

木鱉果主要食用部位營養成份之分析

葉 祉 廷¹⁾

謝 慶 昌²⁾

黃 三 光³⁾

關鍵字：假種皮、抗氧化能力、鐵離子還原能力、總酚類化合物、抗壞血酸、可溶性蛋白質、總游離氨基酸、礦物營養

摘要：木鱉果主要食用部位為幼果、成熟果果肉以及成熟果之假種皮。本試驗針對木鱉果主要之食用部位分析其營養成份，結果顯示幼果果肉含有較強的鐵離子還原能力(為 $12.62 \mu\text{mole FeSO}_4 \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$)，假種皮含有較高總酚類化合物及抗壞血酸濃度(分別為 $2133.63 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$ 及 $32.30 \text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1} \text{FW}$)；而分析源自不同食用部位以冷凍乾燥法製成的粉末顯示，假種皮的可溶性蛋白質濃度最高(為 $160.58 \text{mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{DW}$)，在礦物元素濃度方面，幼果果肉之氮、鐵、錳、鋅以及銅濃度較成熟果果肉及假種皮高，而成熟果果肉之磷、鉀、鈣以及鎂濃度較幼果果肉及假種皮高。

前 言

木鱉果(gac fruit)為葫蘆科(Curcubitaceae)苦瓜屬(*Momordica*)植物，因其種子形狀似小鱉，故得其名，原產於南亞以及東南亞一帶，為雌雄異株作物，花期自 4 月開始持續到 9 月，果實授粉後約 9 或 10 星期外皮呈現橘紅色時採收，果實呈寬橢圓形至卵狀球型，具有肉質刺狀突起，可食用部分為幼嫩莖葉、幼果或成熟果實之果肉以及包被在成熟種子外的紅色假種皮，其假種皮具有淡淡的甜味(江與廖，2015；郝，1984；Iwamoto *et al.*, 1985)。在越南農村木鱉果為景觀植物(Minh and Dao, 2013)，其紅色的假種皮被用於舒緩乾眼症以及改善視力，亦被視為天然著色劑，在婚禮或慶典時，常與糯米飯拌勻，增添喜氣(Aoki *et al.*, 2002)。經研究證實其假種皮富含番茄紅素與β胡蘿蔔素，濃度分別為 $310\text{-}460 \mu\text{g g}^{-1}$

1)國立中興大學園藝學系研究生。

2)國立中興大學園藝學系副教授。

3)國立中興大學園藝學系助理教授，通訊作者。

¹ FW ; 60-140 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\text{FW}$ (Aoki *et al.*, 2002 ; Ishida *et al.*, 2004 ; Vuong and King, 2003) , 此外, Kubola 和 Siriamornpun (2011)研究指出, 木鱉果總酚類化合物在假種皮中含量最多, 而果實中各部位所含主要酚酸種類為五倍子酸與水楊酸;所含主要類黃酮種類為楊梅黃素與芹菜素。而木鱉果其乾燥成熟種子亦為常用中藥, 性溫、味甘、有毒, 具有消積利腸、散腫追毒以及生肌等效能, 應用於疳積瀉痢、瘰癧癰腫、痔瘡及乳癰等症, 多用於外服(顏, 1986), 現今研究指出, 其種子亦可治療多種疾病, 如乳腺癌、皮膚癌、以及黑色素瘤等(趙等, 2010 ; Zhao *et al.*, 2012)。本試驗目的為分析在臺灣種植之木鱉果其主要食用部位之抗氧化能力、抗氧化物質、可溶性蛋白質、總游離胺基酸、礦物元素濃度等, 以了解其營養成份, 供消費者鮮食之參考, 並評估其發展為新興經濟作物生產原料之發展潛力。

材料與方法

一、試驗材料與方法

(一)木鱉果主要食用部位抗氧化能力之分析

取兩種成熟度之木鱉果, 分別為授粉後 10 天的幼果以及表皮轉為橘紅色, 觸碰有點軟的成熟果。幼果用刀子去除綠色刺狀外皮後, 將果肉均勻切成細丁; 成熟果以湯匙刮出橙色果肉後, 均勻切成細丁; 假種皮取自成熟果果實, 以湯匙輕輕刮出紅色流狀物, 各取 1 g, 以液態氮急速冷凍固定作為分析樣本。每處理以 1 顆果實為 1 重複, 共 4 重複。

(二)木鱉果主要食用部位可溶性蛋白質、游離胺基酸之分析

果肉取自上述(一)之兩種不同成熟度之木鱉果, 分別去皮後切碎; 假種皮取自成熟果果實, 以湯匙輕輕刮出紅色流狀物, 以液態氮急速冷凍固定, 進行冷凍乾燥, 乾燥 72 小時, 直到乾重穩定後取出, 冷凍乾燥樣品以研鉢將其研製成粉末, 以夾鏈袋密封保存。每處理 1 顆果實, 共 4 重複。

(三)木鱉果主要食用部位礦物元素之分析

分析樣品之製備同上述(二)

二、分析項目與方法

(一)鐵離子還原能力(Ferric reducing antioxidant power, FRAP)

參考 Benzie 和 Starin (1996)之方法, 將 1 g 之冷凍固定樣品加入 5 mL pH 3.6 醋酸緩衝溶液(acetic acid buffer)及海砂, 冰浴下研磨使其均質。隨後於 4°C 下以 20,000 $\times\text{g}$ 離心 10 分鐘, 再以 Miracloth (Merck)過濾取上清液備用。

果肉及假種皮稀釋至適當倍數, 進行反應。反應試劑配製方法如下, 將醋酸緩衝溶液、10 mM TPTZ (2,4,6-tripyridyl-s-triazine)及 20 mM $\text{FeCl}_3\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 以 10:1:1 (v/v/v)比例混合。分析時取 50 μL 萃取液加入 700 μL 反應試劑, 於 37°C 水浴下反應 10 分鐘, 標準曲線以 1,000 μM FeSO_4 配製, 接著以 Elisa Reader (BMG LABTECH, FLUOstar Omega Ω , Germany)測定

在 593 nm 波長下的吸收值。計算樣品還原鐵離子之能力。

(二)總酚類化合物(Total phenolic compounds, TPC)

參考 Keith 等(1958)之方法，取 1 g 之冷凍固定樣品，加入 5 mL pH 7.0 磷酸緩衝溶液及適量海砂冰浴研磨，於 4°C 以 20,000 ×g 離心 20 分鐘，離心後利用 Miracloth (Merck)過濾，取上清液進行分析。

分析時，取上述之 0.2 mL 萃取液稀釋至 1 mL，再加入 0.1 mL 之 Folin-Ciocalteu's phenol reagent (Merck)及 0.2 mL 之 20% Na₂CO₃及 8.7 mL 的去離子水，震盪均勻混合後，利用沸水浴加熱 3 分鐘，取出冷卻後待測。同時配製 100 mg·L⁻¹ caffeic acid 標準液供標準曲線之製作。以 Elisa Reader (BMG LABTECH, FLUOstar Omega Ω, Germany)測定待測樣品液 660 nm 波長下之吸收值，以標準曲線換算樣品中總酚類化合物之濃度。

(三)抗壞血酸(ascorbic acid, Vit. C)

削下幼果以及成熟果果肉並切碎，假種皮則是用湯匙刮下，混合均勻後秤取 1 g 樣品，加入適量液態氮，保存在凍箱中備用。分析時，加入 5 mL 偏磷酸抽取液(含 6%之 metaphosphoric acid 之 2 N acetic acid)，於冰浴中研磨後，以抗壞血酸試條(Reflectoquant ascorbic acid test strip, 24-450 mg·L⁻¹, Merck)沾取待測溶液，置於 RQ-flex 讀取抗壞血酸濃度。

(四)可溶性蛋白質(Soluble protein, SP)

樣品於分析前先行乾燥一晚，於 0.5 g 乾燥後之樣品中加入 10 mL 之 0.1 M pH 7.0 磷酸緩衝溶液及適量海砂，在冰浴中研磨後以 4°C，20,000 ×g 離心 20 分鐘，再以 Miracloth(Merck)過濾，取上清液進行分析。

分析方法參考 Lowry 等(1951)，分析時取 0.1 mL 萃取液稀釋至 2 mL，再取其稀釋液 1 mL 稀釋至 5 mL，取最終稀釋液 2 mL，加入 5 mL reagent A [2 g Na₂CO₃, 1 mL K₂C₄H₄O₆(2% potassium tartrate), 1 mL CuSO₄ (1% CuSO₄·5H₂O), 10 mL 1 N NaOH, 90 mL H₂O] 後震盪均勻，靜置 10 分鐘後加入 0.5 mL reagent B(Folin-Ciocalteus phenol reagent:H₂O=1:1)後震盪均勻，靜置 30 分鐘，隨後以 Elisa Reader(BMG LABTECH, FLUOstar Omega Ω, Germany)測定 660 nm 波長下之吸光值，標準曲線以 0.25 mg·mL⁻¹ BSA 標準液測得，再據以換算樣品中可溶性蛋白質之濃度。

(五)總游離胺基酸(Total Free Amino Acid, FAA)

取乾燥樣品 0.5 g 並以 10 mL 之 0.1 M pH 7.0 磷酸緩衝溶液及適量海砂於冰浴中研磨，於 4°C 下以 20,000 ×g 離心 20 分鐘，再利用 Miracloth(Merck)過濾後，取上清液備用。

分析時取 0.1 mL 上清液稀釋至 5 mL，再取此稀釋液 0.2 mL 稀釋成 1 mL，之後加入 1 mL 的 ninhydrin reagent(配法為秤取 5 g ninhydrin、95 g KH₂PO₄、43 g NaH₂PO₄、及 3 g fructose，以蒸餾水溶解後再定量至 1 L，於 2°C 黑暗中冰存)，於 100°C 下加熱 10 分鐘後以冰浴冷卻，再加入 5 mL color diluent (配法為秤取 2 g KIO₃，以 600 mL 蒸餾水溶解後再用 95% 酒精稀釋成 1 L)，隨後以 Elisa Reader(BMG LABTECH, FLUOstar Omega Ω, Germany)

測定 570 nm 波長下之吸光值，標準曲線以 1 mM α -alanine 標準液測得，再據以換算樣品中總游離胺基酸之濃度(Rosen, 1957)。

(六)礦物元素測定

主要參考 AOAC 之方法(AOAC, Official Method 973.03, 1995)，概述如下：

1. 氮分析：採用 Micro-Kjeldahl 法，精稱 0.2 g 樣品乾燥粉末，包於二分之一大小濾紙(Whatman #1)中，投入分解管並加入 1 g 催化劑(Merck 8030)及 4.5 mL 濃硫酸，置於分解爐上加熱 2.5 小時，期間不時將殘留試管壁之樣品洗下，當樣品分解至澄清或淡綠色時取出，以 15 mL 去離子水均勻混合後置入圓底燒瓶中，並以蒸餾水潤洗分解管 2 次倒入圓底燒瓶中，再加入 20 mL 12 N NaOH，並以裝有 2% boric acid 20 mL 之指示劑(含有 19 μ M bromocresol green 及 25 μ M methyl red)之塑膠燒杯接收蒸餾出之氨水，當燒杯內溶液體積達 50 mL 後，以 1/14 N H_2SO_4 標準酸滴定，計算氮含量之百分比(%)。
2. 灰化液製備：稱取 1 g 樣品乾燥粉末置於坩鍋中，放入灰化爐(muffle furnace)，灰化之條件為 200 $^{\circ}\text{C}$ 加熱 2 小時，400 $^{\circ}\text{C}$ 加熱 1 小時，最終以 550 $^{\circ}\text{C}$ 加熱 2 小達到完全灰化，灰份冷卻後以 5 mL 2 N HCl(Merck company)進行溶解，再用無灰份濾紙(Whatman #42)過濾，將 25 mL 濾液均質後裝入 PE 塑膠瓶中供後續測量使用。
3. 磷之測定：以鉬黃法(vanadate-molybdate yellow method)進行測定，取 1 mL 灰化液加入 3 mL 去離子水和 1 mL 鉬黃試劑(vanadate-molybdate reagent)，均勻混合後靜置 10 分鐘，再以分光光度計(spectrophotometer, Hitachi U-2000)於波長 470nm 下測定吸光度。
4. 鉀、鎂之測定：取 0.1 mL 灰化液加入 3.9 mL 去離子水稀釋，取此稀釋液 1 mL 加入 4 mL 去離子水。此稀釋 200 倍之灰化液混合均勻後，以原子吸收儀(Hitachi z-2300)測定。
5. 鈣之測定：在 0.1 mL 灰化液中添加 3.9 mL 去離子水及 1 mL 5% 氧化釷(lanthanum oxide)。此稀釋 50 倍之樣品於混合均勻後，再使用上述之原子吸收儀測定之。
6. 鐵、錳、鋅、銅之測定：灰化液直接以原子吸收儀作測定。

結 果

一、木鱉果主要食用部位抗氧化能力之分析

對木鱉果可食部分，進行抗氧化能力測定，在鐵離子還原能力部分，假種皮還原能力為 9.69 $\mu\text{mole FeSO}_4 \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$ (圖 1A)，幼果果肉還原能力為 12.62 $\mu\text{mole FeSO}_4 \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$ ，成熟果果肉還原能力為 5.58 $\mu\text{mole FeSO}_4 \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$ ，三者間皆有顯著差異；在總酚類化合物濃度部分，假種皮濃度為 2133.63 $\mu\text{g caffeic acid} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$ (圖 1B)，幼果果肉濃度為 839.60 $\mu\text{g caffeic acid} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$ ，成熟果果肉濃度為 407.12 $\mu\text{g caffeic acid} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$ ，三者皆有顯著差異；在抗壞血酸部分，假種皮與幼果果肉其濃度依序為 32 以及 28 $\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1} \text{FW}$ (圖 1C)，兩者並無顯著差異，而成熟果果肉未測得抗壞血酸濃度。

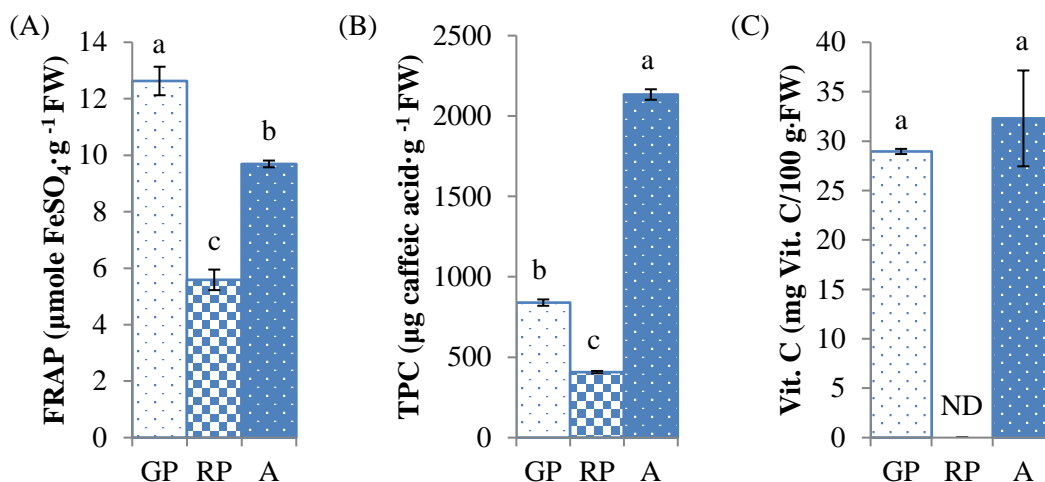


圖 1. 木鱉果主要食用部位(A)還原鐵離子能力(B)總酚類化合物(C)抗壞血酸濃度。GP：幼果果肉，RP：成熟果果肉，A：假種皮。

Fig. 1. Comparison of (A) FRAP, (B) TPC and (C) ascorbic acid concentration in different parts of gac fruit. FRAP, ferric reducing antioxidant power; TPC, total phenolic compounds. GP: green pulp, RP: red pulp, A: aril, ND: not detectable. Means with same letters are not significantly different at $P < 0.05$ by LSD test. Vertical bars represent mean \pm SE (n= 4).

二、木鱉果主要食用部位可溶性蛋白質及總游離胺基酸之分析

對木鱉果可食部分，進行可溶性蛋白質及總游離胺基酸之分析，在可溶性蛋白質部分，假種皮、幼果果肉以及成熟果果肉濃度依序為 160.57、103.30 以及 58.73 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{DW}$ (圖 2A)，三者間皆有顯著差異；在總游離胺基酸部分，假種皮、幼果果肉以及成熟果果肉濃度依序為 0.16、0.27 以及 0.08 $\text{mmol alanine} \cdot \text{g}^{-1} \text{DW}$ (圖 2B)，三者間皆有顯著差異。

三、木鱉果主要食用部位礦物元素之分析

在大量元素方面，幼果果肉的氮濃度為 1.21%，假種皮與成熟果果肉依序為 0.59 以及 0.43%，三者間皆有顯著差異；成熟果果肉在磷、鉀、鈣以及鎂離子濃度分別為 0.35、9.77、0.19 以及 0.26%，皆顯著高於幼果果肉以及假種皮(表 1)；在微量元素方面，幼果果肉在鐵、錳、鋅以及銅離子濃度分別為 28.93、8.81、32.36 以及 6.81 ppm，皆顯著高於成熟果以及假種皮(表 1)。

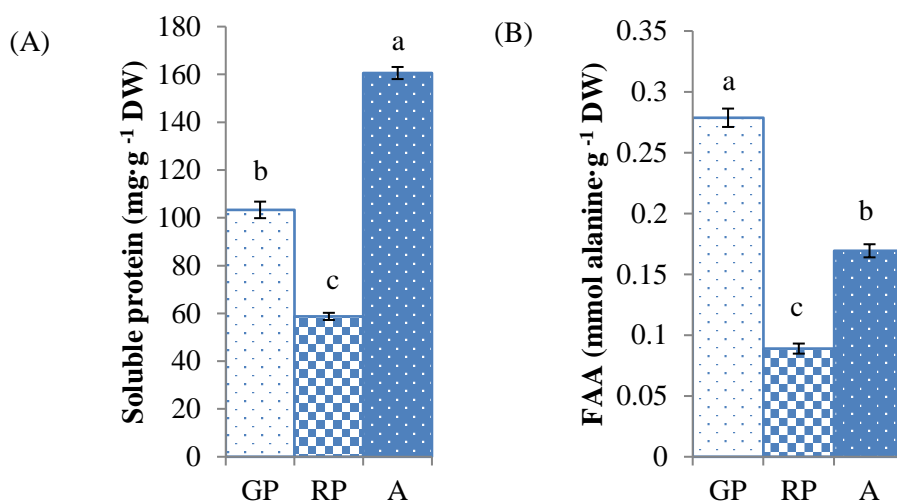


圖 2. 木鱉果主要食用部位之(A)可溶性蛋白質(B)總游離胺基酸濃度。GP: 幼果果肉, RP: 成熟果果肉, A: 假種皮。

Fig. 2. Comparison of (A) SP and (B) FAA concentration in different parts of gac fruit. SP, soluble protein; FAA, total free amino acid. GP: green pulp, RP: red pulp, A: aril. Means with same letters are not significantly different at $P < 0.05$ by LSD test. Vertical bars represent mean \pm SE (n= 4).

表 1. 木鱉果主要食用部位之大量元素及微量元素濃度(乾重為分母)

Table 1. Comparison of macronutrient and micronutrient concentration (dry weight basis) in the main edible parts of gac fruit.

macronutrient/micronutrient	green pulp	red pulp	aril
N (%)	1.21 A ^z	0.43 C	0.59 B
P (%)	0.24 B	0.35 A	0.10 C
K (%)	1.70 B	9.77 A	0.75 C
Ca (%)	0.09 B	0.19 A	0.07 B
Mg (%)	0.23 B	0.26 A	0.09 C
Fe (ppm)	28.93 A	16.31 C	18.37 B
Mn (ppm)	8.81 A	3.94 B	4.75 B
Zn (ppm)	32.36 A	26.62 B	13.56 C
Cu (ppm)	6.81 A	3.75 B	3.12 B

^z Means followed by same letters (capital letters within rows) are not significantly different at $P \leq 0.05$ by LSD test. Vertical bars represent mean \pm SE (n= 4)

討 論

一、木鱉果主要食用部位抗氧化能力之分析

近年疾病學試驗結果指出，自由基具多變性，所引發的鏈鎖反應會造成人體極大的傷害(沈等, 2010)，而蔬果類富含植化素，如抗氧化物及其他生物活性化合物，具有抗氧化、清除自由基、保護細胞免受致癌物損害、抑制腫瘤細胞增殖及破壞腫瘤細胞 DNA 作用而具抗癌效果(蔡和陳, 2006)，在飲食中攝取具高抗氧化能力和抗氧化物質的蔬果，有益於人體健康。植物及食品抗氧化力之分析方法有許多種，本試驗中測定木鱉果之抗氧化能力方法是利用鐵離子還原能力分析法；而抗氧化物質方面則參考 Keith 等(1958)之方法分析總酚類化合物濃度，並以抗壞血酸試條分析抗壞血酸(Vit. C)濃度，此三種方法具有簡易、快速、方便及穩定等優點。

Kubola 和 Siriamornpun (2011)研究指出，不同成熟度之木鱉果，以假種皮具有較強的鐵離子還原能力(FRAP)及總酚類化合物(TPC)濃度(分別為 $531.17 \mu\text{mole FeSO}_4 \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$ 以及 $4290 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$)。本試驗結果則以幼果果肉具有較強的鐵離子還原能力(FRAP)，假種皮則以總酚類化合物濃度較高(分別為 $12.62 \mu\text{mole FeSO}_4 \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$ 以及 $2133.63 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$)，但都低於 Kubola 和 Siriamornpun (2011)研究之值。其原因推測為在材料的來源以及樣品製備差異極大，Kubola 和 Siriamornpun (2011)的木鱉果栽種於泰國東北 Nakhonphanom，綠果為授粉 110-120 天、成熟果為授粉後 140-150 天，而本試驗幼果取自授粉後 10 天果實、成熟果取自授粉後約 60 天的果實，在夏季採集，其植株生長快速，水分吸收量多是以相對營養物質含量會較冬季果實少。此外，Kubola 和 Siriamornpun (2011)是將果實風乾後貯藏在 -20°C 隨後分析，與本試驗直接取其鮮果分析有所不同。另一方面，劉和黃(1991)指出，蔬菜及水果中的抗壞血酸會因種類、品種、成熟度、部位、品質、貯藏方式及加工方法而有所不同。目前果實中，屬西印度櫻桃抗壞血酸濃度最高(為 $692-2134 \text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1} \text{FW}$)，本試驗中，木鱉果抗壞血酸濃度為 $28-32 \text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1} \text{FW}$ ，與荔枝($28-49 \text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1} \text{FW}$)、釋迦($29-34 \text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1} \text{FW}$)相似，而成熟果果實測不到抗壞血酸濃度，其原因推測是因為果實的成熟度不同所致。劉和黃(1991)研究指出，當楊桃果實組織開始變軟，此時抗壞血酸濃度開始減少，而過熟至爛的果實抗壞血酸急驟降低。

二、木鱉果主要食用部位可溶性蛋白質及總游離胺基酸之濃度

蛋白質為人體必要營養素之一，其生理功能為建造及修補身體組織、參與體內生化反應、提高免疫功能、維持血液滲透壓和酸鹼值以及組成賀爾蒙等功能。在食物中動物性蛋白主要來源為肉類(魚粉 $62.50 \text{g} \cdot 100\text{g}^{-1} \text{DW}$ 、肉粉 $54.00 \text{g} \cdot 100\text{g}^{-1} \text{DW}$)，而植物性蛋白主要來源為豆類(大豆餅 $35.50 \text{g} \cdot 100\text{g}^{-1} \text{DW}$ 、花生仁餅 $44.70 \text{g} \cdot 100\text{g}^{-1} \text{DW}$ 以及玉米蛋白 $19.30 \text{g} \cdot 100\text{g}^{-1} \text{DW}$)(楊等, 2003)。食物蛋白質營養價值的高低，取決於其所含必需胺基酸的種類、數量以及構成比例。本試驗分析木鱉果果實之可溶性蛋白質以及總游離胺基酸濃度，雖不及上述來源，但在假種皮中可溶性蛋白質濃度為 $16.06 \text{g} \cdot 100\text{g}^{-1} \text{DW}$ ，高於雞蛋與牛

奶(14.70 及 3.30 g·100g⁻¹ DW)；此外，本試驗僅測總游離氨基酸濃度，至於木鱉果中所含之氨基酸種類，則有待進一步分析。

三、木鱉果主要食用部位礦物元素之分析

蔬果是人體維生素、礦物元素的重要來源，而人類要達到最理想的健康情況，需要攝取 17 種礦物元素，這其中包括主要的礦物元素如鈣、磷、鎂、鉀、鈉、氯及硫，這些都是身體能量需要者，以及稀有元素如鈷、鉻、銅、氟、碘、鐵、錳、鉬、硒及鋅(曾和金，2001)。在木鱉果中，幼果果肉的氮、鐵、錳、鋅以及銅離子濃度(分別為 1.2%、28.92、8.80、32.36 以及 6.8 ppm)，皆顯著高於成熟果果肉以及假種皮；成熟果果肉的磷、鉀、鈣以及鎂離子濃度(分別為 0.34、9.76、0.18 以及 0.25%)，皆顯著高於幼果果肉以及假種皮。整體而言，木鱉果是礦物元素含量豐富之蔬果。

結 論

本試驗分析臺灣種植之木鱉果主要食用部位之抗氧化能力、抗氧化物質、可溶性蛋白質、總游離氨基酸以及礦物元素濃度等，結果顯示其主要可食用部位均含有豐富之營養成份，且栽培容易、耐病，未來具有發展為健康蔬果並作為健康食品提取營養成份原料之潛力。

參 考 文 獻

- 江晃榮、廖品潔。2015。木鱉果的驚人傳奇。青春出版社。181pp。
- 沈馨仙、郭旻奇、張思平、鍾佳玲、楊榮季。2010。抗氧化劑及常見之抗氧化活性評估方法。臺灣藥學雜誌 26(2): 132-137。
- 郁宗雄。1984。苦瓜 瓜類栽培。豐年社。pp.166-174。
- 曾政鴻、金安兒。2001。水耕蔬菜礦物質含量的探討。農林學報 50(1): 49-59。
- 楊鷺生、李國平、陳林水。2003。蛋白核小球藻的蛋白質、氨基酸含量及營養價值評價。亞熱帶植物科學 32 (1): 36-38。
- 趙連梅、韓麗娜、商曉輝、單保恩。2010。木鱉子醇提物對黑素瘤 B16 細胞增殖的抑制及其可能機制。中國腫瘤生物治療雜誌。17(1): 13-18
- 劉慧瑛、黃淵輝。1991。台灣水果維他命 C 含量之測定。中華農業研究 40(3): 280-290。
- 蔡旻都、陳皓君。2006。蔬果中類黃酮之抗氧化作用與生物活性。中國化學會期刊 64(3): 353-367。
- 顏焜熒。1986。種子類、果實類。常用中藥之炮製。台北南天書局。pp. 103。
- AOAC, Official Method 975.03. 1995. Metal in plants, in official methods of analysis. 18th Ed.

- Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.
- Aoki, H., M. T. N. Kieu, N. Kuze, K. Tomisaka, and V. N. Chuyen. 2002. Carotenoid pigments in gac fruit (*Momordica cochinchinensis* Spreng). *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 66: 2479-2482.
- Benzie, I. F. F. and J. J. Strain. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: the FRAP assay. *Anal. Biochem.* 239(1): 70-76.
- Iwamoto, M., H. Okabe, T. Yamauchi, M. Tanaka, Y. Rokutani, and S. Hara. 1985. Studies on the constituents of *Momordica cochinchinensis* Spreng. I . Isolation and characterization of the seed saponins, momordica saponins I and II . *Chem. Pharm. Bull.* 33: 464-478.
- Ishida, K. B., C. Turner, H. M. Chapman, and A. T. Mckeon. 2004. Fatty acid and carotenoid composition of Gac (*Momordica cochinchinensis* Spreng.) fruit. *J. Agric. Food Chem.* 52: 274-279.
- Keith, R. W., D. L. Tourneau, and D. Mahlum. 1958. Quantitative paper-chromatographic determination of phenols. *J. Chromatogr.* 1: 534-536.
- Kubola, J. and S. Siriamornpun. 2011. Phytochemicals and antioxidant activity of different fruit fractions (peel, pulp, aril and seed) of Thai gac (*Momordica cochinchinensis* Spreng). *Food Chem.* 127: 1138-1145.
- Lowry, O. H., N. J. Rosebrough, A. L. Farr, and R. J. Randall. 1951. Protein measurement with the folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.* 193: 265-275.
- Minh, N. P. and D. T. A. Dao. 2013. Effect of different antioxidant ratios supplemented into mixture of Gac (*Momordica cochinchinensis* Spreng) seed membrane-carrier to total carotene; accelerated temperature to shelf-life of gac powder. *Int. J. Eng. Res. Technol.* 2: 1005-1018.
- Rosen, H. 1957. A modified ninhydrin colorimetric analysis for amino acids. *Arch. Biochem. Biophys.* 67: 10-15.
- Vuong, L. T. and J. C. King. 2003. A method of preserving and testing the acceptability of gac fruit oil, a good source of beta-carotene and essential fatty acids. *Food and Nutr. Bull.* 24: 224-230.
- Zhao, L. M., L. N. Han, and F. Z. Ren. 2012. An ester extract of *Cochinchina momordica* seeds induces differentiation of melanoma B16 F1 cells via MAPKs signaling. *Asian Pac. J. Cancer Prev.* 13: 3795-3802.

Analysis of the Nutritional Value in the Main Edible Parts of Gac Fruit (*Momordica cochinchinensis* Spreng.)

Jhih-Ting Ye ¹⁾ Ching-Chang Shiesh ²⁾ San-Gwang Hwang ³⁾

Key words: Aril, Antioxidant capacity, Ferric reducing antioxidant power, Total phenolic compounds, Ascorbic acid, Soluble protein, Total free amino acid, Mineral nutrient

Summary

Green pulp, red pulp and aril are the main edible parts of gac fruit. The objective of this study is to evaluate the nutritional value of the main edible parts of gac fruit. Our results indicated that ferric reducing antioxidant power is the highest in green pulp ($12.62 \mu\text{mole FeSO}_4 \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$) and the concentration of total phenolic compounds ($2133.63 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$) and ascorbic acid ($32.30 \text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1} \text{FW}$) is the highest in aril. Analysis of the power made by the freeze-drying method with materials derived from various edible parts of gac fruit revealed that soluble protein ($160.58 \text{mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{DW}$) is the highest in aril, the concentration of N, Fe, Mn, Zn, and Cu is higher in green pulp than in red pulp and aril, and the concentration of P, K, Ca, and Mg is higher in red pulp than in green pulp and aril.

1) Graduate student, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

2) Associate professor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

3) Assistant professor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University,
Corresponding author.