

不同種類鳳梨果實醣類及礦物元素含量之比較

陳美齡¹⁾ 陳京城²⁾

關鍵字：鼓聲果、肉聲果、胞間液體

摘要：本試驗比較不同種類之'台農 17 號'鳳梨果實之果實性狀及礦物元素含量差異。結果顯示，肉聲果之可溶性固形物、可滴定酸、細胞間隙液體量皆高於鼓聲果，且同種類果實的下段果肉與細胞間隙總可溶性糖含量皆高於上段果肉。所有種類果實及上、下段果肉醣類均以蔗糖含量最高，但鼓聲果上段果肉之葡萄糖與果糖含量顯著高於其他種類果實。細胞間隙醣類含量也以蔗糖最高，但低於果肉蔗糖含量，不過單醣含量則高於果肉。因此，果肉單雙糖之比值顯著低於細胞間隙，且上段果肉顯著大於下段果肉。元素含量則為上段果肉高於下段果肉，但在不同種類果實之間，整體而言差異並不顯著。

前 言

鳳梨(*Ananas comosus* L. Merrill)屬於鳳梨科(*Bromeliaceae*)鳳梨屬(*Ananas*)之多年生草本植物，根據聯合國糧食及農業組織統計，2008 年全球鳳梨產量為 19,166,560 公噸，多種植在泰國、巴西、印尼及菲律賓等地(<http://www.fao.org/>)。2009 年栽培面積為 11,236 公頃，產量為 434,769 公噸，主要生產地區集中在屏東縣、台南縣、嘉義縣、高雄縣及南投縣，約佔全省栽培面積 82.5 % (農業統計年報，2010)。

碳水化合物的累積為影響果實品質之重要因子，而鳳梨果實主要以累積蔗糖、葡萄糖及果糖為主(Gawler, 1963; Chen and Paull, 2000)。目前判斷鳳梨成熟度之標準主要有果實發育日數、果皮轉色程度、果目開張度及手指敲擊果實之回聲等方法(顏，1999)，不過會因品種、氣候、果實大小而有所差異(張，2004)，以'Smooth Cayenne'為例，果皮轉色達表面積 1/2 為果實最佳採收時期(Tay, 1976)，而台灣農民多以轉色程度輔以敲擊果實之回聲來判斷成熟度。

1) 國立中興大學園藝學系碩士班研究生。

2) 國立中興大學園藝學系助理教授，通訊作者。

以手指敲擊來判斷果實質地可將鳳梨大致分成三種，即鼓聲(hollow sound)、柱聲(semi-hollow sound)及肉聲果(solid sound)，且一般認為肉聲果質地最緊密、水分含量較多、成熟度較高，其次為柱聲果，最後為鼓聲果(顏，1999)，但需賴有經驗者方能分辨。而以人工選別的方式來分級包裝，除了耗費人力，其準確度也因判斷者的精神狀況或標準不同而有差異(艾，2004)。為建立有效率的選別分級制度，現已有使用光波、音波、超音波、近紅外線及敲擊激振等方式之研發與試驗，但實際應用仍需數據及資料庫之建立與傳統經驗之配合(艾，2004)。本試驗研究之主要目的為調查不同種類鳳梨果實，其果肉與細胞間隙醣類含量及礦物元素含量之差異，以探討成熟度與果實內容物之相關性，及分析以果實敲擊聲來判斷果實品質之準確性。

材料與方法

一、試驗材料

本試驗材料為 97 年 9 月向南投縣民間鄉陳姓果農購買之'台農 17 號'果實，並依手指敲擊之聲音不同分成鼓聲、柱聲及肉聲果，每種各 10 個果實，把果實分為上中下段，靠近冠芽的稱為上段，靠近果梗的稱為下段，以中段果肉測定可溶性固形物及可滴定酸，上下段果肉則分別切成約 1 cm³ 小塊，一部分用於細胞間隙醣類分析，另一部分以液態氮冰凍並保存於 -40°C 冷凍櫃，待之後用於可溶性糖類組成分及礦物元素之分析。

二、試驗方法

1. 果實性狀調查：

調查項目：包括果實鮮重、可溶性固形物及可滴定酸含量。果實鮮重：以磅秤測量，以克為單位。可溶性固形物：取鳳梨中段果肉榨汁，並以手持曲折計(Hand refractometer, ATAGO)測量，單位為 °Brix。可滴定酸：取 9ml 蒸餾水加入 1ml 鳳梨果汁和 10µl 0.1% 酚酞(w/v ethanol)當指示劑，以 0.1N NaOH 滴定至粉紅色，記錄滴定量，以檸檬酸為標準換算之，單位為百分比。總酸量(%) = 0.0064 × 滴定量 × 100 %。

2. 醣類分析：

每 2 個果實之果肉混合成一個樣品，分析步驟如下：取冷凍果肉 2g，以液態氮磨碎，並加入 90% 酒精 18ml，高速均質 2 分鐘。均質液以樣品瓶裝盛，避免酒精揮發，於 4°C 冰箱冷藏 24 小時。隔天，取得上清液 10ml 以減壓濃縮機(VAPOUR-MIX KC-12)，設定 55°C 去除酒精至液體呈黏稠狀，並可緊密貼於試管底。加入純水定量至 10ml，取 1ml 稀釋糖液再用 0.45µm 過濾膜(Millex, Millipore)去除雜質。以高效能液態層析儀(High Performance Liquid Chromatography, HPLC)(Pump: Hitachi pump L-2130、Detector: Hitachi RI Detector L-2490、Column: Waters Sugar-Pak I)，加以分析。設定條件為流速: 0.5ml/min。移動相: EDTA-Ca 50ppm。溫度: 80°C。主要分析蔗糖、葡萄糖、果糖，及總糖濃度，以鮮重百分

比作為表示單位。

3.細胞間隙醣類分析：

每 2 個果實之果肉混合成一個樣品，測定方法參考 Wada 等人(2008)略為修正之。取新鮮果肉並切成約 1 cm^3 的小塊，以蒸餾水洗去表面破損的組織及細胞後隨機挑選 12 塊置入 50ml 離心管中。以 $300 \times g$ 、 4°C 下離心 30 分鐘，收集離下來的液體並保存在 -20°C 冷凍櫃中。測試前先以沸水浴煮 5 分鐘使醣類代謝酵素失去活性，之後取 0.5ml 糖液並加入 4.5ml 純水均質，取 1ml 稀釋糖液再用 $0.45\ \mu\text{m}$ 過濾膜(Millex, Millipore)去除雜質。以高效能液態層析儀(High Performance Liquid Chromatography；HPLC)(Pump: Hitachi pump L-2130、Detector: Hitachi RI Detector L-2490、Column：Waters Sugar-Pak I)，加以分析。設定條件為流速： $0.5\text{ml}/\text{min}$ 。移動相：EDTA-Ca 50ppm。溫度： 80°C 。主要分析蔗糖、葡萄糖、果糖，及總糖濃度，以百分比作為表示單位。

4.元素分析：

每個果實果肉切成約 1cm^3 大小並以液態氮急速冷凍，以夾鏈袋分裝後不封口即放入冷凍乾燥機，待樣品水分完全去除後，置於 -40°C 的冷凍櫃保存，分析前再以液態氮磨成粉末備用。將磨成粉的樣品精秤 1.0g 置於坩堝中，放入灰化爐內先以 200°C 加熱 2 小時。繼以 400°C 加熱 1 小時。最後以 550°C 加熱 2 小時使樣品完全灰化。待樣品冷卻後，加入 5ml 2N HCl 將灰分溶解。以去離子水將坩堝內之樣品完全洗下，經 Whatman#42 濾紙過濾並定量至 25ml，裝入 PE 瓶內保存。

氮之測定(micro-Kjeldahl method)方法參考 Miller 等人(1945)略為修正之。精秤 0.2g 樣品包於四分之一張 Toyo No.1 濾紙，置入分解管中。加入 1g 之催化劑(K_2SO_4 ： CuSO_4 ： Se = 100：10：1, w/v)Merck. 8038.及 4.5ml 之濃硫酸，放至分解爐中以 410°C 加熱分解。至管中液體呈清澈綠色後，繼續直至沒有白煙冒出。取出冷卻約 10~15 分鐘後加入 15ml 蒸餾水，如為澄清淺藍，表示分解完全。完全分解之樣品移至 micro-Kjeldahl 裝置，加入 20ml 12N 的 NaOH，通入蒸氣使之氨化，並用含指示劑【 $19\ \mu\text{M}$ Bromocresol green 及 $25\ \mu\text{M}$ Methyl red，即取 20ml 指示劑母液(0.33g Bromocresol green 與 0.165g Methyl red 溶於 500ml 乙醇中)】之 2% Boric acid(pH=5) 20ml 接收氨水及氨氣，至總體積達 50ml 時為止。並以 1/14N 之 H_2SO_4 滴定，並計算 N 之百分比。 $N(\%) = (\text{H}_2\text{SO}_4\text{ 滴定量} - \text{對照組滴定量}) / 1000 \times 1/14 \times 14 / \text{樣品乾重} \times 100\% \times F$ 。F：1/14N H_2SO_4 校正值。對照組為未包樣品的空白試紙，一樣投入分解管中，並加入藥劑，最後所得為對照組背景值。

磷以鉬黃法(Vanadate-molybdate yellow method)測定，方法參考 Chapman 及 Pratt(1961)略為修正之。取 1ml 乾灰化濾液於試管中。加 3ml 去離子水及 1ml 鉬黃試劑。混合均勻後靜置十分鐘。用分光光度計(Thermo Spectronic Helios α)，檢測溶液在 470nm 之吸光值。鉬黃試劑之配製為溶解 22.5g 的 $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 於 400ml 的水中。再溶解 1.25g 的 Ammonium Vanadate 於 300ml 的沸水中，待冷卻至室溫時加入前一步驟之溶液裡，再加 250 ml 的濃 HNO_3 ，並加入去離子水至 1 升。

其他無機元素之測定利用上述乾灰化法製成的濾液，可直接測定鐵、錳、銅及鋅。而鉀、鎂取 0.1ml 濾液，加 4.9ml 去離子水稀釋 50 倍後，再取 1ml 稀釋液加 4ml 去離子水稀釋至 200 倍後測定。鈣取 0.1ml 濾液加 3.9ml 去離子水及 1ml 5% 氧化鏷(Lanthanum oxide) 測定。上述皆以原子光譜吸收儀 Atomic-Absorption Spectroscopy (AA) 測定之。元素含量 = 測定 Conc. 值 × 稀釋倍數 × 25 ml / 乾物重。

5. 統計分析：

本試驗數據以 Microsoft Excel 軟體進行初步統計及分析，並採用 SAS(Statistic Analysis System) 套裝軟體進行最小顯著差異(Least Significant Difference; LSD) 檢查 P=5 % 之差異顯著性分析。

結 果

台灣農民一般以鼓聲、柱聲及肉聲來判定鳳梨果實之成熟度，本試驗以此為依據分析不同種類果實間品質與組成份之差異。結果顯示，'台農 17 號'鳳梨果實之可溶性固形物及可滴定酸含量皆隨果實成熟度增加而上升，鼓聲果的可溶性固形物為 11.47°Brix、可滴定酸為 0.86 %，肉聲果則為 13.54°Brix、1.24 % (表 1)。

表 1. 不同種類'台農 17 號'鳳梨果實之性狀調查

Table 1. Characteristics in different types of 'TN17' pineapple fruit.

Fruit type	FW (g) ^z	CW (g)	TSS (°Brix)	TA (%)	pH
Hollow sound fruit	1599 a ^y	127 a	11.5 b	0.86 c	3.36 a
Semi-hollow sound fruit	1360 b	79 b	13.0 a	1.12 b	3.26 b
Solid sound fruit	1426 ab	84 b	13.5 a	1.24 a	3.21 b

^zFW: Fresh weight, CW: Crown weight, TSS: Total soluble solids, TA: Titratable acid.

^y Mean separation within columns by Least Significant Difference (LSD) test, P=0.05.

由 HPLC 測得之果肉與細胞間隙的醣類含量如表 2、表 3 所示。肉聲果之果肉與細胞間隙總可溶性糖含量均高於鼓聲果，且相同成熟度果實的下段果肉與細胞間隙總可溶性糖含量皆高於上段果肉。果實以蔗糖為主要累積的可溶性糖，平均佔總可溶性糖含量的 73 %，果肉蔗糖含量在 4.83~10.31 %、胞間液體蔗糖含量在 2.85~8.62 % 之間，且在不同成熟度及部位與總可溶性糖含量的變化相似。而果肉中葡萄糖與果糖含量分別佔總可溶性糖含

量的 13 與 14 %，並隨果實成熟度增加有降低之趨勢，但在胞間液體的含量卻隨成熟度增加而上升。至於在相同成熟度果實的蔗糖含量，均為下段果肉高於上段果肉。葡萄糖含量則是柱聲果與肉聲果均為下段果肉高於上段果肉，鼓聲果則差異不顯著。而果糖含量則相反，鼓聲果上段果肉高於下段果肉，柱聲果及肉聲果則差異不顯著。由上述各種醣類做單雙糖比值之比較，果肉單雙糖之比值介於 0.27~0.76，細胞間隙則介於 0.62~1.18，且上段果肉顯著大於下段果肉。

不同種類果實之不同部位果肉大量元素含量如表 4 所示，同一種類果實，上下段果肉礦物元素含量皆有顯著差異，且上段果肉礦物元素含量皆高於下段果肉。尤其是磷與鈣兩種元素上段果肉之含量約為下段果肉含量兩倍之多。但在不同種類果實之間，整體而言差異並不顯著，各種元素含量依序為鉀>氮>鈣、鎂>磷。而微量元素含量如表 5 所示，與大量元素結果相似，各元素含量依序為錳>鐵>鋅>銅。

表 2. 不同種類'台農17號'鳳梨果肉之可溶性糖類含量

Table 2. Soluble sugar contents in different types of 'TN17' pineapple fruit flesh.

Fruit type	Flesh part	Sucrose (%)	Glucose (%)	Fructose (%)	Total sugar (%)	Glu+Fru / Suc
Hollow sound fruit	Top	4.83 e ^z	1.71 a	1.68 a	8.22 d	0.76 a
	Bottom	9.03 b	1.60 a	1.48 b	12.10 b	0.34 bc
Semi-hollow sound fruit	Top	6.70 d	1.14 c	1.41 b	9.26 c	0.39 b
	Bottom	10.31 a	1.32 b	1.46 b	13.09 a	0.27 c
Solid sound fruit	Top	7.54 c	1.10 c	1.42 b	10.06 c	0.34 bc
	Bottom	10.11 a	1.35 b	1.40 b	12.85 ab	0.27 c

^z Mean separation within columns by Least Significant Difference (LSD) test, P=0.05.

表 3. 不同種類'台農 17 號'鳳梨果肉細胞間隙之可溶性糖類含量

Table 3. Soluble sugar contents in different types of 'TN17' pineapple fruit apoplast liquid.

Fruit type	Flesh part	Sucrose (%)	Glucose (%)	Fructose (%)
Hollow sound fruit	Top	2.85 d ^z	1.73 d	1.63 e
	Bottom	5.43 c	2.49 b	2.32 c
Semi-hollow sound fruit	Top	5.49 c	2.09 c	2.08 d
	Bottom	8.62 a	2.78 a	2.55 b
Solid sound fruit	Top	5.12 c	2.38 b	2.47 bc
	Bottom	7.50 b	2.96 a	2.87 a

Fruit type	Flesh part	Total sugar (%)	Glu+Fru / Suc	Apoplast liquid (μl/cm ³)
Hollow sound fruit	Top	6.22 d	1.18 a	135.17 b
	Bottom	10.25 c	0.91 b	151.92 b
Semi-hollow sound fruit	Top	9.66 c	0.77 c	198.75 a
	Bottom	13.95 a	0.62 d	190.83 a
Solid sound fruit	Top	9.96 c	0.95 b	182.92 a
	Bottom	13.33 b	0.78 c	195.83 a

^z Mean separation within columns by Least Significant Difference (LSD) test, P=0.05.

表 4. 不同種類'台農17號'鳳梨果實之大量元素含量 (%)

Table 4. Macro elements content in different types of 'TN17' pineapple fruit.

Fruit type	Flesh part	N	P	K	Ca	Mg
Hollow sound fruit	Top	0.699 a ^z	0.065 ab	1.373 a	0.149 a	0.130 a
	Bottom	0.551 b	0.027 c	0.950 b	0.064 b	0.085 c
Semi-hollow sound fruit	Top	0.717 a	0.073 a	1.305 a	0.146 a	0.122 ab
	Bottom	0.544 b	0.027 c	0.886 b	0.079 b	0.087 c
Solid sound fruit	Top	0.757 a	0.054 b	1.334 a	0.142 a	0.113 b
	Bottom	0.595 b	0.021 c	0.917 b	0.076 b	0.085 c

^z Mean separation within columns by Least Significant Difference (LSD) test, P=0.05.

表 5. 不同種類'台農17號'鳳梨果實之微量元素含量 (ppm)

Table 5. Micro elements content in different types of 'TN17' pineapple fruit.

Fruit type	Flesh part	Fe	Mn	Zn	Cu
Hollow sound fruit	Top	14.77 a ^z	35.24 abc	12.52 a	2.97 ab
	Bottom	10.15 bcd	19.19 c	8.70 bc	2.15 bc
Semi-hollow sound fruit	Top	10.97 bc	51.88 a	10.77 ab	3.22 a
	Bottom	7.60 d	34.67 abc	7.62 c	1.92 c
Solid sound fruit	Top	12.57 ab	44.39 ab	10.87 ab	3.02 ab
	Bottom	8.00 cd	31.77 bc	7.60 c	1.97 c

^z Mean separation within columns by Least Significant Difference (LSD) test, P=0.05.

討 論

'台農 17 號'鳳梨不同種類果實之果實均以蔗糖為主要累積的醣類(表 2)，此與其他鳳梨品種(Chen and Paull, 2000)相同。鳳梨果實由許多小果所構成，小果之發育順序為由下往上，因此，同一顆果實會因小果發育時間的不同而造成上下段果肉有明顯成熟度上的差異(Bartholomew *et al.*, 2003)，本研究發現不同種類果實之下段果肉蔗糖累積量均高於上段果肉(表 2)。國內農民以鼓聲、柱聲及肉聲來判斷鳳梨果實成熟度之方法，在糖度上可信度較高，但在可滴定酸上則並不一定準確(表 1、2)，因鳳梨可滴定酸於果實發育初期會逐漸上升，至接近成熟時達到高峰，而後下降(劉，2009)，因此若採收之果實尚未接近完熟，則肉聲果之酸度未必低於鼓聲果。細胞間隙的葡萄糖與果糖隨果實成熟度增加而增加，其增加速率雖不如蔗糖，但單雙糖比值卻維持在 0.8~1 左右(表 3)，顯著高於果肉之單雙糖比值(表 2)。在葡萄果實發育過程中，細胞間隙液體溶質濃度增加，溶質潛勢降低，膨壓降低，之後果實轉色，所以細胞間隙溶質濃度被認為可能是影響果實後熟機制的啟動因子(Wada *et al.*, 2008)。鳳梨果肉之細胞壁轉化酶(cell wall invertase; CWI)活性隨果實發育程度增加而升高(Chen and Paull, 2000)，因此當蔗糖經由 apoplastic unloading 卸載至細胞間隙時很容易被 CWI 分解成單糖，此可能是造成肉聲果 apoplast 單糖含量顯著高於鼓聲果，且各類果實下段果肉 apoplast 單糖含量也顯著高於上段果肉之主要原因。

鳳梨的礦物元素含量隨著果實發育而成規律性的變化，因果實上下段果肉成熟度不同，元素含量在果實由上到下呈現由多到少的情形。一般認為是由於元素蓄積的速度比果實生長速率慢所造成的稀釋效應(dilution effect)(李等，1998)，此與東方梨(Buwalda and Meekings, 1990)、柿子(Clark *et al.*, 1990)、蘋果(Marmo *et al.*, 1985)、番石榴(楊，1991)及

芒果(謝, 1990)等相同。而鳳梨果實中主要元素的含量為鉀>氮>磷, 此與何(2008)等人的結果大致相符。而不同種類果實之間比較, 鼓聲果之礦物元素含量並未顯著高於肉聲果(表 3), 加上可滴定酸方面, 肉聲果顯著高於鼓聲果(表 1), 因此, 國內以手指敲擊果實來判定鳳梨果實之成熟度並非一絕對有效之方法。鳳梨果肉水浸狀生理劣變一般發生於成熟度較高之果實, 但也可能發生於綠熟期之果實(green translucency)(Py *et al.*, 1987), 而綠熟期水浸狀果實, 如以手指敲擊也會被判定為肉聲果。因此, 肉聲果與鼓聲果比較, 一般肉聲果之胞間液體量高於鼓聲果(表 3), 但糖度、酸度及其他組成份則不一定有顯著差異, 而且果肉水浸狀生理劣變嚴重之鳳梨果實其貯運性差, 常有過熟之異味產生, 品質較差(Paull and Chen, 2003), 所以肉聲果之品質不一定高於鼓聲果。

參 考 文 獻

- 艾群、楊朝旺、林昇蒼。2004。脈衝激振響應在鳳梨品質分級之研究。台灣鳳梨研究與發展研討會專刊。pp.39-65。
- 何應對、臧小平、魏長賓、孫光明。2008。菠蘿果實發育期間主要營養元素含量變化之研究。廣東農業科學 1: 18-20。
- 李雪如、林慧玲、謝慶昌、李國權。1998。施用鈣肥對‘金煌’檬果葉片無機養分、果實鈣含量及果肉劣變之影響。中國園藝 44: 363-370。
- 張瓊姿。2004。鳳梨果實性狀與醣類代謝酵素活性之關係。國立中興大學園藝學研究所碩士論文。pp. 5-14。
- 楊雅薰。1991。番石榴葉片及果實無機養分和碳水化合物濃度之調查。國立中興大學園藝學研究所碩士論文。101pp.
- 農業統計年報。2010。行政院農業委員會。
- 劉名旂。2009。鳳梨果實有機酸代謝。國立中興大學園藝學研究所碩士論文。144pp.
- 謝慶昌。1990。愛文芒果後熟生理與採收後處理之研究。國立台灣大學園藝研究所博士論文。313pp.
- 顏妙芬。1999。數種鮮食鳳梨果實發育期間之理化性狀特性變化。國立中興大學園藝學研究所碩士論文。96pp.
- Bartholomew, D. P., E. Malézieux, G. M. Sanewski, and E. Sinclair. 2003. Inflorescence and fruit development and yield, p. 167-202. In: D. P. Bartholomew, R. E. Paull, and K. G. Rohrbach (eds.). *The Pineapple: Botany, Production and Uses*. CABI, New York.
- Buwalda, J. G. and J. S. Meekings. 1990. Seasonal accumulation of mineral nutrients in leaves and fruit of Japanese pear (*Pyrus serotina* Rehd.). *Scient. Hort.* 41: 209-222.
- Chapman, H. D. and P. F. Pratt. 1961. *Methods of analysis for soils, plants and waters*.

- University of California, riverside. pp. 161-174.
- Chen, C. C. and R. E. Paull. 2000. Sugar metabolism and pineapple flesh translucency. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 125: 558-562.
- Clark, C. J. and G. S. Smith. 1990. Seasonal changes in the composition, distribution and accumulation of mineral nutrients in persimmon fruit. *Scient. Hort.* 42: 99-111.
- Gawler, J. H. 1962. Constituents of canned Malayan pineapple juices. I. Amino acid, non-volatile acids, sugars, volatile carbonyl compounds and volatile acids. *J. Sci. Food Agric.* 13: 57-61.
- Marmo, C. A., W. J. Bramlage, and S. A. Weis. 1985. Effects of fruit maturity, size, and mineral concentrations on predicting the storage life of 'McIntosh' apples. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 110(4): 499-502.
- Miller, L., and J. A. Houghton. 1945. The micro-Kjeldahl determination of the nitrogen content of amino acids and proteins. *J. Biol. Chem.* 159: 373-383.
- Paull, R. E. and C. C. Chen. 2003. Postharvest physiology, handling and storage of pineapple, p. 253-279. In: D. P. Bartholomew, R. E. Paull, and K. G. Rohrbach (eds.). *The Pineapple: Botany, Production and Uses*. CABI, New York.
- Py, C., J. J. Lacoevilhe, and C. Teisson. 1987. *The pineapple: cultivation and uses*. G. P. Maisonneuve et Larose, Paris.
- Tay, T. H. 1976. Fruit ripening studies on pineapple. *MARDI Res. Bull.* 4: 29-34.
- Wada, H., K. A. Shackel, and M. A. Matthews. 2008. Fruit ripening in *Vitis vinifera*: apoplastic solute accumulation accounts for pre-veraison turgor loss in berries. *Planta.* 227: 1351-1361.

Comparison of Sugar and Mineral Elements Content in Different Types of Pineapple (*Ananas comosus*) Fruit

Mei-Ling Chen ¹⁾ Ching-Cheng Chen ²⁾

Key words: Hollow-sound fruit, Solid sound fruit, Apoplastic liquid

Summary

In this study, sugar and mineral elements content in different types of 'Tainung 17' pineapple fruit, including hollow sound, semi-hollow sound and solid sound fruit, were compared. Total soluble solids, titratable acid and apoplast liquid volume in the solid sound fruits were higher than those in the hollow sound fruits. Sucrose was the predominant sugar in all types and parts of pineapple fruit. The ratio of hexose to sucrose in the fruit flesh was lower than in the apoplastic liquid and the ratio of hexose to sucrose in the top part of flesh was significantly greater than in the bottom part of flesh. Mineral elements content was higher in the top part of flesh than in the bottom part of flesh, but the difference was not significant between different types of fruit.

1) Graduate Student in Master Program, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

2) Assistant Professor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University. Corresponding author.