

# 臺灣龍眼蜂蜜理化分析及其酵素熱穩定性

王仁助\* 邱家玉 行政院農委會苗栗區農業改良場

## 摘 要

澱粉酶活性是蜂蜜品管的重要指標，本研究之目的在探討國產蜂蜜澱粉酶下降之原因。以調查台灣龍眼蜂蜜的澱粉酶和蔗糖轉化酶活性，並測定濃縮過程中酵素活性之變化，為評估蜂蜜中的酵素做為品管指標。結果顯示澱粉酶活性隨採收間隔日數增加漸增，當間隔日數為7天時活性可提高一倍。經濃縮後，隨機採蜂蜜樣品50件，測得澱粉酶和蔗糖轉化酶的平均活性分別為 $36.7 \pm 1.88$  DN及 $18 \pm 0.36$  IN，且澱粉酶的熱耐受性較蔗糖轉化酶高，以 $60^{\circ}\text{C}$ 加熱7小時，澱粉酶仍有近98%活性，而蔗糖轉化酶僅有77%。綜合上述，由於澱粉酶耐熱性較佳，現行國內濃縮技術對澱粉酶活性影響不大，蜂蜜濃縮過程中，品質管制宜選擇熱較敏感之蔗糖轉化酶。

**關鍵詞：**蜂蜜、理化分析、澱粉酶、蔗糖轉化酶、熱穩定性

## 前 言

蜂蜜廣受歡迎，具有相當高的消費量，為蜂農重要的經濟來源。蜂蜜可分成花蜜蜂蜜 (blossom honey or nectar honey) 和蜜露蜂蜜 (honeydew honey)，前者主要來自植物之花蜜，含有明顯的香氣及強烈的後韻；蜜露蜂蜜主要來自吮吸植物汁液的昆蟲如蚜蟲、介殼蟲等所排出的甜性物質。花蜜蜂蜜要比蜜露蜂蜜常見，消費者有不同的接受度，其適用之標準也有很大差異，現行我國國

家標準就是以國人喜愛的龍眼蜂蜜為基礎所訂定。儘管因蜜源植物不同，而使不同種蜂蜜呈現特殊的風味和顏色，但國際間各國對品質要求內容卻是大同小異，其理化分析項目包括水分、還原糖、羥甲基糠醛 (5-hydroxymethyl 2-furfural，簡稱 HMF) 及澱粉酶活性 (diastase activity) 或稱澱粉酶值 (diastase number)。

蜜蜂採集花蜜後會攜回蜂巢內蜜房儲存，並與自身分泌之酵素相互作用及經蜜蜂濃縮釀製成為蜂蜜。當蜜房內之

\*論文聯繫人  
e-mail: wrj@mdais.gov.tw

濃縮蜂蜜達到成熟時，蜜蜂會以蜂蠟將蜜房封蓋。蜂農必須掌握恰當的採蜜時機，過早採收的蜂蜜水分含量高，營養價值及酵素活性較低並且易於發酵。但是在台灣，龍眼蜂蜜採收期適逢春季多雨時節，蜂蜜尚未熟成即被蜂農採收，水分原本就偏高(陳等, 1996)，故常需透過濃縮的步驟將多餘水分去除，若濃縮步驟控制不當，常令蜂蜜品質受影響。目前蜂蜜品管問題深受重視，而蜂蜜的澱粉酶活性是 Codex Alimentarius Commission(CAC)和我國國家標準(CNS 1305)重要指標之一。2006 年之前試驗結果顯示：澱粉酶值有明顯差異且逐年下降至低標附近，推測可能的原因有二：其一可能是因氣候關係，採蜜間隔時間不夠，導致蜂蜜水分含量過高，蜂蜜成熟度不足；一可能是濃縮過程澱粉酶受到熱效應破壞而降低。

蜂蜜在巢房時間越長，品質越好，但因自然因素變化，產量與品質往往無法兼顧。澱粉酶、蔗糖轉化酶(invertase, alpha-glucosidase)及葡萄糖氧化酶(glucose oxidase)都是自蜜蜂體內腺體所分泌，這些酵素通常與蜂蜜的蜜源植物、新鮮度、貯藏期限、加工方式及抗菌活性有關(Serra-Bonvehi *et al.*, 2000; Terrab *et al.*, 2002)。目前蜂蜜中澱粉酶值設定最低標準 8 單位，若澱粉酶活性低於 8，顯示在其濃縮或熱加工過程中有加熱過度的現象(Shirotori *et al.*, 1968)。因此，澱粉酶活性可說是蜂蜜包裝前加熱狀況的指標(El Sherbiny *et al.*, 1980)，但部份學者持完全相反之意見(Thrasvoulou, 1987a)，部份蜂種如無刺蜂蜂蜜中 *Scaptotrigona* 和馬雅皇蜂

(*Melipona*)的蜂蜜澱粉酶值，要比其他蜂種之蜂蜜低許多(Vit *et al.*, 1996)，且澱粉酶活性會隨貯藏的溫度及時間增加而降低，故以澱粉酶活性較適合當作新鮮度或貯藏老化的指標(Estupinan *et al.*, 1998; Han *et al.*, 1985; Vit *et al.*, 1996)。

澱粉酶值並非蜂蜜唯一的酵素性評估指標，蔗糖轉化酶是蜜蜂分泌到巢房中將蔗糖轉化成葡萄糖和果糖，是促進蜂蜜熟成非常重要的酵素，其分子量為 76 kDa，最適 pH 和溫度分別為 5~6 和 40~50°C (Cho, 1994)，而此酵素的熱敏感程度又比澱粉酶高。蔗糖轉化酶在熱加工過程中所受到的破壞比澱粉酶更大(White, 1994; White *et al.*, 1964)，被認為更適合做為蜂蜜加工時品管的指標，或是評估蜂蜜新鮮度的指標(Sanchez *et al.*, 2001)，而透過自然封蓋的蜂蜜其酵素活性值都較經人工處理過之蜂蜜為高，人工處理越少酵素活性相對越高，也有較高的一性致(Serra-Bonvehi *et al.*, 2000)。蔗糖轉化酶活性雖然容易遭受熱破壞，但在貯藏期間變化不大(Horn *et al.*, 2002; Sanchez *et al.*, 2001)。在台灣，蜂蜜含水量偏高，常需要進行濃縮，以確保產品品質，最簡單快速的濃縮就是真空濃縮，整個過程免不了需要加熱，使得蜂蜜的「質」與「量」也相對的降低。為此，我們需要導入一個與品質密切相關的酵素性指標(enzymatic indicators)。

首先，我們將參考國家標準對龍眼蜂蜜進行理化分析，藉以觀察蜂蜜品質之變化，並找出蜂蜜之澱粉酶活性下降之原因及對策；第二，分析澱粉酶及蔗糖轉化酶活性與熱穩定性變化，以評估蜂蜜中其他酵素如蔗糖轉化酶等是否比澱粉酶更適合作為蜂蜜的品管指標。

## 材料與方法

### 一、材料

理化指標及官能品評之蜂蜜，分別於 2006 及 2007 年隨機抽樣當年度全國龍眼蜂蜜評鑑之蜂蜜樣品各 50 件樣品。採蜜間隔、澱粉酶、蔗糖轉化酶之熱穩定性分析之樣品，則由苗栗區農業改良場試驗蜂場之蜜蜂巢片中抽取新鮮蜂蜜。所有樣品均保存在陰涼乾燥且避光之環境下，試驗分析均於濃縮或採收後三個月內完成。

### 二、理化指標分析

水分、澱粉酶值、蔗糖、葡萄糖和果糖、酸度、水不溶物含量及羥甲基糠醛(HMF)等 7 項理化指標，委由中央畜產會進行分析，所有實驗方法均參考國家標準 CNS 1305 之方法進行。

### 三、官能品評

色澤、香氣及風味三大項目，均由 7~9 人經篩選且訓練有素之專家式品評員進行。並合併以官能品評和理化指標分析作為整體品質指標。

### 四、蔗糖轉化酶活性

將 0.02 M 蔗糖轉化酶受質：p-NPG (p-nitrophenyl-D-glucopyranoside) 於 40°C 水浴槽中預熱 5 分鐘後，加入 0.5 ml 後反應 20 分鐘，再加入 0.5 ml 的終止劑 (tri-hydroxymethyl-aminomethane, 3 M, pH = 9.5) 後，再以分光光度計偵測酵素反應終點 (end-point) 時所生成產物

(nitrophenolate anion) 測其在波長 400 nm 吸光值 (Bogdanov *et al.*, 1997)。

### 五、統計分析

比較各品種分析指標項目，試驗數據資料以 SAS-EG 軟體進行變異數分析 (ANOVA)，在費雪爾氏 LSD 法 (Fisher's Least Significant Difference) 檢定下，若  $P < 0.05$  表兩者之間有顯著性差異。數據則計算各成分含量之平均值 (mean) 和標準偏差 (standard deviation) 表示之。

## 結果

### 一、蜂蜜的理化指標分析

2006 及 2007 年蜂蜜的水分含量平均值分別為 18.3 及 18.6%，蔗糖含量均小於 2%，葡萄糖與果糖含量總和均大於 70%，所有樣本的水不溶性固形物含量範圍是 0~0.1%，酸度的平均值分別為 12.6 及 18.2 meq.  $H^+$  /1000 g，均符合國家標準範圍不大於 30 meq.  $H^+$  /1000g，但 2007 年有 4 件樣品未能符合，以官能品評重新檢視超出標準之樣品，並無異常發酵之現象。羥甲基糠醛(HMF)的平均值分別為 1.0 及 0.71 mg/kg (表一)，但其變異係數 (CV) 分別為 335% 及 114%，顯示樣品間個體差異很大。2006 年澱粉酶值為 15.1 DN，範圍在 8~30 DN，與國家標準最低值 8 非常接近，而 2007 年澱粉酶值 38.7 DN 為 2006 年的 278%，範圍在 9.8~77.2 DN (表一)。

表一 蜂蜜之理化分析及國家標準(CNS 1305)

Table 1. Physico-chemical and law limit of CNS 1305 (Taiwan) of honey samples

Variable	2006 (n = 61)				2007 (n = 88)				Law Limit
	Mean	SD	CV	Range	Mean	SD	CV	Min.	
MC <sup>1</sup>	18.3	0.6	3.3	16.2-19.3	18.6	0.5	2.8	17.1-20.0	≤ 20
DN <sup>2</sup>	15.1	5.7	37.4	8-30	38.7	13.2	34.0	9.8-77.2	≥ 8
Sucrose <sup>3</sup>	0.17	0.18	105	0-0.6	0.89	0.57	64.2	0.30-1.90	≤ 2
F+G <sup>4</sup>	75.2	1.6	2.1	71.6-78.2	74.1	1.5	2.0	70.4-77.8	≥ 70
Acidity <sup>5</sup>	12.6	4.1	32.4	5.7-25.7	18.2	6.5	35.5	5.8-32.7	≤ 30
WI <sup>6</sup>	0.06	0.03	56.8	0-0.1	0.06	0.03	49.3	0.01-0.10	≤ 0.1
HMF <sup>7</sup>	1.0	3.5	335	0-27.8	0.71	0.81	114	0.20-5.10	≤ 30

1: Moisture content (%); 2: Diastase number (Schade unit); 3: Sucrose content (%);

4: Fructose and glucose content, sum of both (%); 5: Free acidity (milliequivalents acid/1000 g);

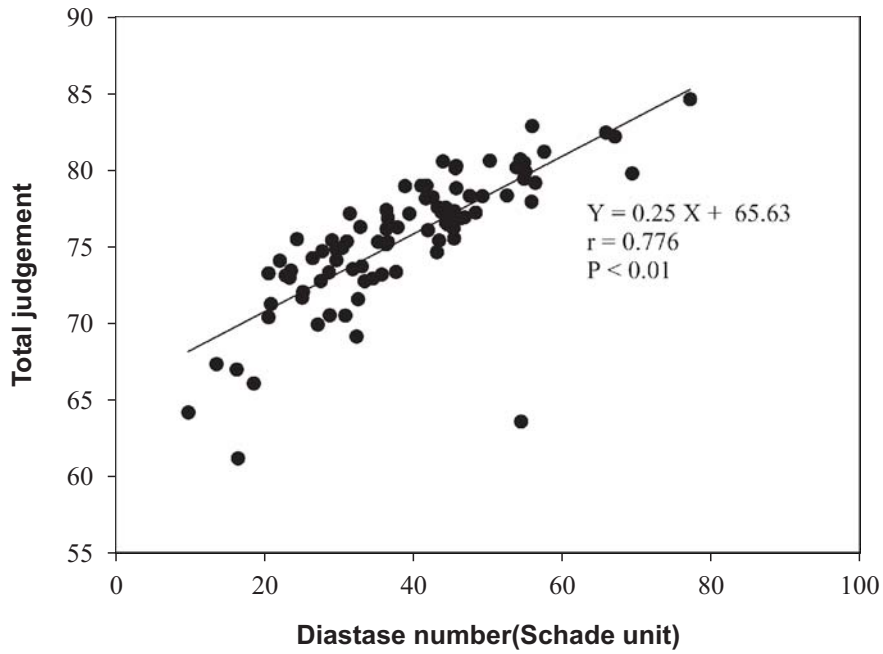
6: Water-insoluble solids content (g/100 g); 7: Hydroxymethylfurfural (mg/kg)

## 二、澱粉酶值與蜂蜜品質之關係

分析理化及官能品評龍眼蜜所構成之整體品質表現，澱粉酶值與整體品質間呈現顯著正相關(圖一)，相關程度為 77.6%( $P < 0.01$ )，說明澱粉酶活性是蜂蜜整體品質中相當重要之參數，目前國家標準所列之蜂蜜 7 項理化指標中，以澱粉酶活性最能代表蜂蜜整體品質。澱粉酶活性與總酸度達顯著正相關(圖二)，相關程度為 71.5%( $P < 0.01$ )。而官能品評分析項目中色澤、香氣、風味與整體品質，彼此間均呈高度正相關，顏色、香氣及味道之相關係數分別為 0.406 為 0.664 及 0.568( $P < 0.01$ ) (表二)，說明蜂蜜的色香味彼此間會相互影響，也是蜂蜜整體品質中最直接相關的因子。

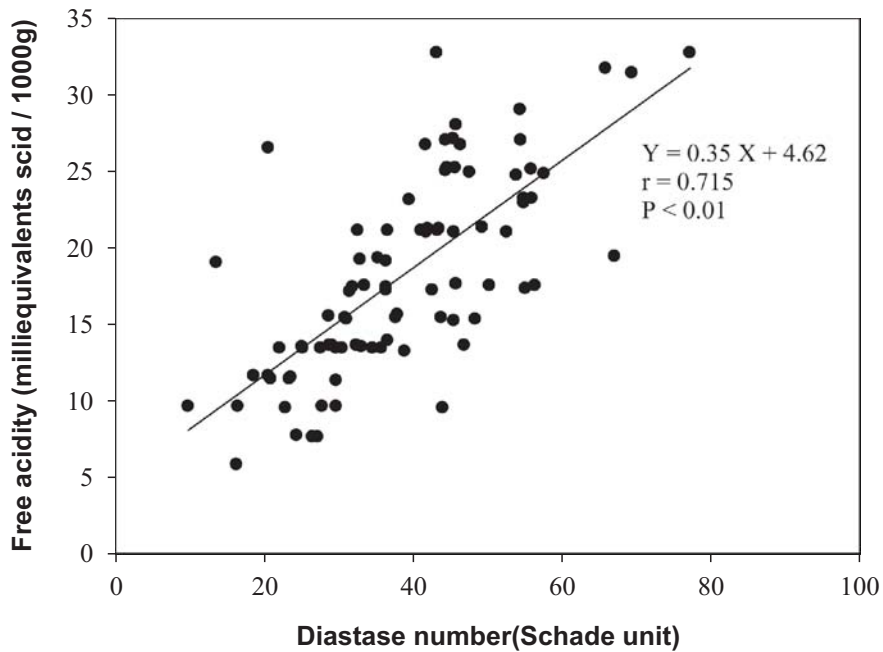
## 三、採蜜間隔日數對澱粉酶活性之影響

為探討採蜜間隔日數太短與澱粉酶活性下降的關係，每隔一段時間抽取巢片中之蜂蜜，進行澱粉酶值分析，結果顯示：澱粉酶活性隨蜂蜜採收間隔日數拉長而有增加之趨勢，在採蜜間隔日數為 5 天時，澱粉酶活性較僅隔 2 日相比可提升 18%；若間隔日數達 7 天，較僅隔 2 日相比則可提升 112%，此時澱粉酶活性達 50 Schade unit(圖三)，故經由增加採蜜的間隔日數，透過蜜蜂不斷吸吐搬運及自然濃縮之蜂蜜，可有效提高澱粉酶活性。將此研究結果告知蜂農並予推廣後，整體澱粉酶值於 2007 年就有顯著提升(表一)。



圖一 龍眼蜂蜜中澱粉酶值和整體品質之關係。

Fig. 1. Linear relationship between diastase activity and total judgment in 88 longan honey samples in Taiwan.



圖二 龍眼蜂蜜中澱粉酶值和酸度之關係。

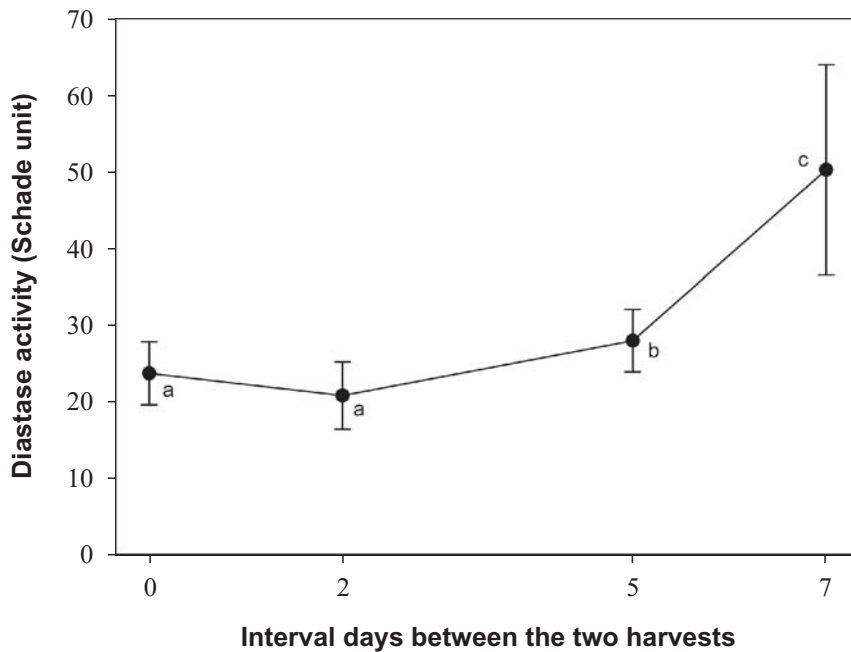
Fig. 2. Linear relationship between diastase activity and free acidity in 88 longan honey samples in Taiwan.

表二 官能品評和整體品質之關係

Table 2. Correlation matrix of organoleptic and total judgment

	Color	Aroma	Flavor	Total judgment
Color	1	0.509** < 0.01	0.524** < 0.01	0.406** < 0.01
Aroma		1	0.696** < 0.01	0.664** < 0.01
Flavor			1	0.568** < 0.01
Total judgment				1

Data expressed as “\*\*\*” as the values at the level of very significance, P < 0.01 (two-tailed).



圖三 龍眼蜂蜜之澱粉酶值隨採收間隔日數而增加。

Fig. 3. Diastase activity is increasing with interval days between the two harvests in longan honey samples in Taiwan. Mean with the same letter are not significantly different by LSD test (P < 0.05).



#### 四、澱粉酶和蔗糖轉化酶之相關性

取 180 個蜂蜜樣本分別測定其澱粉酶和蔗糖轉化酶值，經相關分析其相關係數為 0.723 ( $P < 0.01$ )，兩者間呈極顯著

直線正相關，但實質上是由兩個不同性質的群組所構成(圖 )，說明蜂蜜中澱粉酶和蔗糖轉化酶的酵素活性彼此間會相互影響。

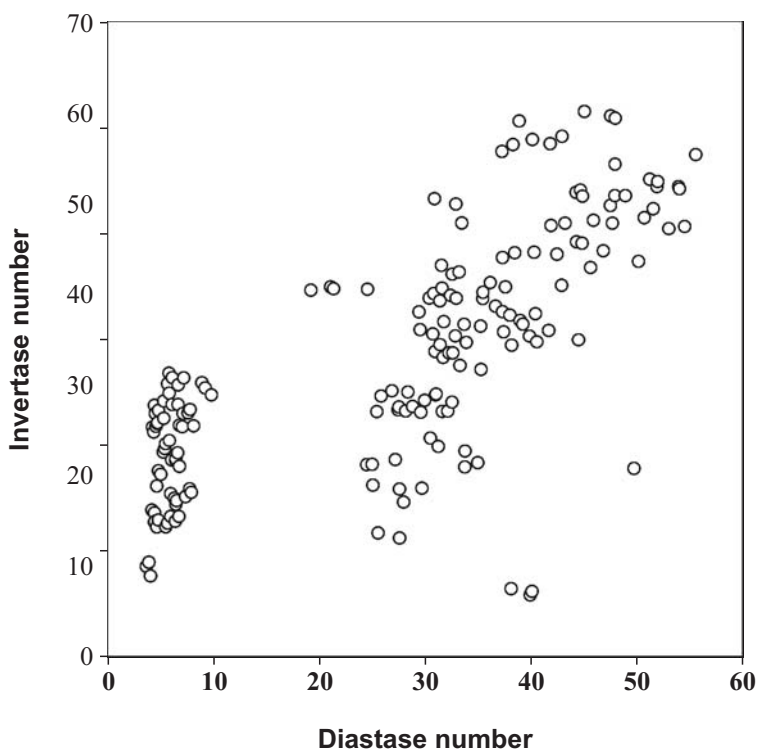


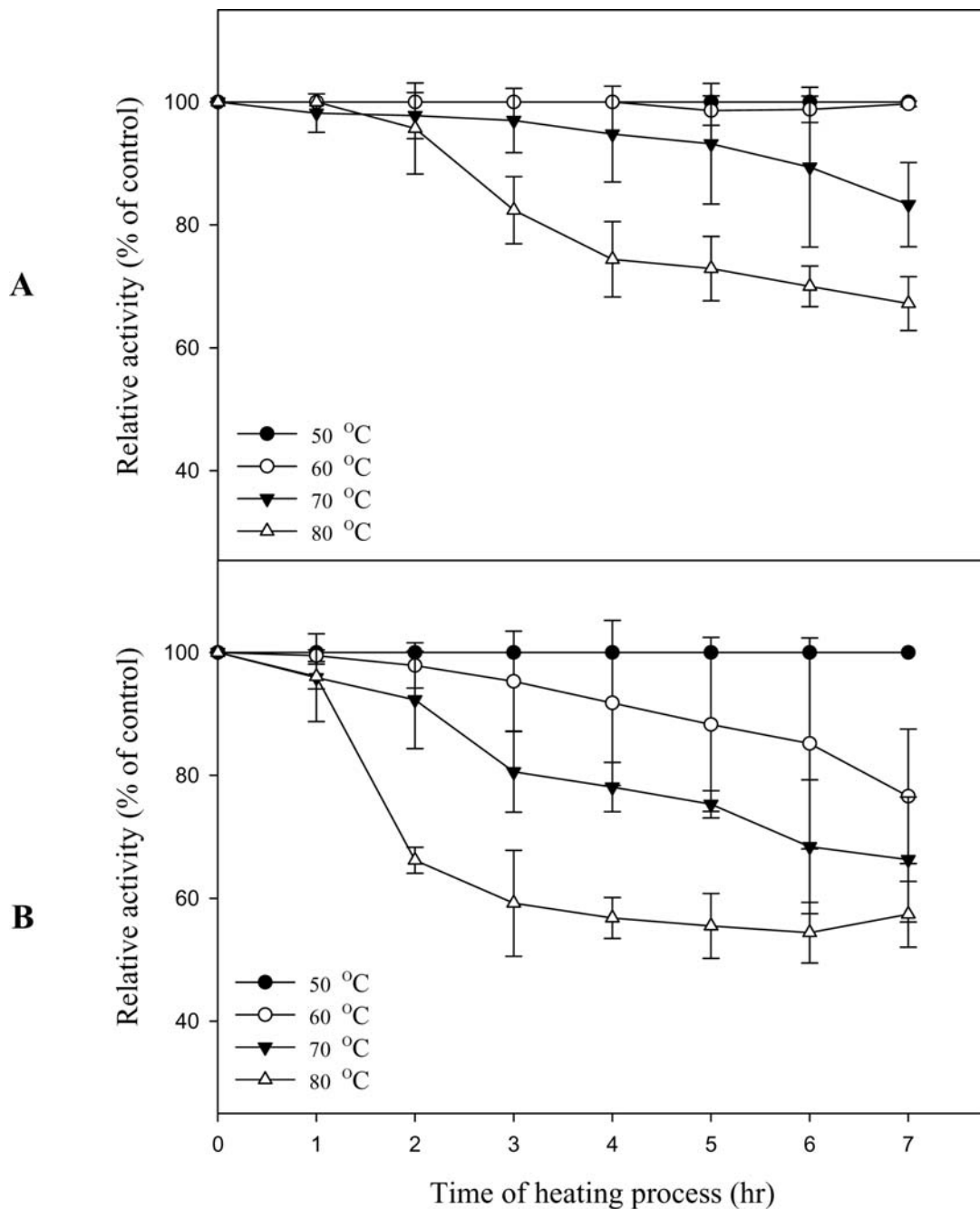
圖 龍眼蜂蜜中澱粉酶值和蔗糖轉化酶值之關係。

Fig. 4. Relationship between diastase activity and invertase in 180 longan honey samples in Taiwan.

#### 五、澱粉酶和蔗糖轉化酶之熱穩定性

加熱均會對酵素活性產生影響，經濃縮後隨機採蜂蜜樣品 50 件，其澱粉酶和蔗糖轉化酶的平均活性分別為  $36.7 \pm 1.88$  DN 及  $18 \pm 0.36$  IN。熱穩定性測試結果顯示：經  $50^{\circ}\text{C}$  處理 7 小時，澱粉酶和蔗糖轉化酶的酵素活性並未損失。澱粉酶經  $70^{\circ}\text{C}$  處理 7 小時後，活性下降約

17%，若以  $80^{\circ}\text{C}$  處理 3 小時，澱粉酶的活性就下降約 18%。蔗糖轉化酶以  $60^{\circ}\text{C}$  處理 7 小時後，活性下降約 25%，若以  $80^{\circ}\text{C}$  處理 7 小時後，蔗糖轉化酶的活性約為原活性的一半。澱粉酶的熱穩定顯然較蔗糖轉化酶高，以  $60^{\circ}\text{C}$  處理組為例，加熱 7 小時，澱粉酶仍有近 98% 活性，而蔗糖轉化酶僅有 77% 活性(圖五)。



圖五 相對澱粉酶值(A)和蔗糖轉化酶值(B)隨加熱時間增加而降低。  
Fig. 5. Relative diastase activity is decreasing with time of heating process.



## 討 論

龍眼蜂蜜理化分析結果大都符合國內外標準，其中以澱粉酶值最能代表其感官結果及整體品質，但蜂蜜中澱粉酶之熱穩定性高，於濃縮加工中變化不大，而增長採收間隔日數達 5 天以上，可顯著提高澱粉酶值，故澱粉酶值下降之主因應是起始蜂蜜澱粉酶值過低。而蔗糖轉化酶之熱穩定性較澱粉酶差，因此，蜂蜜濃縮過程中之品質管制，熱較敏感之蔗糖轉化酶應是較佳之酵素活性指標。

經甲基糠醛(HMF)含量和澱粉酶值是國內外判定蜂蜜加工狀況常見的兩項重要指標 (Abu-Tarboush *et al.*, 1993; Al-Khalifa *et al.*, 1999; Bath *et al.*, 2000; Bogdanov *et al.*, 1999; Costa *et al.*, 1999; Horn *et al.*, 2002; White *et al.*, 1964)。HMF 是六碳糖受熱後進行脫水反應產生，在蜂蜜所含糖類中以果糖的反應速率最快 (Singh *et al.*, 1997)，過多的 HMF 會加深蜂蜜的色澤，同時也會影響到蜂蜜的風味，縮短蜂蜜的架售期。蜂蜜若 HMF 含量過高，通常是過度加熱和喪失新鮮度的證明 (El-Sukhon *et al.*, 1994; Thrasyvoulou, 1987b)，但由表一發現其值都非常低但變異係數相當大(表一)，國內現行得濃縮溫度控制得宜，顯然值得推薦之熱處理的指標 (Tellez *et al.*, 1972)。蜂蜜中的酵素活性因採收方式、加工及貯藏條件而有很大差異，不同蜂蜜種類間也有很大的變異，但因為這些酵素多來自蜜蜂腺體如澱粉酶、轉化酶來自唾腺，其活性適合做為蜂蜜品質的指標，可辨識出不適當的人為操作條

件，但無法做為摻假或來源的指標 (Anklam, 1998)。高品質之蜂蜜其澱粉酶值應在 15 以上 (Tantillo *et al.*, 2000)，也有特例，如在土耳其 Hatay 地區及 Anatolia 東南部地區不同蜜源植物的蜂蜜，其澱粉酶值分別為 10.31 和 8.7~24.5 之間 (Sahinler *et al.*, 2004; Yilmaz *et al.*, 2003)，顯示蜜源植物及產地不同，其澱粉酶活性也會不同 (Szel *et al.*, 2002; Terrab *et al.*, 2002)。2007 年的澱粉酶平均活性是 2006 年的 2.8 倍(表一)，顯示透過蜂蜜採收模式改良如增長採蜜間隔日數(圖三)，確實可提高澱粉酶活性。故建議採蜜間隔日數應達 5 天以上或採用繼箱採蜜，讓蜜蜂所採之花蜜有足夠時間透過不斷之轉化與水分蒸散，將花蜜自然濃縮並予熟成。

蜂蜜常用官能性來評估品質可分為色、香、味三方面，色澤部分：通常優良蜂蜜之透光性佳、色澤呈淡琥珀色，劣質蜜則較為渾濁或含有氣泡及雜質且顏色較深；香味部分：以鼻嗅之應呈現該蜜源植物之香味者為佳，反之則為劣質蜜；味覺部分：不加水含於口中時，優良蜜應有清爽香醇、齒頰留香的口感。反之，缺乏香氣、具黏性及酸敗味者則為劣質蜜。將官能品評與理化指標合併之結果稱為整體品質，可發現澱粉酶與整體品質有顯著正相關(圖一)。

蜂蜜酸度主要是由有機酸所構成，部份保存條件不良之蜂蜜，會因為微生物作用而產生醋酸而使酸度高過標準。蜂蜜中的有機酸以葡萄糖酸 (gluconic acid) 含量最高，約佔總有機酸含量之 70~90%，其次為丙酮酸 (pyruvic acid)、蘋果酸 (malic acid)、檸檬酸 (citric acid)

、琥珀酸 (succinic acid) 及反丁烯二酸 (fumaric acid) 等 (Anklam, 1998) 來自三羧酸循環 (tricarboxylic acid cycle, 簡稱 TCA cycle) 之中間代謝 (intermediate) 產物, 而蜂蜜中之葡萄糖酸則是由葡萄糖氧化酶 (glucose oxidase) 將葡萄糖氧化所產生。本研究發現澱粉酶值與酸度間存在高度直線相關 (圖二), 推測原因可能是因為澱粉酶與葡萄糖氧化酶都是蜜蜂本身分泌之酵素, 在較成熟之蜂蜜中, 澱粉酶與蔗糖氧化酶活性均高情況下, 將葡萄糖轉化成較多的葡萄糖酸所造成。

澱粉酶與蔗糖轉化酶亦都是由蜜蜂分泌之酵素, 有趣的是兩種酵素之相對關係, 學者提出兩個相互矛盾的看法, 其一認為存在高度相關且相關係數高達 0.70045 (Horn *et al.*, 2004; Oddo *et al.*, 1999), 外則認為兩個酵素之相關性極低 (Vit *et al.*, 1996)。由圖 得知兩個酵素間存在比例關係卻非直線相關, 是因為其以澱粉酶值等於 10 為分界, 分別由兩個不同性質的群組所構成, 推測可能與酵素之起始活性或酵素之穩定性有關, 但仍有待進一步探究其原因。

本試驗之結果與希臘百里香蜂蜜 (thyme honey) 樣品相近, 其結果其蔗糖轉化酶活性為 4.2~29.0 IN, 而澱粉酶平均活性為 18.9 DN (Tsigouri *et al.*, 2000)。澱粉酶和蔗糖轉化酶的相對活性, 皆隨著溫度升高而降低, 說明兩者均會因為受熱而降低其活性。而蔗糖轉化酶下

降的幅度較澱粉酶大, 說明澱粉酶是屬於熱安定性 (heat-stable) 較高的酵素, 而蔗糖轉化酶是較熱敏感 (heat-labile) 的酵素。澱粉酶的熱安定程度相當高, 在高溫長時間對其熱破壞仍非常有限, 而在我們推測澱粉酶活性逐年下降的兩個主要原因中, 由本實驗之數據可知濃縮熱效應對澱粉酶的活性影響不大, 農採蜜間隔日數不足才是澱粉酶活性逐年下降的主因。澱粉酶在濃縮加工過程中不易受到破壞, 當做加工過程之品管指標並不合適, 我們認為在相同熱處理條件, 蔗糖轉化酶對溫度較澱粉酶敏感, 因此, 蔗糖轉化酶比澱粉酶更適合作為品管指標, 而蜂蜜中的澱粉酶或許可做為蜂蜜新鮮度之指標, 因其會隨貯藏時間增加而下降 (Mendes *et al.*, 1998), 而在龍眼蜂蜜貯藏期間其下降幅度及裂變程度與保存期限之關係, 仍有待進一步探討。

綜合上, 龍眼蜂蜜理化分析結果顯示國產蜂蜜品質優良, 而其澱粉酶值最能代表其整體品質, 但由於澱粉酶耐熱性較高, 以國內現有濃縮技術, 重視操作時的溫度及時間, 故濃縮對澱粉酶活性影響不大, 至於澱粉酶值下降的問題可透過延長採收間隔予以改善。蔗糖轉化酶對熱較澱粉酶敏感, 因此, 現行蜂蜜濃縮過程品質管制, 蔗糖轉化酶活性應是較佳之選擇指標。

## 誌謝

本研究承行政院農業委員會支持研究計畫經費〔96農科-3.1.4-苗-M2〕特申謝忱。感謝中央畜產會及本場吳登楨課長、吳 研究員、吳添金技 師、陳宗先生與李莉娟小姐在實驗上之協助，謹致謝忱。

## 引用文獻

陳保良、張世揚、潘建銘。1996。省產蜂蜜品質調查分析與探討。台灣農業 32(5)：106-122。

陳其潮。1997。花之精釀成蜜。食品資訊 133：44-52。

**Abu-Tarboush, H. M., H. A. Al-Kahtani, and M. S. El-Sarrage.** 1993. Floral-type identification and quality evaluation of some honey types. *Food Chem.* 46:13-17.

**Al-Khalifa, A. S., and I. A. Al-Arif.** 1999. Physicochemical characteristics and pollen spectrum of some Saudi honeys. *Food Chem.* 67:21-25.

**Anklam, E.** 1998. A review of the analytical methods to determine the geographical and botanical origin of honey. *Food Chem.* 63:549-562.

**Bath, P. K., and N. Singh.** 2000. Chemical changes in *Helianthus annuus* and *Eucalyptus lanceolatus* honey during storage. *J Food Qual.* 23:443-451.

**Bogdanov, S., P. Martin, and C.**

**Lullmann.** 1997. Harmonised methods of the European Honey Commission. *Apidologie* 28:1-59.

**Bogdanov, S., C. Luellmann, P. Martin, W. v. d. Ohe, H. Russmann, G. Vorwohl, L. P. Oddo, A. G. Sabatini, G. L. Marcazzan, R. Piro, C. Flamini, M. Morlot, J. Lheretier, R. Borneck, P. Marioleas, A. Tsigouri, J. Kerkvliet, A. Ortiz, T. Ivanov, B. D'Arcy, B. Mossel, and P. Vit.** 1999. Honey quality, methods of analysis and international regulatory standards: review of the work of the International Honey Commission. *Mitt. Lebensmitteluntersuchung Hyg.* 90:108-125.

**Cho, N. C.** 1994. Purification and characterization of honey sucrase. *Korean Biochem. J.* 27:509-513.

**Costa, L. S. M., M. L. S. Albuquerque, L. C. Trugo, L. M. C. Quinteiro, O. M. Barth, M. Ribeiro, and C. A. B. d. Maria.** 1999. Determination of non-volatile compounds of different botanical origin Brazilian honeys. *Food Chem.* 65:347-352.

**El-Sukhon, S. N., N. Abu-Harfeil, and A. K. Sallal.** 1994. Effect of honey on bacterial growth and spore germination. *Journal of food protection* 57:918-920.

**El Sherbiny, G. A., S. S. Rizk, F. A. El Ashwah, and H. A. Heikal.** 1980.

Chemical composition of citrus honey produced in A. R. E. Agricultural Research Review 58:289-297.

**Estupinan, S., E. Sanjuan, R. Millan, and M. A. Gonzalez Cortes.** 1998. Quality parameters for honey. I. Microbiological, physico-chemical and ageing characteristics. *Alimentaria* 296:89-94.

**Han, J. G., K. Kim, D. Y. Kim, and S. K. Lee.** 1985. Composition, changes of diastase activity and hydroxymethylfurfural content during storage of various honey samples. *Korean Journal of Food Science and Technology* 17:155-162.

**Horn, H., and W. P. Hammes.** 2002. The influence of temperature on honey quality parameters. *Deutsche Lebensmittel Rundschau* 98:366-372.

**Horn, H., and D. Boehm.** 2004. The relationship between the yield, moisture, proline and the enzyme activities invertase and diastase in honey. *Deutsche Lebensmittel Rundschau* 100:88-92.

**Mendes, E., E. Brojo Proenca, I. M. P. L. V. O. Ferreira, and M. A. Ferreira.** 1998. Quality evaluation of Portuguese honey. *Carbohydr Polym.* 37:219-223.

**Oddo, L. P., M. G. Piazza, and P. Pulcini.** 1999. Invertase activity in honey. *Apidologie* 30:57-65.

**Sahinler, N., S. Sahinler, and A. Gul.** 2004. Biochemical composition of honeys produced in Turkey. *J. Apic. Res.* 43:53-56.

**Sanchez, M. P., J. F. Huidobro, I. Mato, S. Muniategui, and M. T. Sancho.** 2001. Evolution of invertase activity in honey over two years. *J. Agric. Food Chem.* 49:416-422.

**Serra-Bonvehi, J., M. Soliva-Torrento, and J. Muntane Raich.** 2000. Invertase activity in fresh and processed honeys. *J. Sci. Food Agric.* 80:507-512.

**Shirotori, T., M. Iwaida, and I. Kawashiro.** 1968. Assessment of heating of honey by determination of its diastatic activity. *Nihon Eiyo Shokuryo Gakkai Shi* 21:261-264.

**Singh, N., and P. K. Bath.** 1997. Quality evaluation of different types of Indian honey. *Food Chem.* 58:129-133.

**Szel, Z., A. Kardos Neumann, P. A. Biacs, E. Szalai Matray, and A. Takats.** 2002. Investigation of enzyme activity in Hungarian acacia and milkweed honeys. *Acta Alimentaria* 31:197-201.

**Tantillo, G., A. d. Pinto, and A. Vergara.** 2000. Chemical, hygienic and sanitary aspects of Italian and foreign honey - proposal of qualitative standards for a high quality honey. *Industrie Alimentari* 39:980-986.

- Tellez, M. G., and O. Paredes.** 1972. Effect of temperature and time on the quality of bees' honey. *Tecnologia de Alimentos* 7:21-23.
- Terrab, A., M. J. Diez, and F. J. Heredia.** 2002. Characterisation of Moroccan unifloral honeys by their physicochemical characteristics. *Food Chem.* 79:373-379.
- Thrasylvoulou, A. T.** 1987a. The use of HMF and diastase as criteria of quality of Greek honey. *J. Apic. Res.* 25:186-195.
- Thrasylvoulou, A. T.** 1987b. The use of HMF and diastase as criteria of quality of Greek honey. *Journal of Apicultural Research.* 25(3):186-195.
- Tsigouri, A., and M. Passaloglou Katrali.** 2000. A scientific note on the characteristics of thyme honey from the Greek island of Kithira. *Apidologie* 31:457-458.
- Vit, P., and P. Pulcini.** 1996. Diastase and invertase activities in Meliponini and Trigonini honeys from Venezuela. *J. Apic. Res.* 35:57-62.
- White, J. W.** 1994. The role of HMF and diastase assays in honey quality evaluation. *Bee World* 75:104-117.
- White, J. W., I. Kushnir, and M. H. Subers.** 1964. Effect of storage and processing temperature on honey quality. *Food Technol.* 18:153-156.
- Yilmaz, H., and O. I. Kufrevioglu.** 2003. Proteins in honey. *Gida* 28:155-157.

收件日期：2010年06月01日

接受日期：2010年11月30日

# Physicochemical Characteristics and Heated Stability of Enzymatic Indicator of Taiwan Longan Honey

**Ran-Juh Wang\*, Jia-Yuh Chiu**

Miaoli District Agricultural Research and Extension Station, Council of Agriculture, Miaoli, Taiwan, R.O.C

## ABSTRACT

The study was conducted to evaluate the physicochemical characteristics of longan honey in Taiwan. Results demonstrated that most of the tested honeys conform to the regulation for quality. Diastase activity is an important marker of honey quality control. The aim was to elucidate the reason of diastase activity decreasing with years and establish a new quality control of honey by enzyme activity. In this research, we determined the invertase and diastase activity in monofloral longan honey collected in Taiwan and studied the effect of heating processing (concentration) on the honeys, paying special attention to changes in enzyme activity. The results showed that diastase activity was increasing with the interval between the two harvests and up to 1- fold when the interval equal to 7 days. After the concentration, we collected 50 honey samples from apiary randomly. The average activity of diastase and invertase were  $36.7 \pm 1.88$  DN and  $18 \pm 0.36$  IN. Heat-stable of diastase was higher than invertase. The activity of diastase survived 98% after 7 hours heating at  $60^{\circ}\text{C}$ , but the invertase was low down to 77%. The above results suggested diastase has better heat-stable character and minor changes on heating processing of concentration. Thus, it is concluded that the activity of heat-labile invertase might be a better choice than heat-stable diastase on quality control of honey processing.

**Key words:** honey, physicochemical characteristics, invertase, diastase, heated stability

\*Corresponding author, e-mail: wrj@mdais.gov.tw