.
3. Bonoli, M., V. Verardo, E. Marconi and M. F. Caboni (2004) Antioxidant-phenols in barley (*Hordeum vulgare* L.) flour: Comparative spectrophotometric study among extraction methods of free and bound phenolic compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 5192-5200.
4. Cheng, J. T., T. C. Lin and F. L. Hsu (1995) Antihypertensive effect of corilagin in the rat. *Canadian journal of physiology and pharmacology*, 73, 1425-29.
5. Cohen, L. A (2002) A review of animal model studies of tomato carotenoids, lycopene, and cancer chemoprevention. *Experimental Biology and Medicine*, 227, 864-868.
6. Christel, Q. D., G. Bernard, V. Jacques, D. Thierry, B. Cladue, L. Michel, C. Micheline, C. Jean-Cluade, B. Francois and T. Francis (2000) Phenolic compounds and antioxidant activities of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) hulls and flour. *Journal of Ethnopharmacology*, 72, 35-42.
7. Guo, C., J. Yang, J. Wei, Y. Li, J. Xu and Y. Jiang (2003) Antioxidant activities of peel, pulp and seed fractions of common fruits as determined by FRAP assay. *Nutrition Research*, 23, 1719-26.
8. Hsu, F. L., F. H. Lu and J. T. Cheng (1994) Influence of acetylgeraniin, a hydrolysable tannin from *Euphoria longana*, on orthostatic hypotension in a rat model. *Planta Medica*, 60, 297-300.
9. Jiang, G., L. Wen, F. Chen, F. Wu, S. Lin, B. Yang and Y. Jiang (2013) Structural characteristics and antioxidant activities of polysaccharides from longan seed. *Carbohydrate polymers*, 92, 758-764.
10. Kunworarath, N., N. Rangkadilok, T. Suriyo, A. Thiantanawat and J. Satayavivad (2016) Longan (*Dimocarpus longan* Lour.) inhibits lipopolysaccharide-stimulated nitric oxide production in macrophages by suppressing NF- κ B and AP-1 signaling pathways. *Journal of Ethnopharmacology*, 179, 156-161.
11. Lai, L. S., S. T. Chou and W. W. Chao (2001) Studies on the antioxidative activity of Hsian-tsao (*Mesona procumbens* hemsl) leaf gum. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 963-968.
12. Li, N., Z. Lin, W. Chen, Y. Zheng, Y. Ming, Z. Zheng, W. Huang, L. Chen, J. Xia and H. Lin (2018) Corilagin from longan seed: Identification, quantification, and synergistic cytotoxicity on SKOV3ip and hey cells with ginsenoside Rh2 and 5-fluorouracil. *Food and Chemical Toxicology*, 119, 133-140.
13. Lu, L. L., Z. H. Ruan, J. Q. Ni, J. Chen, H. F. Shu, Y. Q. Wang and Y. Liu (2019) Improvement of antioxidative activity of resveratrol by calix[4]arene-like tetramer: A theoretical study. *Computational and Theoretical Chemistry*, 1148, 1-7.
14. Makris, D. P., E. Psarra, S. Kallithraka and P. Kefalas (2003) The effect of polyphenolic composition as related to antioxidant capacity in white wines. *Food Research International*, 36, 805-814.
15. Rangkadilok N, L. Worasuttayangkurn, R. N. Bennett and J. Satayavivad (2005) Identification and quantification of polyphenolic compounds in Longan 107 (*Euphoria longana* Lam.) fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 1387-1392.
16. Rangkadilok, N., S. Sitthimonchai, L. Worasuttayangkurn, C. Mahidol, M. Ruchirawat and J. Satayavivad (2007) Evaluation of free radical scavenging and antityrosinase activities of standardized longan fruit extract. *Food and Chemical Toxicology*, 45, 328-336.
17. Rangkadilok, N., S. Tongchusak, R. Boonhok, S. C. Chaiyaroj, V. B. Junyaprasert, W. Buajeeb, J. Akanimane, T. Raksasuk, T. Suddhasthira and J. Satayavivad (2012) *In vitro* antifungal activities of longan (*Dimocarpus longan* Lour.) seed extract. *Fitoterapia*, 83, 545-553.
18. Soong, Y. Y. and P. J. Barlow (2005) Isolation and structure elucidation of phenolic compounds from longan (*Dimocarpus longan* Lour.) seed by high-performance liquid chromatography-electrospray ionization mass

- spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 1085, 270–277.
19. Soong, Y. Y. and P. J. Barlow (2006) Quantification of gallic acid and ellagic acid from longan (*Dimocarpus longan* Lour.) seed and mango (*Mangifera indica* L.) kernel and their effects on antioxidant activity. *Food Chemistry*, 97, 524–530.
20. Tošović, J. and S. Marković (2019) Antioxidative activity of chlorogenic acid relative to trolox in aqueous solution – DFT study. *Food Chemistry*, 278, 469–475.
21. Worasuttayangkurn, L., P. Watcharasit, N. Rangkadilok, S. Suntararuks, P. Khamkong and J. Satayavivad (2012) Safety evaluation of longan seed extract: Acute and repeated oral administration. *Food and Chemical Toxicology*, 50, 3949–3955.
22. Yang, B., Y. Jiang, J. Shi, F. Chen and M. Ashraf (2011) Extraction and pharmacological properties of bioactive compounds from longan (*Dimocarpus longan* Lour.) fruit - A review. *Food Research International*, 44, 1837–1842.
23. Yildirim, A., A. Mavi and A. A. Kara (2001) Determination of antioxidant and antimicrobial activities of *Rumex crispus* L. extracts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 4083–4089.
24. Zheng, Y. Z., D. F. Chen, G. Deng, R. Guo and Z. M. Fu (2018) The antioxidative activity of piceatannol and its different derivatives: Antioxidative mechanism analysis. *Phytochemistry*, 156, 184–192.

收件：107.10.25 修正：108.04.16 接受：108.06.21