

中華民國第 60 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國中組 生活與應用科學(二)科

探究精神獎

032906

不能說的”蜜”密—可見光與近紫外線光譜分析
蜂蜜品質

學校名稱：新北市私立南山高級中學(附設國中)

作者： 國二 許舒涵 國二 牟以心 國二 林楷翔	指導老師： 趙國豪
---	------------------

關鍵詞：蜂蜜品質、光譜、食品檢測

摘要

蜂蜜真偽及其品質優劣在市面上引發不少問題，本研究以 12 件國內外市售蜂蜜為材料，進行蜂蜜飲用口感品評、7 項物化分析實驗且與 CNS 品質規範進行比較，再將其結果利用可見光與紫外線光譜儀測定進行相關性探討，找出 3 個光譜範圍和 3 個特定波長可鑑別蜜種、產地和品質。最後將各樣本光譜吸收度作迴歸分析，發現同蜜種的 R^2 值可達 0.85 以上，表示本研究光譜檢測法對於蜜種判別有不錯的準確率。此外，光譜資料與花粉計數實驗比對，可用光譜儀在 272 nm 黃酮類化合物吸收峰來對應花粉含量，用於判斷蜂蜜相關營養成分含量多寡。本研究綜觀蜂蜜口感評鑑、物化實驗結果與光譜分析得知：**可將光譜分析用於鑑定蜂蜜蜜種、產地，並結合傳統檢驗以確認蜂蜜品質優劣。**

壹、研究動機

在觀光地區常看到在路邊擺攤賣蜂蜜的店家標榜「不純砍頭」，各家蜂蜜產品價格、樣態也多所不同，而我們從國一生物課程對於蜂蜜的生態巨變有了初步認識，到國二理化課程又學到的有機化學一些官能基和食品保存與加工方法還有光學檢驗科技的應用，便開始萌發想研究蜂蜜真偽的想法。訪查市售蜂蜜品質和坊間流傳的檢驗方式都差異甚大，實在很好奇其中哪些說法為真？哪些不合事實？

再搜尋蜂蜜相關生產資訊後，又了解到台灣蜂蜜受到環境問題影響與國外進口廉價蜂蜜之威脅，國內養蜂產業逐漸調整走向縮小規模，並由國外大量進口取代。因此想由下列幾點著手研究：能否簡易的測定蜂蜜真假？各種品質和價位的蜂蜜有何差異？能否應用光譜分析在蜂蜜檢測上？我們期待能藉由自己設計的研究對蜂蜜有更透徹的了解。

貳、研究目的

希望藉由規範的各種物化實驗檢測蜂蜜品質，然後經由品質與蜂蜜的口感評鑑進行相關性研究。再將蜂蜜在光譜儀（研究使用光譜波長範圍為 200 nm - 1100 nm）的吸光值進而辨識，最後交叉比對物化實驗找出光譜儀檢測在蜂蜜分析上的優點，還有最適合消費者日常檢測的方法。具體目標有以下幾點：

- 一、**可信度研究**：驗證坊間所謂檢測蜂蜜真偽的方法。
- 二、**相關性研究**：了解各種檢測蜂蜜品質的標準與蜂蜜評鑑是否有相依性。

三、光譜分析法準確度與實用性研究。

四、找出簡易且可靠的蜂蜜摻假檢測方式。

參、研究設備與器材

一、設備：GENESYS 10s 紫外光/可見光光譜儀、pH 值計、電子秤、複式顯微鏡、電腦、滴定管、安全吸球與吸量管、加熱板、常見實驗器材、保鮮膜、錫箔紙



圖 3-1 紫外光/可見光光譜儀



圖 3-2 複式顯微鏡



圖 3-3 pH 值計

二、藥品：黃血鹽（亞鐵氰化鉀 $K_4[Fe(CN)_6] \cdot 3H_2O$ ）、乙酸鋅（ $Zn(CH_3COO)_2$ ）、亞硫酸氫鈉（ $NaHSO_3$ ）、雙氧水（ H_2O_2 ）、氫氧化鈉（ $NaOH$ ）、碘液、酚酞指示劑

三、蜂蜜：在實驗過程中，為確保蜂蜜的品質，會將其分裝至燒杯中，外層包裹錫箔紙避免光線照射，燒杯口蓋上保鮮膜防止蜂蜜變質

表 3-1 十二項蜂蜜樣本的介紹

名稱	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
產地	台東	台灣	台灣	台灣	台南	台南	台東	台灣	泰國	泰國	澳洲	土耳其
種類	厚皮香蜜	荔枝蜜	野花蜜	百花蜜	龍眼蜜	龍眼蜜	龍眼蜜	龍眼蜜	龍眼蜜	蜂蜜	蜂蜜	蜂蜜



圖 3-4 蜂蜜 A



圖 3-5 蜂蜜 C



圖 3-6 蜂蜜 D



圖 3-7 蜂蜜 E



圖 3-8 蜂蜜 F



圖 3-9 蜂蜜 I



圖 3-10 蜂蜜 L

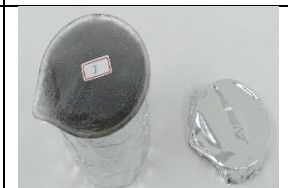


圖 3-11 蜂蜜的保存

肆、研究方法

一、文獻探討

(一) 蜂蜜之生產流程：

工蜂吸取花蜜後，將蜂蜜以嘴對嘴方式交接給蜜房內之工蜂貯存。所以**蜜蜂所分泌的酵素是檢驗真偽的標準之一**。(黃及吳，2000)

(二) 蜂蜜的成分標準：規定如下表

表 4-1 CNS 1305 蜂蜜國家標準 (2016 年修訂)

成分	種類		
	蜂蜜 (2012)	龍眼蜂蜜 (2012)	龍眼蜂蜜 (2016 修訂)
水分含量 (%)	20 以下	20 以下	20 以下
蔗糖含量 (%)	5 以下	2 以下	2 以下
糖類含量 (%) (果糖和葡萄糖含量總和)	60 以上	70 以上	60 以上
水不溶物含量 (%)	0.1 以下	0.1 以下	0.1 以下
酸度 (meq H ⁺ / 1000g)	50 以下	30 以下	30 以下
澱粉酶活性 (Schade unit)	8 以上	8 以上	8 以上
經甲基糠醛 HMF (mg/kg)	40 以下	30 以下	30 以下

經濟部標檢局於 2016 年 6 月公布 CNS 1305 國家標準修訂，並在 5·2 節指出「**蜂蜜係天然產品，其成分受到蜜蜂種類、蜜源、產地、氣候、加工過程及儲存條件影響而有所變化，上表係提供業者及消費者選用之參考，不宜以本表規範數值作為蜂蜜真偽鑑別之唯一依據。**」，因此 CNS 1305 國家標準所要求的檢驗項目為品質標準而非真偽判斷。符合國家標準的蜂蜜只能說某種程度上證實該蜜有一定品質，卻無法證實為純蜂蜜（若只摻 20% 以內果糖，仍有可能通過國家標準）

(三) 國內外對於蜂蜜攙假新式檢測方法之研究

1. 以含有「外源性糖」來判定：植物行光合作用的途徑大致區分為 C3、C4 與

CAM 等三種，不同光合作用途徑會造成碳-12 以及碳-13 兩同位素比例上的顯著差異，蜂蜜是來自於 C3 型的蜜源植物，常見的玉米糖漿、蔗糖等是來自於 C4 型植物，因此測定蜂蜜中碳-12 及碳-13 的比例是國際上普遍使用來辨識蜂蜜中是否含有「C4 型植物外源性糖」的方法，但檢測較為複雜且實驗昂貴。

(Calvin & Bassham, 1962; Hatch & Slack, 1979; Hatch et al., 1967)。

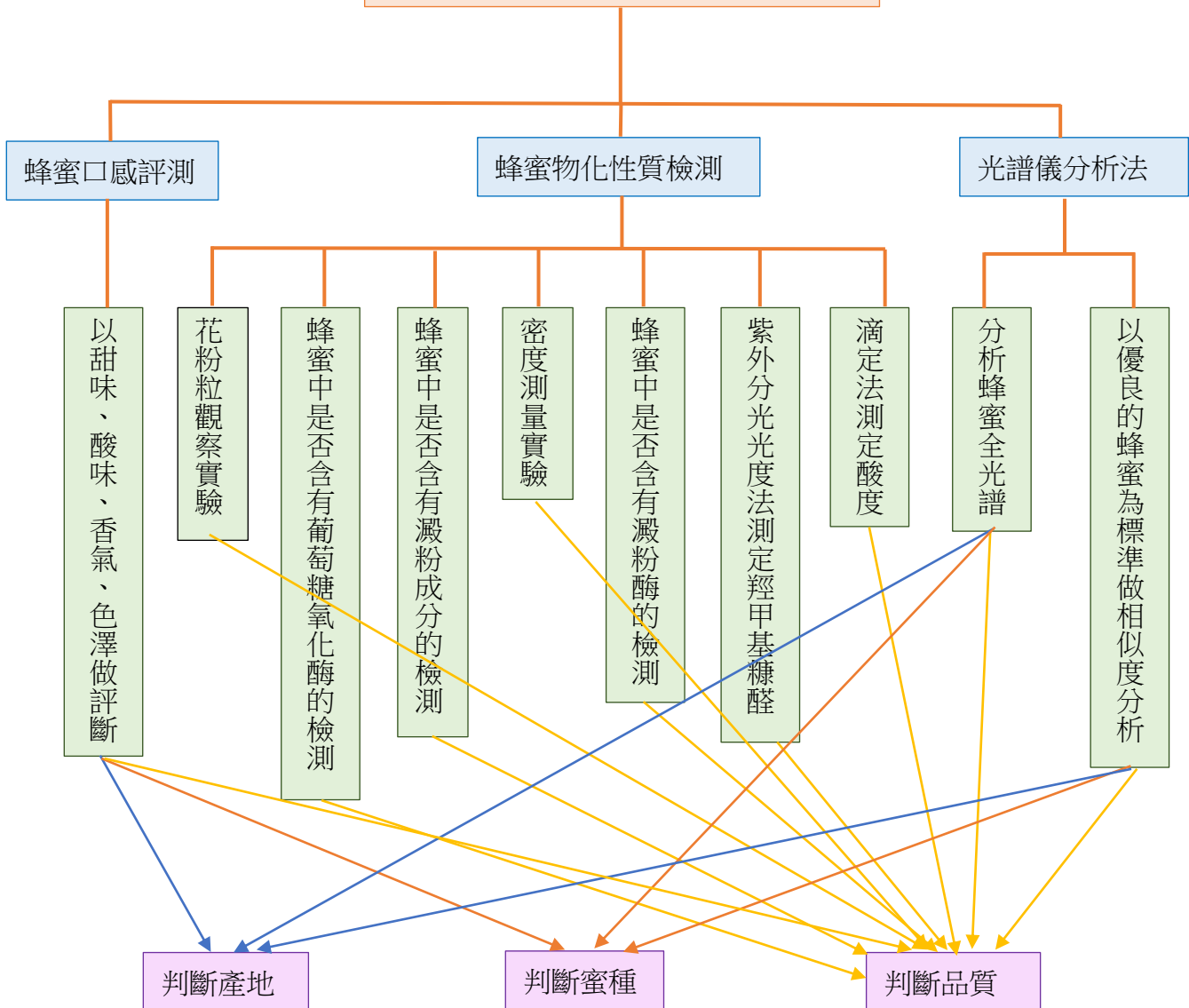
2. 利用生化特性判定：將不同方法所生產的蜂蜜樣品，鑑別出攙有蔗糖或是真蜜的蜂蜜樣品。作者所使用的蜂蜜樣品分三種，一為控制組蜂蜜，二為純花蜜，三為蔗糖糖漿的攙假蜜，將收集來的蜂蜜樣品進行生化特性的分析，分析項目包括水分、灰分、酸度、HMF、澱粉酶、脯胺酸、導電度、蜂蜜及果糖、葡萄糖、蔗糖、麥芽糖、維生素 C 及鉀含量的測定等。(區少梅，2007)
3. 利用蜂蜜中微量之類黃酮或酚類判定：針對所收集的 16 件蜂農蜜樣品和屏東及台南縣市收集的 15 件市售蜂蜜樣品，進行蜂蜜真偽之鑑定與品質評估之分析。花粉中的類黃酮含量約為 0.5%，以毛細管區帶電泳法檢測蜂蜜中微量之類黃酮或酚類物質，來分辨蜂蜜的花蜜與地理位置。在花粉粒的檢測部份，蜂蜜中的花粒總數以每個蜂蜜含有 2000 顆花粉為界定點，當每克蜂蜜花粉數高於 2000 顆以上，可視為真蜜。蜂農蜜之花粉粒含量每克含有 1560~19240 顆，市售蜜花粉粒含量每克 0~2670 顆。因此蜂蜜真偽鑑定必須以花粉總量、類黃酮、HMF 含量及醣類等品質共同搭配，得到客觀評估結果 (曹，2002)。

二、研究方法設計

參考相關文獻後，本研究挑選了其中 7 種蜂蜜物化分析法 (含兩種國家標準檢驗方式)，並採用光譜 200 nm~1100 nm 波段分析樣本，再加入仿蜂蜜評鑑的飲用口感盲測，整體研究流程圖如下，期待能找出品質、真偽、口感間的相關性以及能實用於檢測蜂蜜的光譜範圍。

實驗初期還有依照文獻自製假蜜，但發現自製假蜂蜜與一般市售蜜在各項實驗結果差異極大，無比對價值。因此本研究皆以探討市售純蜜與調和蜜為主。

蜂蜜品質檢測與光譜儀分析



三、蜂蜜飲用口感評測方法

將 12 項蜂蜜樣本每次取 40 mL 加水做 1 : 10 稀釋，請 15 位受測者在不知品項的前提下試喝，針對其香氣、色澤、甜味及酸味方面做評比

四、蜂蜜物化性質檢測方法說明

(一) 花粉粒觀察實驗

1. 方法：先測量蓋玻片 + 載玻片質量，滴一滴蜂蜜後重測質量，使用複式顯微鏡，觀察蜂蜜在 100 倍鏡頭下（視野直徑 $1650 \mu\text{m}$ ）的花粉粒數目。將此數據依照體積、密度換算成 1 g 蜂蜜的花粉粒含量，比較一般蜂蜜標準。

- 2 · 判斷標準：真蜜每克含花粉粒大於 2000 個
- 3 · 說明：一般專業檢測蜂蜜中的花粉粒數量，會使用離心力法將花粉粒及蜂蜜本身分離，但考量到方便性，所以使用了中學課程學過的顯微鏡和測微尺，作花粉粒記數的觀察方式。

(二) 蜂蜜中是否含有葡萄糖氧化酶的檢測

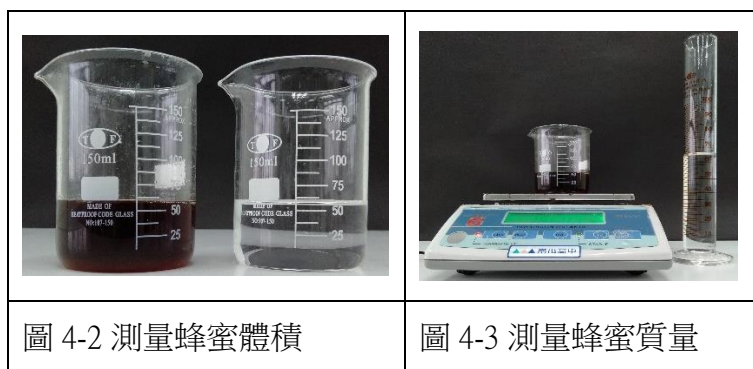
- 1 · 方法：蜂蜜 1 g 加入 1 mL 30% 雙氧水觀察氣泡產生，判斷是否有葡萄糖氧化酶
- 2 · 判斷標準
 - (1) 真蜂蜜：產生氣泡多
 - (2) 假蜂蜜：產生氣泡少
- 3 · 說明：CNS 標準是測氧化酶含量，但本研究以方便性高的氣泡產量多寡觀測。

(三) 蜂蜜中是否含有澱粉成分的檢驗

- 1 · 方法：蜂蜜 1 g 加入 1 mL 後觀察顏色變化，判斷蜂蜜內是否含有澱粉成分
- 2 · 判斷標準
 - (1) 真蜂蜜：顏色無變化（不含澱粉）
 - (2) 假蜂蜜：顏色變紫黑色（含澱粉）
- 3 · 說明：網路謠傳造假蜂蜜可能為了仿照蜂蜜的不透明感而添加澱粉液使其提高濁度，所以進行是否含有澱粉測試。

(四) 密度測量

- 1 · 方法：測量 12 種蜂蜜的體積及質量，算出其密度
 - (1) 取兩個燒杯將蜂蜜與水倒至齊高後，測量水的體積
 - (2) 利用電子天平測量裝有蜂蜜的燒杯總質量，再扣除同樣大小燒杯的質量
 - (3) 以前兩步驟所測得的數值來計算密度（重複三次取均值）
- 2 · 判斷標準：蜂蜜密度約為 $1.40 \sim 1.45 \text{ g/cm}^3$
- 3 · 說明：無法取得專業密度測量儀器，所以利用理化課學到的測量物質的體積及質量算密度的方法，但蜂蜜為混合物，取標準 $1.40 \sim 1.45 \text{ g/cm}^3$ 為正常標準。
蜂蜜不易倒取，為避免黏度高的蜂蜜大量沾附在容器壁，故以玻棒引流至燒杯測取質量、體積，並重複三次取均值以減少誤差。



(五) 蜂蜜中是否含有澱粉酶的檢測

1. 方法：將蜂蜜及蒸餾水以體積 1：9 比例混合，搖晃 30 秒後觀察其起泡情形
2. 判斷標準
 - (1) 真蜂蜜：泡泡多
 - (2) 假蜂蜜：泡泡少
3. 說明：蜂蜜搖晃後產生氣泡主要是因為其中含有澱粉酶，但溶液中能起泡的原因非常多，例如水不夠乾淨，經搖晃也會起泡，所以此實驗我們都用二次過濾的 RO 水

(六) 紫外分光光度法測定羥甲基糠醛 (HMF)

1. 方法：將蜂蜜溶液加入亞硫酸氫鈉，並以此溶液為參比溶液，於 284 nm 和 336 nm 下測定吸光度，計算轉化成 HMF 含量檢測值
2. 試劑
 - (1) 150 g/L 亞鐵氰化鉀水溶液
 - (2) 300 g/L 乙酸鋅水溶液
 - (3) 2 g/L 亞硫酸氫鈉溶液
3. 實驗過程
 - (1) 樣液製備：取 5 g 蜂蜜，用 25 mL 水溶解，依次加 0.5 mL 亞鐵氰化鉀水溶液，0.5mL 乙酸鋅水溶液，混合後用水定容至 50mL 混勻，濾紙過濾，棄去最初的 10mL 濾液。
 - (2) 測定：吸取濾液各 5 mL 分置兩試管中，於一個試管加入 5mL 水混勻，作為待測液，於另一個試管中加 5 mL 亞硫酸氫鈉混勻，作為參比溶液以參比溶液為對照，先後在 284 nm 和 336 nm 處測定待測液吸光值。
4. 判斷標準 (CNS 國家標準計算公式於實驗結果詳列)

(1) 一般蜂蜜：數值 40 以下

(2) 龍眼蜜：數值 30 以下

(七) 滴定法測定酸度

1 · 方法：酸度指中和每 100 g 蜂蜜試樣所需 1M 氫氧化鈉溶液的體積 (mL)

2 · 實驗過程：取試樣 10 g (準確至 0.01 g) 溶於 75mL 蒸餾水，加入 10g/L 酚酞指示劑，用 0.1 M 氫氧化鈉標準溶液滴定至淡粉紅色，若樣品顏色深或混濁，則改用電位滴定法，用氫氧化鈉溶液滴定至 pH 值為 8.3 (用 pH 值計檢測)

3 · 判斷標準 (CNS 國家標準計算公式於實驗結果詳列)

(1) 一般蜂蜜：50 以下

(2) 龍眼蜜：30 以下

(八) 綜合排名

將上述普通實驗方法依標準做出品質好與壞的蜂蜜分類，統計所有實驗結果，把 12 項蜂蜜排名。

五、光譜儀分析

(一) 光譜儀實驗 (以 RO 水為空白實驗)

1 · 方法：將固定比例的 RO 水和蜂蜜 (10 : 1) 混合，利用光譜儀得出譜線

2 · 實驗過程

(1) 取水 100 mL 及蜂蜜 10 mL 的量混合

(2) 以 RO 水為標準放入光譜儀

(3) 掃描波段 200 nm - 1100 nm，每 2 nm 掃描一次分析吸光度數據

伍、研究結果及討論

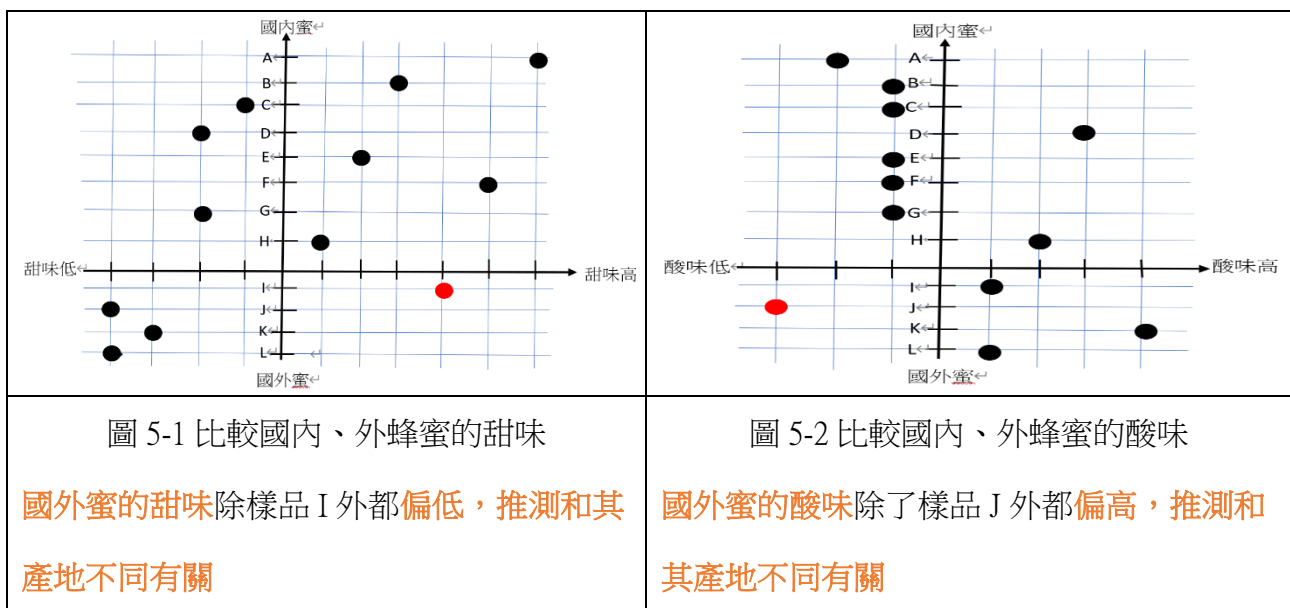
一、蜂蜜口感品評結果紀錄與討論

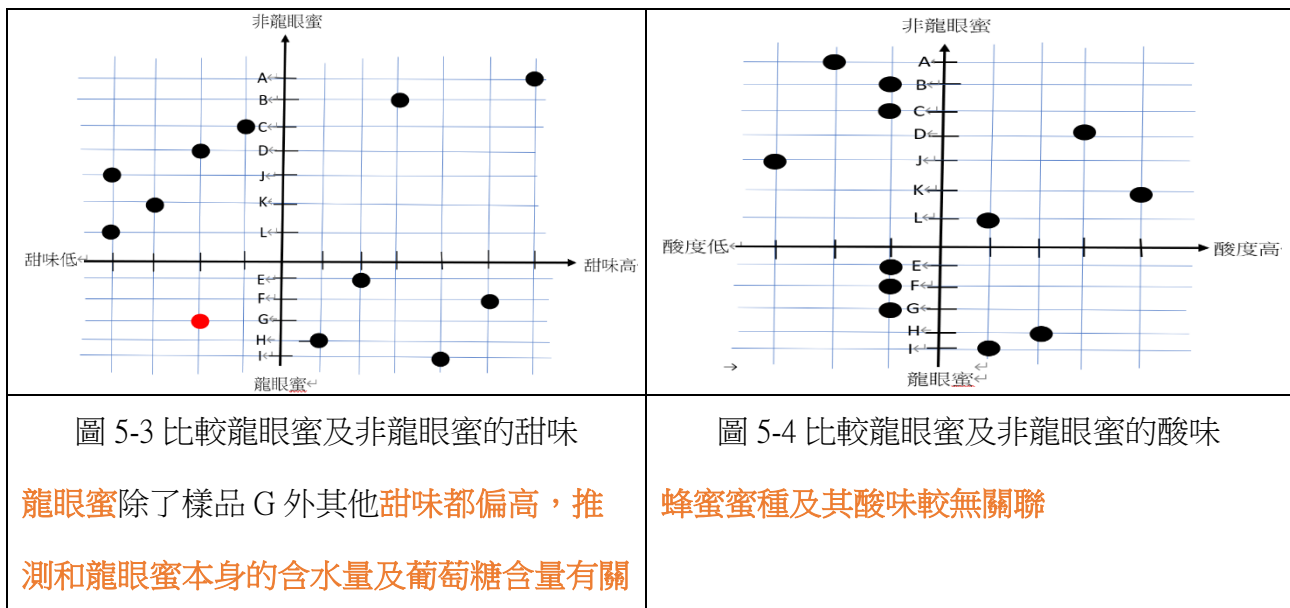
將 15 位同學及老師給出的評論做統計得出各種蜂蜜的風味及口感如下表。

表 5 - 1 蜂蜜口感評比紀錄(彩色為龍眼蜜)

	甜味 (0~5 分)	酸味 (0~5 分)	香氣 (文字描述)	色澤 (文字描述)	冰箱冷藏一周 有無結晶
A	3.5	0.4	淡花香	淡黃	有結晶
B	3.1	0.5	果香、藥味	黃	
C	2.6	0.5	花香	淡黃	有結晶
D	2.3	1.5	果酸	深黃	
E	2.9	0.5	花香	淡黃	
F	3.4	0.5	甜味	黃	
G	2.3	0.5	淡花香	淺黃	
H	2.8	1.3	果香	黃色偏橘	
I	3.2	0.6	花香、甜味重	淡黃	
J	1.5	0.3	茶味、甜香	淡黃像綠茶	
K	2.1	1.6	果香	黃白色像檸檬汁	
L	1.5	0.6	幾乎無氣味	幾乎無色	有結晶

表 5 - 2 蜂蜜口感十字分析法





(一) 結果討論：

1. 根據養蜂協會資料：正常龍眼蜜（有顏色標示之樣本）不會出現結晶狀態，因龍眼蜜的葡萄糖含量較台灣另種常見的荔枝蜜來的低，而葡萄糖是導致蜂蜜結晶最主要的原因，所以網路上流傳「真蜂蜜不會結晶」的說法應該只適用於龍眼蜜。但若其他蜂蜜也無出現結晶狀況，推測其蜜種所含的葡萄糖量也較低。
2. 根據訪談蜂農得知：影響蜂蜜口感的最主要原因是產地的氣候，像是產地雨量和酸度相關，而甜度則會與果糖及葡萄糖含量相關。

二、蜂蜜物化性質檢測結果與討論

(一) 花粉粒觀察實驗

1. 測定結果

每克純蜂蜜的花粉數目應大於 2000 個，但實測後每克所含的花粉數差異甚大（0- 3200 個之間），顯示市售標示純蜜但可能多為調和蜜導致數量不符預期。

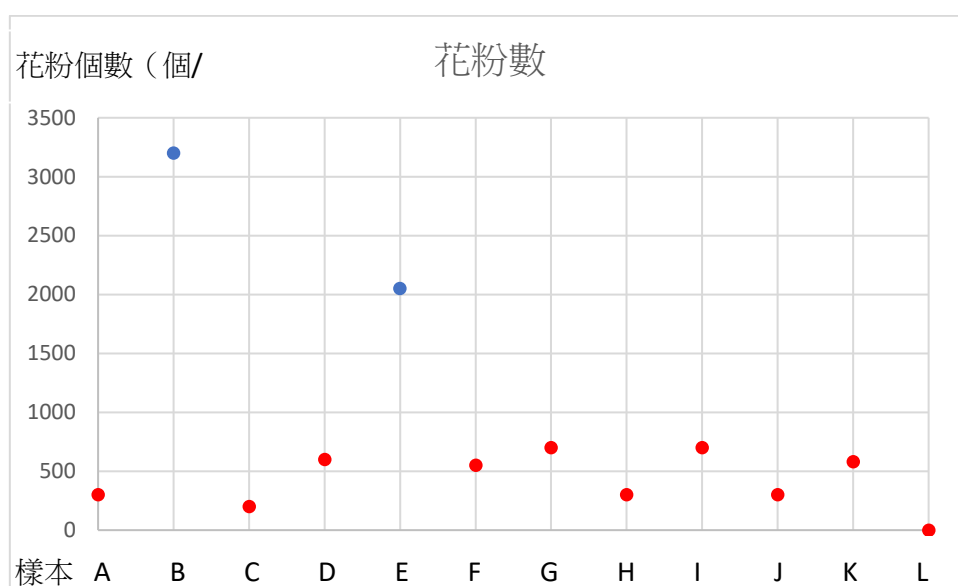
2. 結果討論

花粉檢測是實驗室裡最穩當的檢驗方式之一，理論上更可依據每種源植物之花粉蛋白質成分、花粉大小、形狀與數量多寡可測知此蜜是否為特定蜜種。然而有些植物花粉較少如蒲公英、咸豐草，甚至甘露蜜裡更可能完全無花粉，測定時需要考慮有無混蜜的可能。依養蜂協會資料台灣龍眼蜜花粉含量每 1 公克蜂蜜中應含有 1 毫克，若花粉數過少懷疑可能是混充廉價的泰國蜂蜜之調和蜜。

表 5-3 花粉粒數測定及顯微鏡觀測描述

名稱	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
花粉數	300	3200	200	600	2050	550	750	300	700	300	580	0
描述	結晶 紋理	小粒 且聚 集	多氣 泡	雜質 少	細線 狀	雜質 少、 長條 型	雜質 少	雜質 少	雜質 少	不規 則、 雜質 多	細線 狀	有結 晶

表 5-4 花粉數點布圖（紅點代表不符合標準）



顯微鏡觀測花粉照片

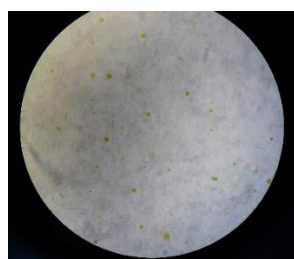


圖 5-1 蜂蜜 B/花粉數多

圖 5-2 蜂蜜 F/花粉數中等

圖 5-3 蜂蜜 L/毫無花粉

(二) 蜂蜜中是否含有葡萄糖氧化酶的檢測

1. 測定結果

- (1) 葡萄糖氧化酶能保護現採蜂蜜不受細菌侵害。此氧化酶怕熱，所以蜂蜜須保存在陰涼處或冰箱內，忌諱曝曬於太陽光下。
- (2) 經過觀察發現，12 種蜂蜜在滴入雙氧水前 30 秒並無劇烈起泡反應，

但經約 10-20 分鐘後，可以在多數蜂蜜表面上觀察到大量起泡情形。

2. 結果討論

台灣市售蜂蜜都有一定的品質標準把關，檢測樣品不可能完全不含蜂蜜成分，但有可能因為價格成本考量混入果糖，導致酵素濃度下降，亦有可能是因為本國蜂蜜在加工過程有加熱脫水濃縮的步驟，將破壞葡萄糖氧化酶的含量，導致起泡情況不如預期。

表 5-5 葡萄糖氧化酶檢測照片













A	B	C	D
			
氣泡極少量、聚集	氣泡少量、分布均勻	氣泡超密集、很多	氣泡明顯、密集
×	×	○	○
E	F	G	H
			
氣泡些微、少量	氣泡些微、少量	氣泡明顯	氣泡明顯、密集
×	×	○	○
I	J	K	L
			
氣泡明顯、有點鬆散	氣泡明顯、密集	幾乎無氣泡	氣泡少、有蜂巢碎片
○	○	×	×

(三) 蜂蜜中是否含有澱粉成分的檢驗

1. 測定結果：經過我們觀察發現，12 種蜂蜜全無顏色變化，可以得知蜂蜜中都無澱粉成分。

2 · 結果討論：經本實驗確認 12 項樣品中並沒有用澱粉液添加造假的情形

表 5 - 6 澱粉檢測結果

A	B	C	D
			
無顏色變化	無顏色變化	無顏色變化	無顏色變化
○	○	○	○
E	F	G	H
			
無顏色變化	無顏色變化	無顏色變化	無顏色變化
○	○	○	○
I	J	K	L
			
無顏色變化	無顏色變化	無顏色變化	無顏色變化
○	○	○	○

(四) 密度測量實驗

1 · 結果測定

(1) 蜂蜜密度和其波美度有關。蜂蜜波美度也就是其濃度，易受溫度、產地、蜜種、釀蜜時間及含水量多寡的影響。

(2) 經過我們觀察發現，12 樣蜂蜜的密度大約都在 1.4g/cm^3 上下，考量濕度和溫度影響，我們取密度介於 $1.30 \sim 1.50 \text{g/cm}^3$ 歸類為真，超過則反之。

2 · 結果討論

一般 20°C 的時候，含水量 23%~17% 的蜂蜜，它的密度是在 $1.32\sim 1.44 \text{g/cm}^3$ 之

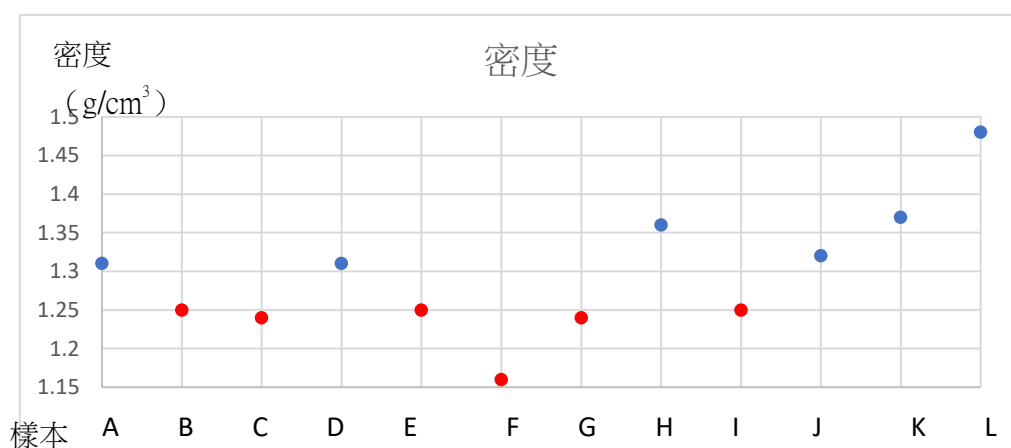
間，若蜂蜜密度偏低可能原因有二：

- (1) 蜂農為了增加經濟效益，縮短蜂蜜熟成搖蜜週期，這種不成熟的蜂蜜品質不高含水量較大，且容易發酵變質。
- (2) 蜂蜜加工製造後因為保存不當造成品質開始產生變異，會使蜂蜜的密度也有些許的改變。

表 5 - 7 密度檢測結果

名稱	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
密度 (g/cm ³)	1.31	1.25	1.24	1.30	1.25	1.16	1.24	1.36	1.25	1.32	1.37	1.48
標準	○	×	×	○	×	×	×	○	×	○	○	○

表 5 - 8 密度結果點布圖（紅點代表不符合標準）



(五) 蜂蜜中是否含有澱粉酶的檢測

1. 結果測定


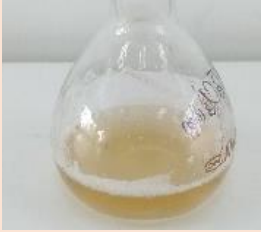
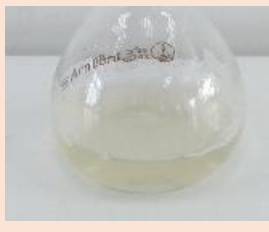

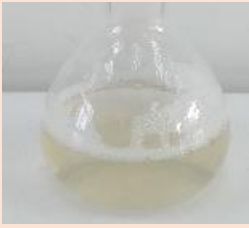





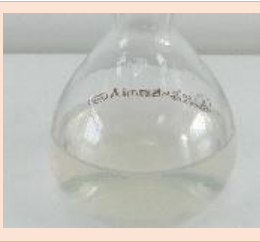

- (1) 蜂蜜中澱粉酶主要是蜂腺體所分泌。蜜源種類對澱粉酶含量也有影響。
- (2) 經過我們觀察發現，此 12 項樣本中，大多數蜂蜜都有起泡，依據起泡量本研究分為 1-5 級。在 3 級（含）以上的蜂蜜，我們歸類為真蜜。

2. 結果討論：

蜂農訪談中表示最簡單且明確的辨識蜂蜜真假的方法為搖晃起泡，且泡沫逾 30 分鐘以上能不會消散，才是品質佳的蜂蜜。經本研究檢視各蜂蜜都有起泡的情況，但泡沫形式和消散大有不同，推測應該與蜂蜜新鮮度和存放有關，而澱粉

酶多寡也可以做為蜂蜜營養成分含量指標。

表 5 - 9 澱粉酶檢測結果

A	B	C	D
			
氣泡超多/5 級	氣泡多/3 級	氣泡微量/2 級	氣泡很多/4 級
○	○	×	○
E	F	G	H
			
氣泡多/3 級	氣泡很多/4 級	氣泡微量/2 級	氣泡很多/4 級
○	○	×	○
I	J	K	L
			
氣泡很多/4 級	氣泡多/3.級	無氣泡產生/1 級	無氣泡產生/1 級
○	○	×	×

(六) 紫外分光光度法測定羥甲基糠醛 (HMF)

1 · 測定結果

一般而言，新鮮採收的蜂蜜不含有羥甲基糠醛（如附件一），加工及儲藏時間會使羥甲基糠醛含量增加。羥甲基糠醛含量較高的蜂蜜顏色較深，摻入人工糖漿也會導致其含量增加。所以羥甲基糠醛的檢測能夠反映新鮮度、加工處理是否失當或摻入人工轉化糖的質量指標之一。另外，12 樣蜂蜜中又以龍眼蜜

占最大宗，所以我們依照國家標準，分別比較了龍眼蜜和一般蜂蜜的標準。

$$2 \cdot \text{HMF 含量測定計算公式 } X = \frac{(E_{284} - E_{336}) \times 149.7 \times m_r \times V_m}{m_E \times V_N}$$

X：蜂蜜中 HMF 的含量 (mg/100g)

E_{284} ：於 284nm 波長下的吸光度

E_{336} ：於 336nm 波長下的吸光度

m_r ：設定的測量質量 (5g)

m_E ：實際測量質量 (g)

V_N ：設定的測試體積 (10mL)

V_m ：實際測量體積 (mL)

149.7：換算係數

3 · 結果討論

依照國家標準（一般蜂蜜：數值 40 以下、龍眼蜜：數值 30 以下），本實驗結果不合格率達 58%，甚至有部分樣本數值經 5 次反覆測試還是異常高出標準，對照產品外包裝多沒有明確保存期限，**我們認為市售蜂蜜尤其是路邊小販兜售的蜂蜜可能在新鮮度和保存上有很大的問題**，訪談領有產品標章的蜂農都會出具經過檢測的證明，其新鮮蜂蜜 HMF 都是未檢出，因此 HMF 是辨別蜂蜜品質極重要標準。

表 5 - 10 羧甲基糠醛檢測結果

名稱	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
數值	345	204	33	90	28	57	37	68	28	110	6	2
標準	×	×	○	×	○	×	×	×	○	×	○	○

(七) 滴定法測定酸度

1 · 測定結果

(1) 蜂蜜的酸度是來自於蜂蜜中的有機酸。儲存溫度、時間及水分含量皆會影響酸度高低，儲存時間越長酸度越高。

(2) 正常蜂蜜的 pH 值約在 4-5 左右，計算結果顯示，此 12 項蜂蜜酸度結果都符合標準。

2 · 酸度測定計算公式： $X = \frac{V \times N \times 100}{W}$

X：樣品中酸度

N：氫氧化鈉溶液的標準濃度，mol/L

V：滴定所耗氫氧化鈉標準溶液的量，ml

W：試樣質量 g

3 · 結果討論

蜂蜜樣本 pH 值從約 4.04 至 4.80 變化。這種高酸度有一部分是由於花蜜中所發現的酸，包括醋酸、丁酸、甲酸、乳酸。但主要來源是蜜蜂本身產生的。蜜蜂在野外採集花蜜後，將其攜帶在身體裡面，在那裡與葡萄糖氧化酶混合。在一個多步驟的過程中，該酶將葡萄糖氧化為葡萄糖酸內酯，然後再轉化成過氧化氫和葡萄糖酸。葡萄糖酸的酸度足以削弱甚至殺死許多微生物。**如果沒有其它因素，酸度可以減緩它們的生長和繁殖，但酸度過高則會影響蜂蜜風味，本次受測產品酸度都符合國家標準**（一般蜂蜜：50 以下、龍眼蜜：30 以下）

表 5 - 11 酸度檢測結果

名稱	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
pH 值	4.15	4.12	4.23	4.04	4.60	4.47	4.49	4.47	4.60	4.19	4.72	4.80
酸度	25	19	22	39	18	19	17	20	17	22	21	10
標準	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

（八）綜合排名與交叉比較分析

1 · 排名方式：

（1）將上述所有蜂蜜物化實驗測定結果依照合格總項數分成品質好、品質中等、品質差三組，如表 5 - 12。

（2）其次針對不同產地、蜜種及品質好壞分類，交叉分析其品質實驗結果。

但所有樣品澱粉檢測實驗及酸度檢測都符合標準，不再列入分項比較。

(3) 再跟光譜檢測結果最比對分析。

2 · 分析國內外蜂蜜差異：

由表 5 - 13 可發現，國外蜜在羧甲基糠醛檢測中多符合標準，相較於國內蜜只有樣品 C 及樣品 E 兩項符合標準，顯示此方法較其他對於國內外蜂蜜的分析有較好的效果，也表示**國內蜜常沒有保存期限，的確存在有新舊蜜混和以及蜂蜜新鮮度不明的疑慮。**

3 · 比較龍眼蜜與他種蜜：表 5-14 可知龍眼蜜在密度檢測中只有樣品 H 合格，

其他樣本密度偏低，推測龍眼蜜含水量愈高造成蜂蜜密度較低，再根據訪問專業蜂農後得知龍眼蜜較一般常見的荔枝蜜，水分略高且果糖及葡萄糖的含量方面確實較低，因此蜂蜜熟成時需控制水分在 19.5% 以下為佳。

4 · 觀測表 5 - 15 發現，**一般普通真假蜂蜜檢測法中，葡萄糖氧化酶及澱粉酶實驗的準確度較高，而且操作步驟簡易，不像其他檢測需使用到複雜的化學藥品，所以很適合民眾作為自己在家判斷真假蜂蜜的方法。**

5 · 蜂蜜中花粉粒的數目對蜂蜜品質的影響：通常蜂蜜的花粉數是最不容易造假、是值得信賴的檢測法之一，但最後品質較好的蜂蜜為甚麼也沒有達到標準呢？主要在於工蜂採收的花蜜種類不同所導致，也可能是混泰國進口蜂蜜。

6 · 表 5 - 16 中我們將蜂蜜品質結合不同產地、蜜種作比較，依上述分組再配合花粉數排出 12 樣蜂蜜中品質最好到最差的蜂蜜分析。**觀察十字分析圖發現：其實品質並不因產地、蜜種或是口感影響，彼此沒有一定的相關。**

7 · 評鑑蜜（樣本 E）在評比中的排名表現普通：根據蜂農說明評鑑蜜得先通過國家標準，才能參與評比，而最後的排名是以口感作為標準，所以特優的評鑑蜜雖然口感佳，但品質不一定最好。而 12 項樣品中唯一的評鑑蜜 E，在兩項國家標準中都有通過，但最後被分類為品質中等，**可見評鑑蜜的品質檢測項目雖然不都是最佳，但都有基本的品質保障。**

表 5 - 12 各種蜂蜜做普通物化實驗檢測總表

名稱	花粉粒	葡萄糖 氧化酶 實驗	碘液實 驗	密度實 驗	澱粉酶 實驗	羥甲基 糠醛實 驗	酸度實 驗	綜合
A	300	不符合	符合	符合	符合	不符合	符合	品質中等
B	3200	不符合	符合	不符合	符合	不符合	符合	品質差
C	200	符合	符合	不符合	不符合	符合	符合	品質中等
D	600	符合	符合	符合	符合	不符合	符合	品質好
E	2050	不符合	符合	不符合	符合	符合	符合	品質中等
F	550	不符合	符合	不符合	符合	不符合	符合	品質差
G	750	符合	符合	不符合	不符合	不符合	符合	品質差
H	300	符合	符合	符合	符合	不符合	符合	品質好
I	700	符合	符合	不符合	符合	符合	符合	品質好
J	300	符合	符合	符合	符合	不符合	符合	品質好
K	580	不符合	符合	符合	不符合	符合	符合	品質中等
L	0	不符合	符合	符合	不符合	符合	符合	品質中等

表 5 - 13 國內外蜂蜜比較

名稱	國外蜜				國內蜜							
	I	J	K	L	A	B	C	D	E	F	G	H
花粉粒	700	300	580	0	300	3200	200	600	2050	550	750	300
葡萄糖氧化酶實驗	○	○	×	×	×	×	○	○	×	×	○	○
密度實驗	×	○	○	○	○	×	×	○	×	×	×	○
澱粉酶實驗	○	○	×	×	○	○	×	○	○	○	×	○
羥甲基糠醛實驗	○	×	○	○	×	×	○	×	○	×	×	×

表 5 - 14 龍眼蜜及非龍眼蜜比較

名稱	龍眼蜜					非龍眼蜜						
	E	F	G	H	I	A	B	C	D	J	K	L
花粉粒	2050	550	750	300	700	300	3200	200	600	300	580	0
葡萄糖氧化酶實驗	×	×	○	○	○	×	×	○	○	○	×	×
密度實驗	×	×	×	○	×	○	×	×	○	○	○	○
澱粉酶實驗	○	○	×	○	○	○	○	×	○	○	×	×
經甲基糠醛實驗	○	×	×	×	○	×	×	○	×	×	○	○

表 5 - 15 綜合排名+分組比較

名稱	品質好的組				品質中等的組				品質差的組			
	D	H	I	J	A	C	E	K	L	B	F	G
花粉粒	600	300	700	300	300	200	2050	580	0	3200	550	750
葡萄糖氧化酶實驗	○	○	○	○	×	○	×	×	×	×	×	○
密度實驗	○	○	×	○	○	×	×	○	○	×	×	×
澱粉酶實驗	○	○	○	○	○	×	○	×	×	○	○	×
經甲基糠醛實驗	×	×	○	×	×	○	○	○	○	×	×	×

表 5 - 16 綜合比較

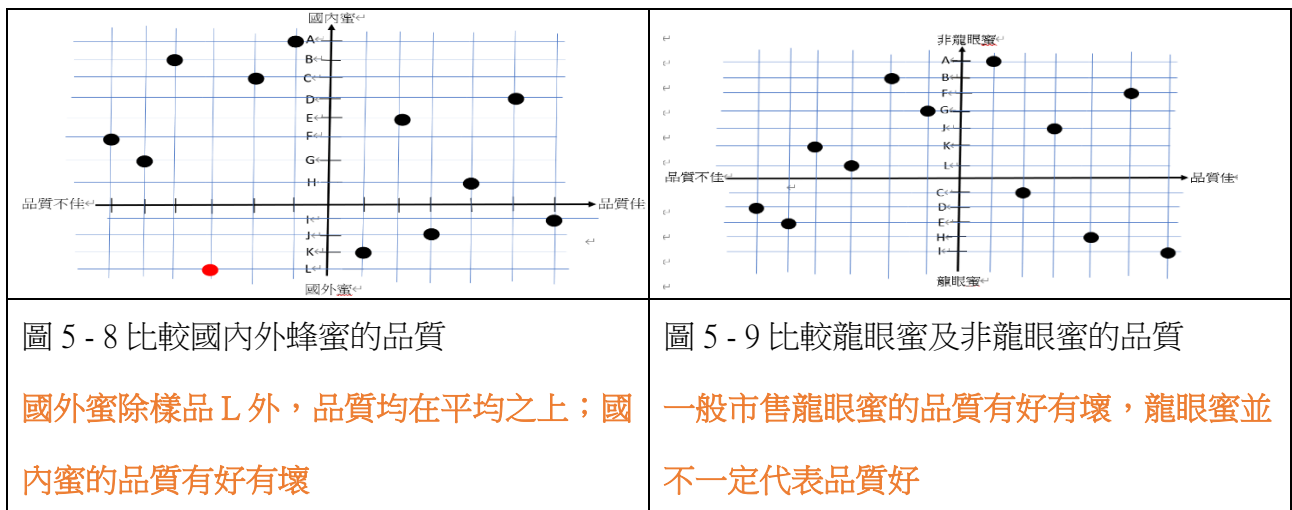


圖 5 - 8 比較國內外蜂蜜的品質

國外蜜除樣品 L 外，品質均在平均之上；國內蜜的品質有好有壞

圖 5 - 9 比較龍眼蜜及非龍眼蜜的品質

一般市售龍眼蜜的品質有好有壞，龍眼蜜並不一定代表品質好

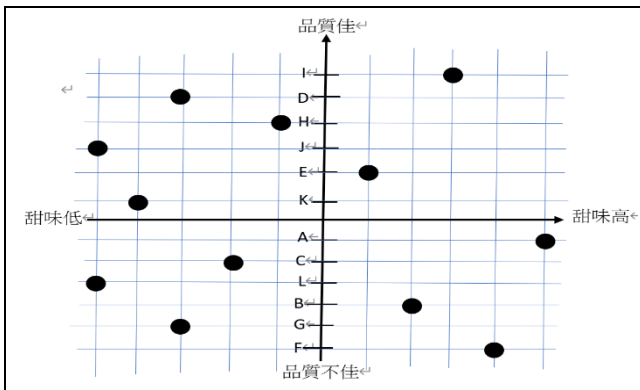


圖 5 - 10 比較品質好壞蜂蜜的甜味

品質的好壞與其蜂蜜的甜味無關

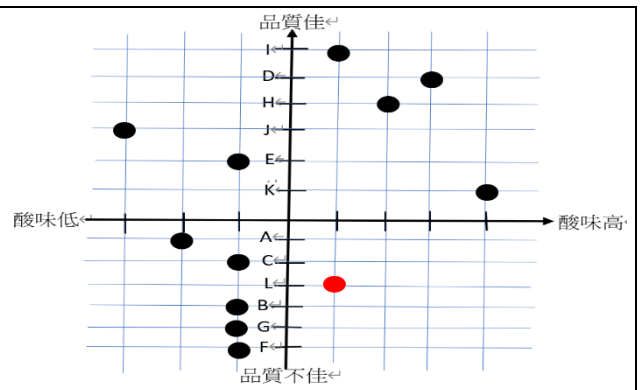


圖 5 - 11 比較品質好壞蜂蜜的酸度

品質不佳的蜂蜜除樣品 L 外，其他蜂蜜的酸味均偏低。

三、光譜吸收度記錄分析蜂蜜（以水為空白實驗）

（一）蜂蜜光譜在波長 200 nm - 1100 nm 變化分析

- 1 · 吸光值較高處約在 250 nm - 380 nm
- 2 · 蜂蜜在 750 nm - 1100 nm 處譜線相近
- 3 · 蜂蜜均在 250 nm 處吸光度開始大幅上升

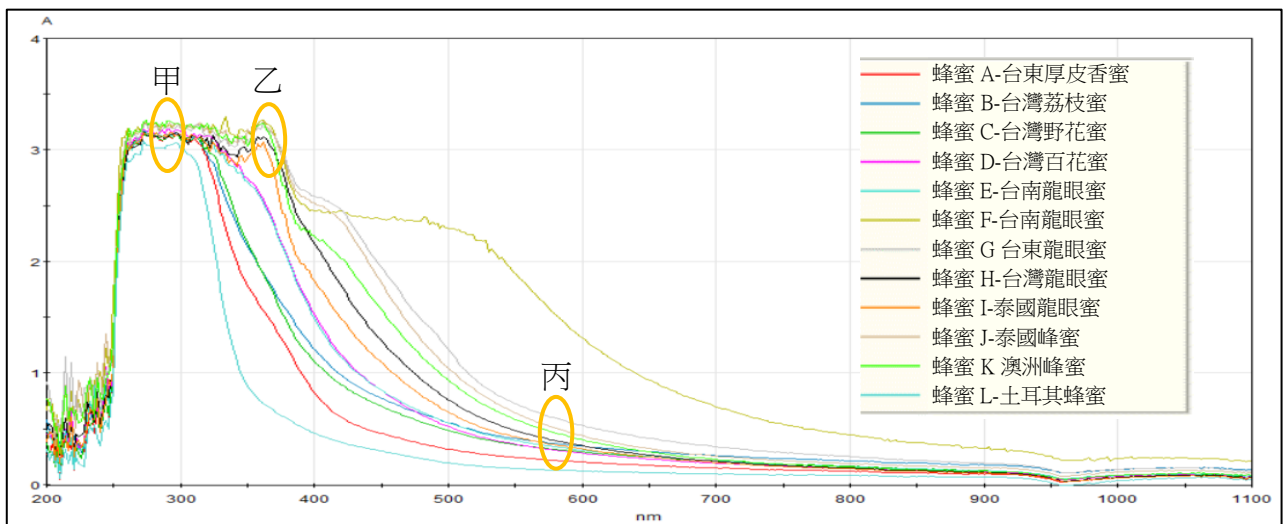


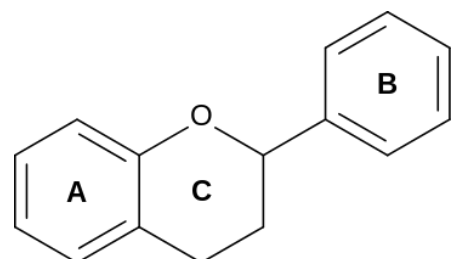
圖 5 - 12 所有蜂蜜光譜圖

（二）甲區分析如圖 5 - 13：花粉粒中含有黃酮類化

合物，黃酮類化合物，一般是具有兩個苯環

（A-環和 B-環）通過中央三碳鍵（C-鏈）相互連

接而成的一系列化合物(如右圖示)。而 272 nm



是苯環的吸收峰，所以在波長 272nm，其吸光值愈高，花粉粒的含量就愈高。

像是蜂蜜 B 是 12 項蜂蜜中花粉粒最多的，在 272 nm 下的吸光值也最高，反觀花粉粒只有 0 顆的蜂蜜 L，其吸光值則最低。

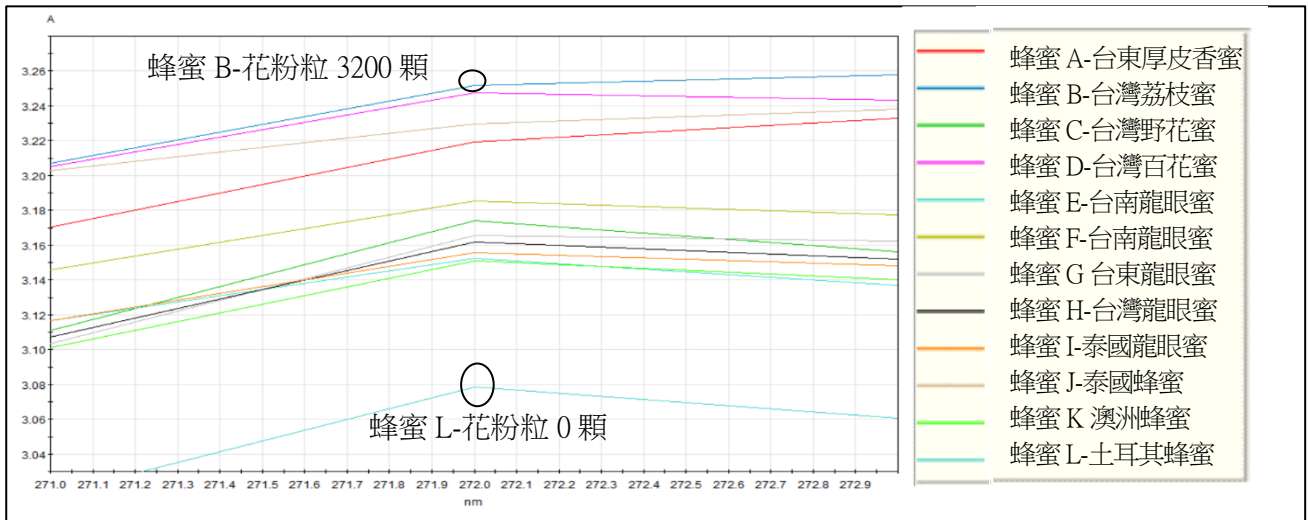


圖 5 - 13 272nm 波長（甲區）吸光值比較圖

（三）乙區分析如圖 5-7：觀察發現，經綜合排行後品質最好的蜂蜜 D、H、I、J，及花粉數最多的蜂蜜 B，和品質中上的蜂蜜 A，他們在 362nm 下吸光值同時上升後會大幅下降（其他蜂蜜大約在 330nm 處吸光值就開始大幅下降）。此段波長是多酚類最強烈的吸收峰，酚類物質是蜂蜜中重要的生物活性成分，具有抗氧化性，能預防和治療多種疾病。品質較好的蜂蜜其酚類物質含量較高，對人體的幫助大，所以推測，品質好的蜂蜜在營養成分含量上也較其他樣本為佳。

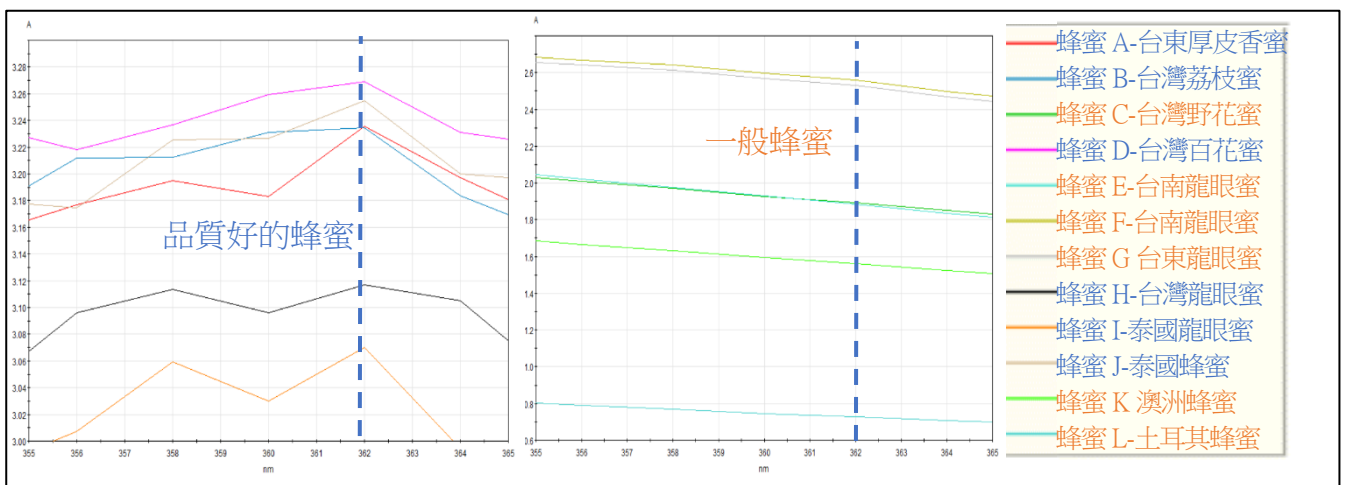


圖 5 - 14 362nm 波長（乙區）吸光值比較圖

(四) 丙區分析如圖 5 - 15：龍眼蜜吸光值在 12 項蜂蜜中都屬於中間值，吸光值較高的多屬台灣產的百花蜜、厚皮香蜜、荔枝蜜，而吸光值較低的是澳洲及土耳其這兩個溫帶國家所產的蜂蜜，推測產地會影響蜂蜜的吸光值變化。

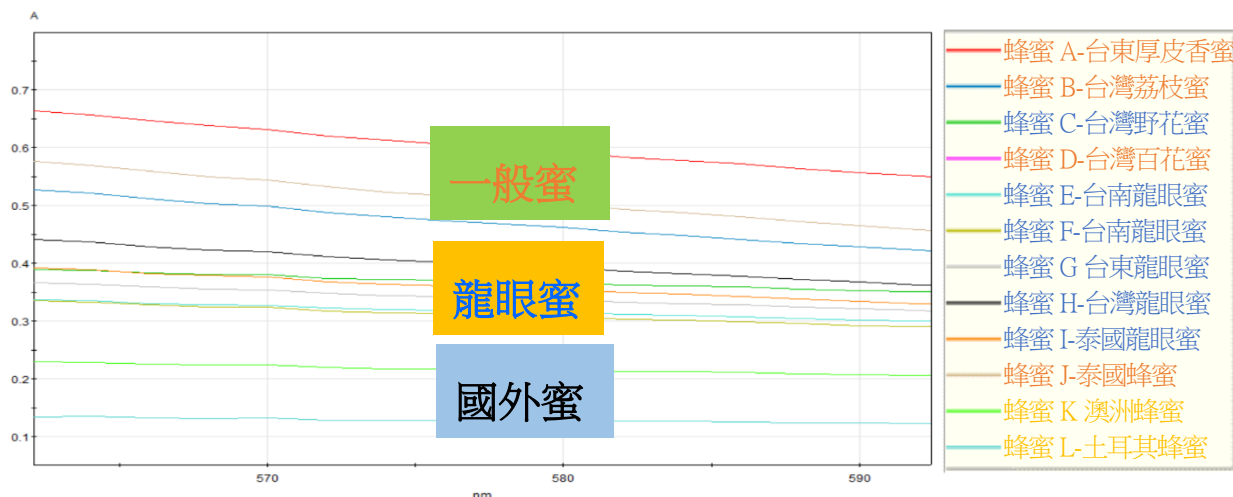


圖 5 - 15 550nm-600nm 波長（丙區）吸光值比較圖

四、光譜吸光值迴歸分析研究

(一) 迴歸分析方法與步驟：

1. 選定分析波長範圍：觀察整體吸光值變化後，決定以 200nm-250nm 及 290nm - 390nm 兩區域作分析，因為各樣本在此兩波長範圍的吸光值差異較大
2. 選定參考標準：分別以蜂蜜樣本 I（在上述物化檢測法中屬於品質最好的蜂蜜）、樣本 E（評鑑蜜）、樣本 B（花粉粒最多的蜂蜜）各波長吸光值為參考值，做三次迴歸分析比較。
3. 步驟：將 12 種蜂蜜樣本在選定波長範圍的吸光度每 2nm 記錄一次，利用 EXCEL 程式與上述三組參考值吸光度做迴歸分析，得出相關係數 R。定義兩光譜波長區域 R^2 值皆 >0.85 視為蜂蜜組成相似度極高，兩波段 R^2 值皆 >0.7 視為蜂蜜組成相似度中等，若兩波段 R^2 都小於 0.7 則視為蜂蜜成分差異極大。

(二) 迴歸分析結果

1. 無論是經由一般物化實驗、光譜圖譜曲線或是迴歸分析 R^2 ，品質好的蜂蜜的相關度都極高。但龍眼蜜間互相比較，不同品質龍眼蜜的相關性就偏低，推測在台灣標示的以樹種為名的蜂蜜商品只能做為參考，蜜蜂在採取花蜜並不侷限在

一區，且台灣蜂農常逐花而居，或是部分業者會添加利用國外蜜或果糖調製而成的調和蜜，光譜因其他蜜源摻入而明顯呈現不同變化。

- 2 · 根據迴歸分析發現：**品質好的蜂蜜在 290 nm-390 nm 下非常相似**，但其中蜂蜜 A、B、J 在 200 nm-250 nm 與其他品質好的蜂蜜相關度較低，這三項蜂蜜在物化實驗中羧甲基糠醛檢測的結果都超出國家標準非常多。影響羧甲基糠醛的數值原因有：不當的加工方式或摻雜混蜜，因此推斷此三項蜂蜜雖然品質好，但因不當加工造成其數值過高。
- 3 · 樣品 L：此樣品在迴歸分析的結果與其他蜂蜜都無雷同處，雖然樣品 L 在綜合排名中屬於第二組，但經光譜分析發現，他與品質好、得過獎的蜂蜜做比較後的關聯性太低，因此我們判定他可能摻雜過多的混蜜。

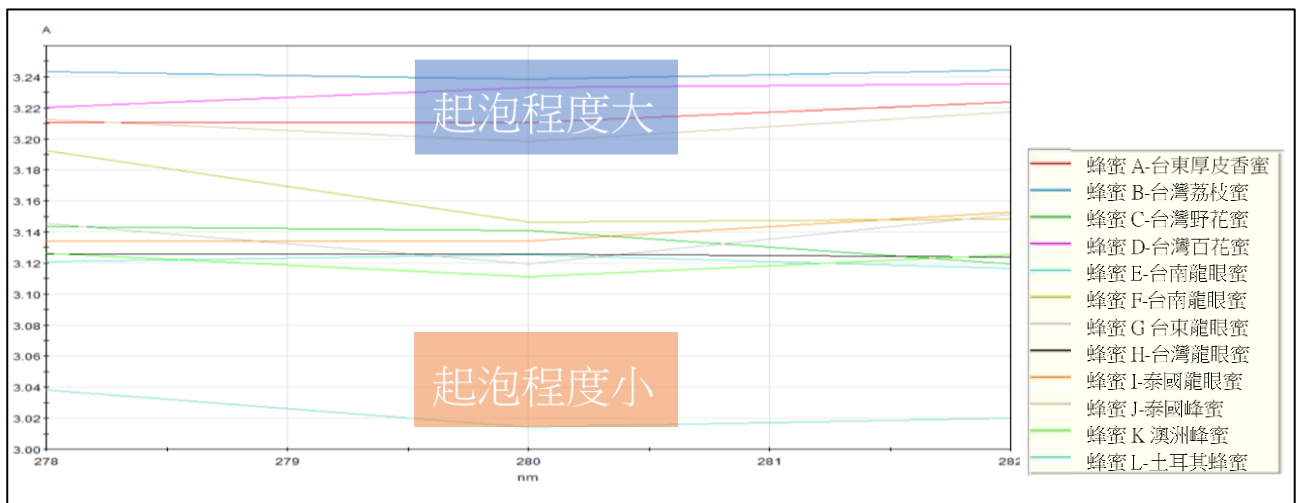
表 5 - 18 光譜數據迴歸分析總表

以 E (評鑑蜜) 為標準				以 B (花粉粒最多) 為標準				以 I (物化性質最佳) 為標準			
200-250nm		290-390nm		200-250nm		290-390nm		200-250nm		290-390nm	
樣品	R ² 值	樣品	R ² 值	樣品	R ² 值	樣品	R ² 值	樣品	R ² 值	樣品	R ² 值
A	0.429	A	0.475	A	0.581	A	0.920	A	0.458	A	0.916
B	0.743	B	0.585	C	0.634	C	0.542	B	0.71	B	0.981
C	0.786	C	0.992	D	0.708	D	0.956	C	0.825	C	0.624
D	0.748	D	0.471	E	0.743	E	0.585	D	0.762	D	0.933
F	0.862	F	0.942	F	0.707	F	0.773	E	0.856	E	0.662
G	0.894	G	0.941	G	0.613	G	0.777	F	0.846	F	0.830
H	0.881	H	0.548	H	0.817	H	0.963	G	0.804	G	0.836
I	0.855	I	0.662	I	0.718	I	0.981	H	0.866	H	0.963
J	0.651	J	0.510	J	0.638	J	0.952	J	0.635	J	0.952
K	0.887	K	0.973	K	0.697	K	0.497	K	0.826	K	0.581
L	0.915	L	0.867	L	0.697	L	0.338	L	0.833	L	0.423

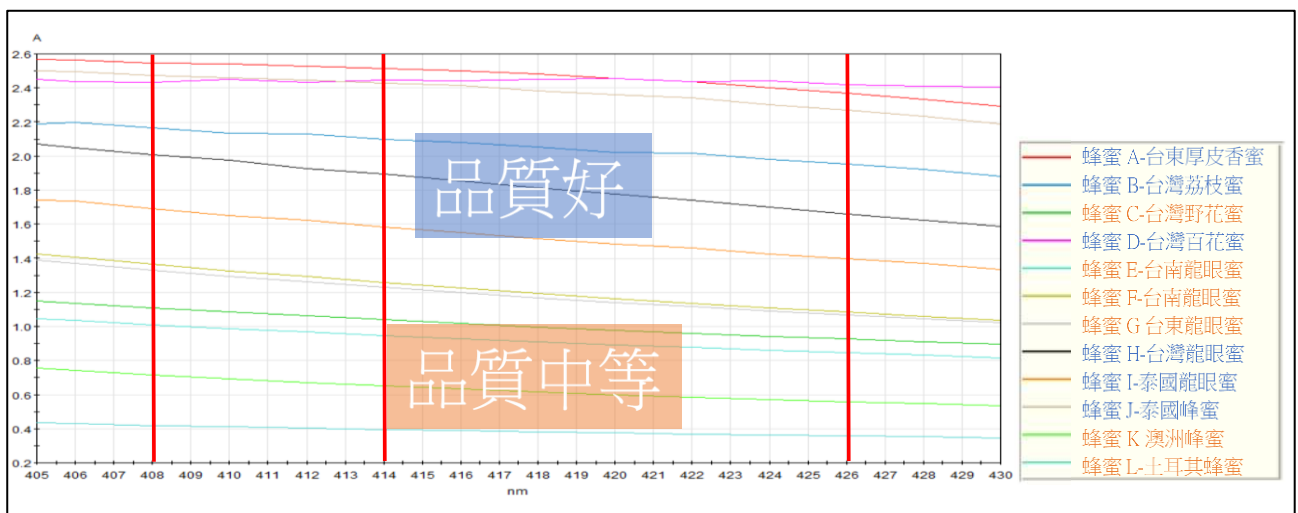
五、鑑別蜂蜜性質的特定光譜波長研究發現

(一) 280nm：芳香族胺基酸在 280nm 波長附近有最大的紫外光吸收度，由於大多數蛋白質含有這些胺基酸殘基，胺基酸殘基數與蛋白質含量成正比，故通過對 280nm 波長的紫外吸光度的測量可對蛋白質溶液進行定量分析。

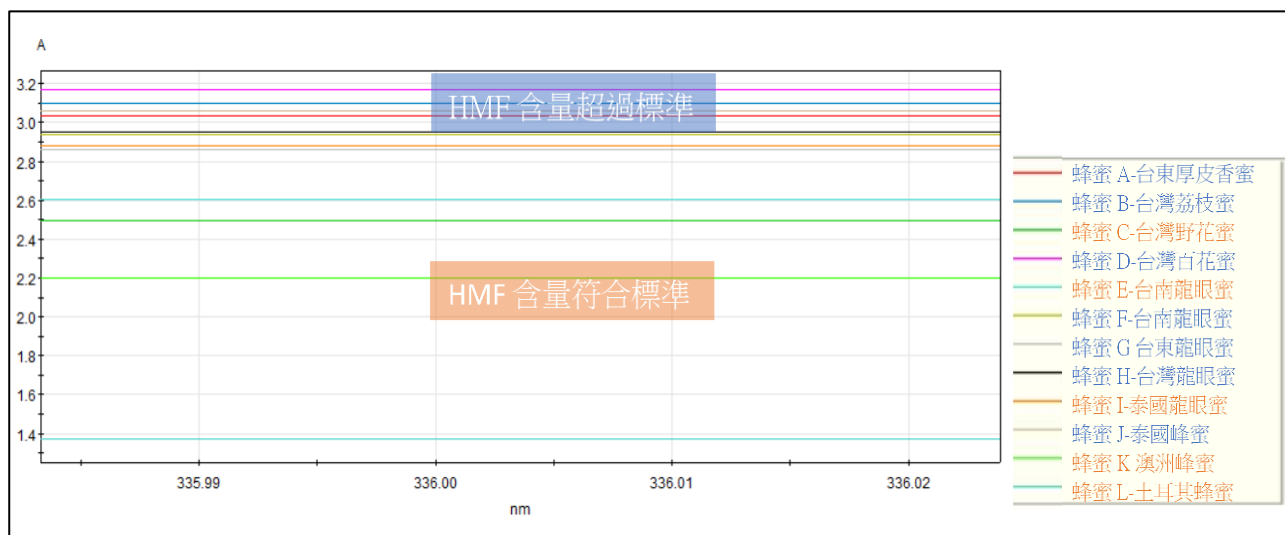
比較 12 個蜂蜜樣本在 280 nm 的吸光值發現，此波長吸收度與澱粉酶實驗結果呈現正相關。其中吸光值較低的蜂蜜 K 及 L，在澱粉酶實驗中都未通過；蜂蜜 B、D、A 及 J 的吸光值較高，在澱粉酶實驗中的起泡程度也較大。



(二) 408nm、414nm 及 426nm 此三個波長屬於可見光部分，其能量較強與電子的震動有關。本研究認為也可作為鑑驗蜂蜜品質的標準之一，觀察發現，在此三段波長下，品質好的蜂蜜的吸光值都偏高，而一般市售蜜的吸光值偏低，所以此三段波長可以有效分辨蜂蜜的品質。



(三) 336nm 附近吸光值與羧甲基糠醛含量出現正相關：觀察下圖發現，其中蜂蜜 A、B、D、F、H、J 的羧甲基糠醛含量都不符合 CNS 國家標準，且超過標準許多，其在光譜檢測中 336nm 下的吸光值也高於其他蜂蜜；反觀蜂蜜 K 和 L，其 HMF 含量分別是 6 和 2，在 336 nm 下的吸光值就較其他低了許多



陸、結論

- 一、坊間蜂蜜業者所有的方法都無法辨識蜂蜜的品質、蜜種真偽、產地。
- 二、各項物化實驗僅能檢測蜂蜜品質，無關於蜂蜜口感或是蜜種和產地，各項物化實驗都有其對應的品質因素，選擇蜂蜜應選擇通過檢驗的認證蜂蜜為基本保障。
- 三、光譜儀的實驗結果結合迴歸分析可以很有效分辨出蜂蜜的蜜種、產地及種類。
 - (一) 272 nm：黃酮類的苯環吸收峰，可以對應來檢測蜂蜜中花粉含量多寡。
 - (二) 280 nm：可對應出蛋白質（酵素）的含量，和搖晃起泡程度有正相關。
 - (三) 336 nm：此波長附近的吸光度可以對應 HMF 含量多寡進而判斷蜂蜜新鮮度。
 - (四) 362 nm：多酚類吸收峰，可以對應蜂蜜品質的好壞，品質佳的蜂蜜會出現峰值。
 - (五) 400 nm- 430 nm：可以判斷出品質好的蜂蜜吸光度相對偏高。
 - (六) 550 nm- 600 nm：可以看出龍眼蜜與其他蜂蜜的吸光度分布不同做為區別。
 - (七) 迴歸分析可以看出蜜種的差異做為區別，且品質差的蜂蜜與評鑑等級蜂蜜相關性極差，也可作為蜂蜜品質判斷標準。

- 四、**雙氧水起泡和搖晃泡沫程度**：本研究顯示兩實驗對於酵素的檢測為消費者判斷蜂蜜品質的最簡易方法。而具有國家標準的羧甲基糠醛實驗，是判斷蜂蜜新鮮度及加工過程是否適當重要檢測。
- 五、**口感評比無法辨識品質和產地**：實驗中評鑑蜜口感也無特別突出，所以一般人其實無法從口感評比中得出蜂蜜品質的好壞，也無法分辨出產地或是蜜種的差別，證明主觀的口感評鑑，與客觀的物化實驗及光譜實驗都無相關。
- 六、**市售蜂蜜不可能為純假蜜，但有可能填充果糖或國外蜜調和**：經自製假蜜實驗發現，用果糖調製的 100%假蜜，在實驗的結果較真蜜的落差實在太大，證明市售蜜中不存在 100%的人工假蜜，而根據蜂農表示，一般市售蜂蜜價格約落在 200-300 元間，但真蜜在平衡成本及收益後，價格 500 元，因此便宜蜂蜜中大多會摻入果糖或部分人工添加物。
- 七、**光譜技術可以彌補一般物化實驗在蜂蜜檢測能力的不足**：現有國家標準下，其實不肖業者只要調整成分出售就可輕易通過檢測，成為損害大眾權益的漏網之魚。光譜儀的分析結果不容易造假，所以藉由光譜儀技術分析蜂蜜的品質，有很高的可行性和便利性。

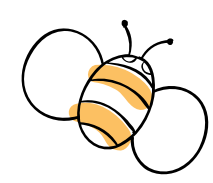
柒、參考文獻

- 一、行政院農業委員會蜂蜜主題館（2007/09/20）。<https://kmweb.coa.gov.tw/subject/subject.php?id=12589>
- 二、真蜂蜜也分好壞，由一個較波美度的東西決定（2016/01/23）每日頭條。取自 <https://kknews.cc/zh-tw/food/262g9y.html>
- 三、區少梅，許婷琬（2008）。利用電子鼻及電子舌分辨蜂蜜真假之研究。中臺科技大學食品科技研究所。取自 <https://hdl.handle.net/11296/h35sa6>
- 四、蜂蜜裡的酵素三~葡糖糖氧化酶（2014/08/24）。隨意窩日誌。取自 <https://blog.xuite.net/cls0117/twblog1/239743143-%E8%9C%82%E8%9C%9C%E8%A3%A1%E7%9A%84%E9%85%B5%E7%B4%A0%E4%B8%89~%E8%91%A1%E8%90%84%E7%B3%96%E6%B0%A7%E5%8C%96%E9%85%B6%28Glucose+Oxidase%29>

- 五、蜂蜜不純誰砍頭（2015/02/09）。上下游。取自
<https://www.newsmarket.com.tw/blog/65380/>
- 六、苯-維基百科。取自 <https://zh.m.wikipedia.org/zh-tw/%E8%8B%AF>
- 七、陳蘭珍，葉志華，趙靜（2012）。蜂蜜近紅外光譜檢測技術。中國輕工業出版社。
- 八、穆雪峰，徐響，孫麗萍，龐杰，沈新峰，黃蘭，何偉（2011）。蜂蜜中酚類物質及其抗氧化活性研究進展。
- 九、加工蜂蜜的目的不僅僅是濃縮，帶來的後果也不僅僅是營養流失（2017/01/11）。每日頭條。取自 <https://kknews.cc/zh-tw/health/6kqp2z3.html>
- 十、曹碧鳳。2002。蜂蜜真偽之鑑定及其品質之評做。國立屏東科技大學食品科學系碩士論文。
- 十一、陳宜君、劉士綸、林伯昌、區少梅。2007。以物化分析及線性鑑別分析判別攙假蜂蜜之研究。蜜蜂雜誌特刊-第六屆蜜蜂與蜂產品研討會專刊。P: 21-24。

【評語】 032906

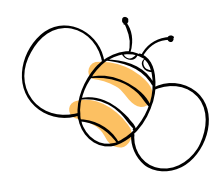
蜂蜜真假的檢驗方式多，可從文獻與網路上得知。本作品利用光譜分析的方法檢驗蜂蜜好壞，對於部分檢測結果進行背後原因的推測，實驗流程表達順暢，清楚易懂。“真蜜”的標準品是參考現有的物理化學測試方法決定，可加入”摻合蜜”的測試做為參考。在起泡實驗中，只以肉眼觀察起泡多寡，宜量化(例如氣泡完全消失時間)，使其具客觀性。



壹、摘要

可見光與紫外線光譜分析可以成功用於鑑定蜂蜜蜜種、產地，再結合傳統物化檢驗能快速簡單的判斷蜂蜜品質優劣。

本研究以12件國內外市售蜂蜜為材料，進行蜂蜜飲用口感品評、7項物化分析實驗且與CNS品質規範進行比較，再將其結果利用可見光與紫外線光譜儀測定進行相關性探討，**找出3個光譜範圍和3個特定波長可快速準確鑑別蜜種、產地和品質。發現可用光譜在特定波長的吸收峰來判斷蜂蜜相關營養成分含量多寡，例如在272 nm黃酮類化合物吸收峰來對應花粉含量。**

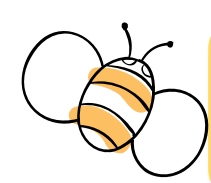


貳、研究動機與目的

一. 源自對於蜂蜜生態巨變的新聞和學習到食品科學檢驗的相關原理，想從(1)能否簡易的測定蜂蜜真假？(2)各種品質和價位的蜂蜜有何差異？(3)能否應用光譜分析在蜂蜜檢測上？三方面了解蜂蜜的秘密。

二. 具體研究目標：

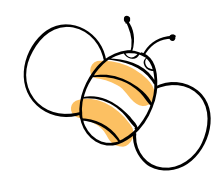
1. 相關性研究：了解各種檢測蜂蜜品質的標準與蜂蜜評鑑是否有相依性。
2. 光譜分析法準確度與實用性研究。
3. 找出簡易且可靠的蜂蜜摻假檢測方式。



參、研究樣本

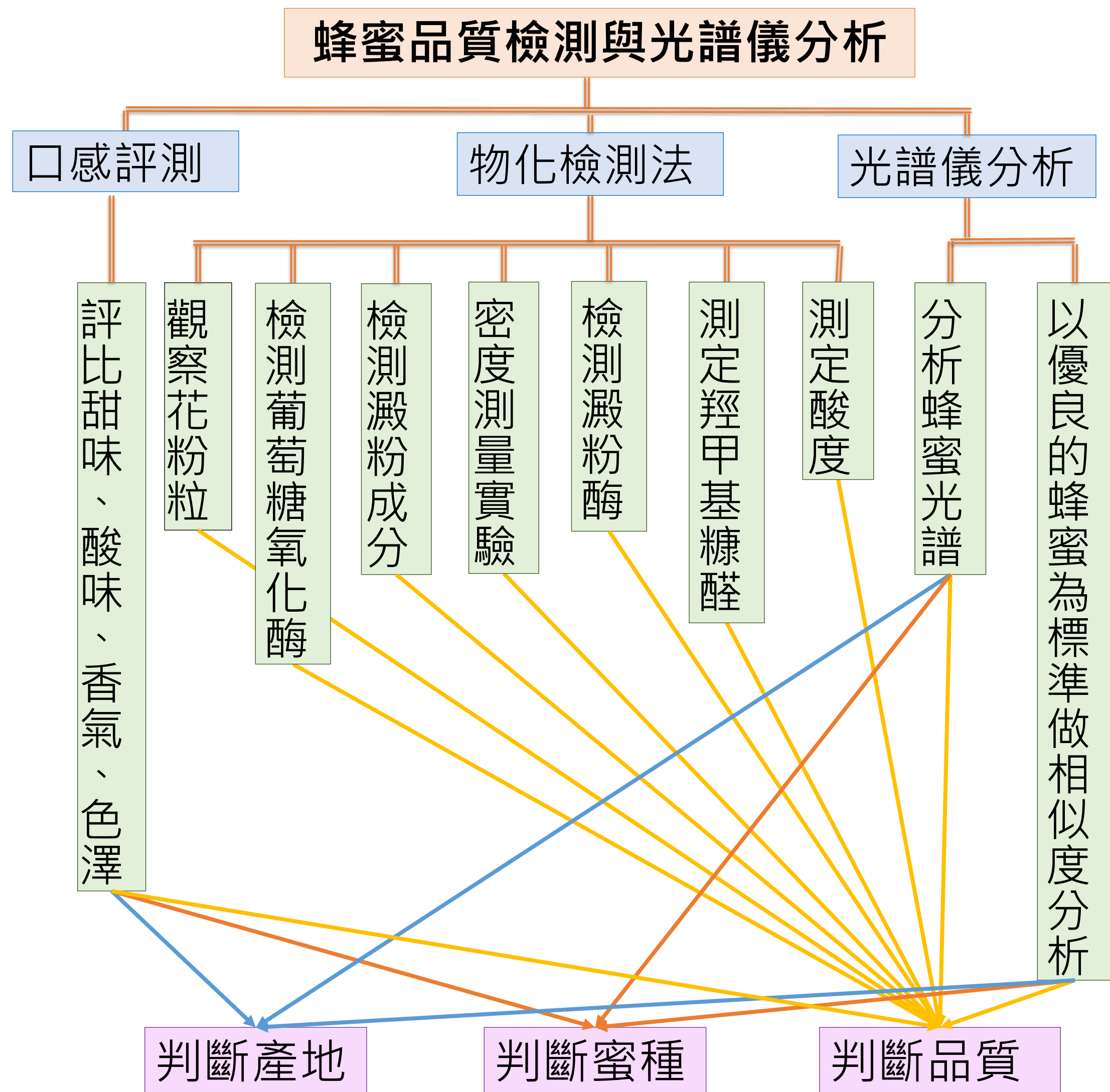
八種本土蜂蜜，四種進口蜂蜜
其中含龍眼蜜5項，其他蜜種7項

名稱	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
產地	台東	台灣	台灣	台灣	台南	台南	台東	台灣	泰國	泰國	澳洲	土耳其
種類	厚皮香蜜	荔枝蜜	野花蜜	百花蜜	龍眼蜜	龍眼蜜	龍眼蜜	龍眼蜜	龍眼蜜	蜂巢蜜	蜂巢蜜	蜂巢蜜



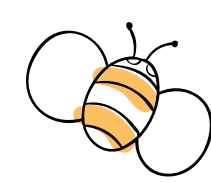
肆、研究方法與流程說明

一. 研究架構圖



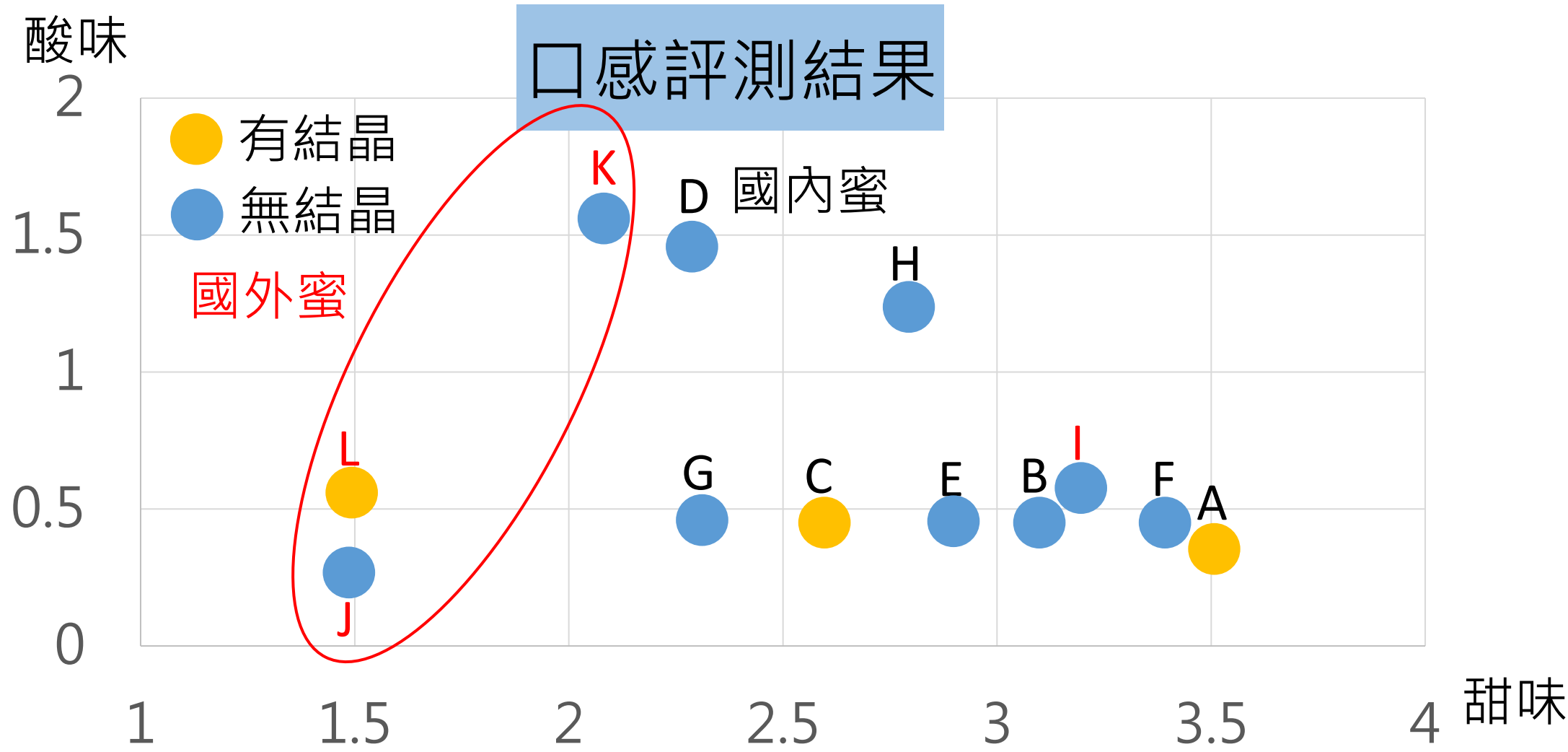
二. 關鍵研究方法說明

1. 依蜂蜜飲用口感評測：參照養蜂協會評鑑蜂蜜方法，請15受測者評比蜂蜜的香氣、色澤、甜味及酸味，選出最好喝的蜂蜜
2. 依蜂蜜CNS標準品質定量檢測：
 - A. 測定羥甲基糠醛 (HMF)：一般蜂蜜-檢測數值40以下，龍眼蜜-數值30以下
 - B. 測定酸度：一般蜂蜜-檢測數值50以下，龍眼蜜-數值30以下
3. 依養蜂協會建議：
 - A. 花粉顆粒數：真蜜每克應大於2000個
 - B. 葡萄糖氧化酶的檢測：加入雙氧水觀測氣泡產生情形
 - C. 澱粉酶的檢測：搖晃蜂蜜溶液觀察起泡量與消泡速度
4. 相關研究資料中簡易檢測法：
 - A. 密度測量 B. 是否含有澱粉成分測定
5. 利用光譜分析蜂蜜(200-1100nm吸光度)
 - A. 以上述檢測之品質優良蜂蜜為標準做相關度的分析
 - B. 找出特定波長能取代傳統檢測的方法

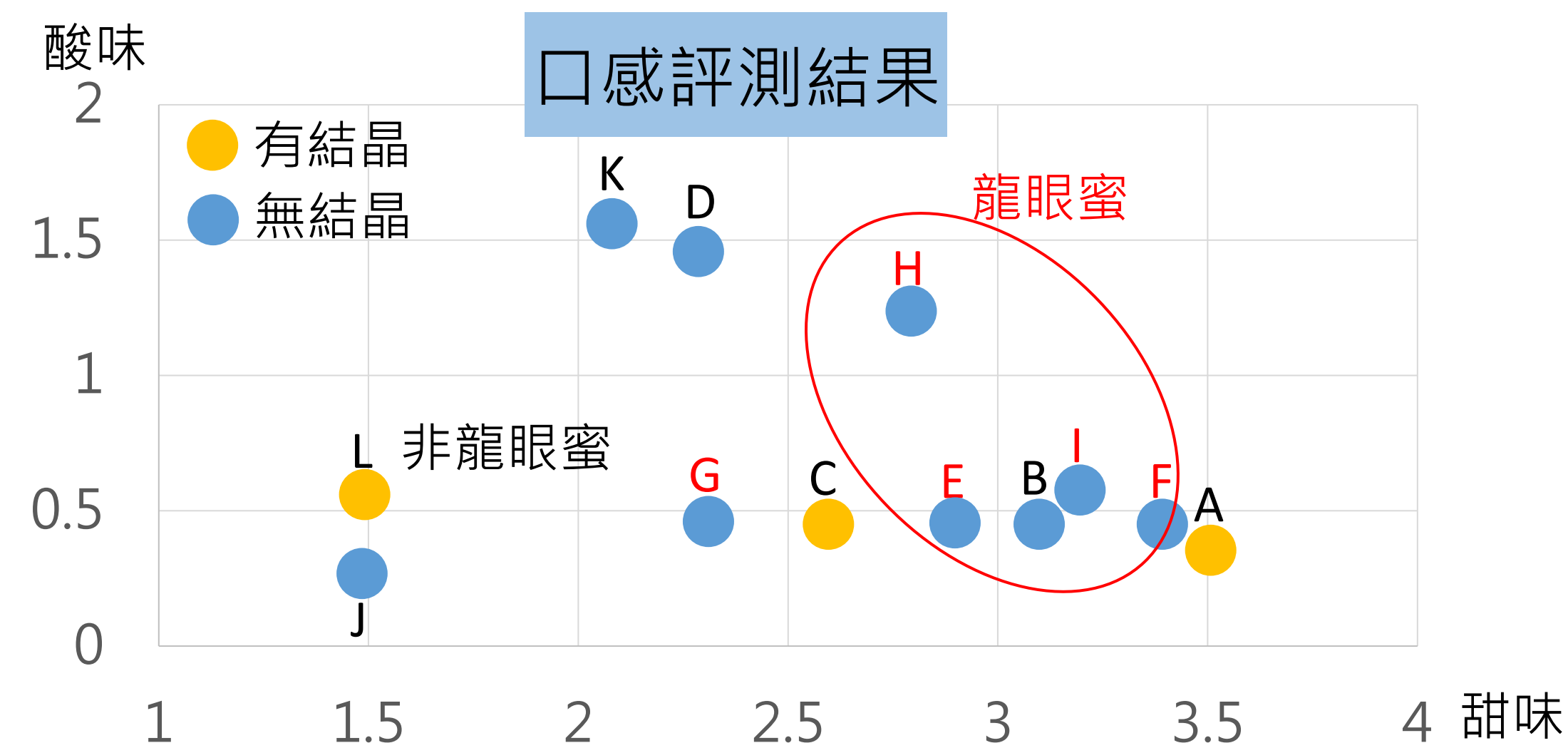


伍、研究結果與討論

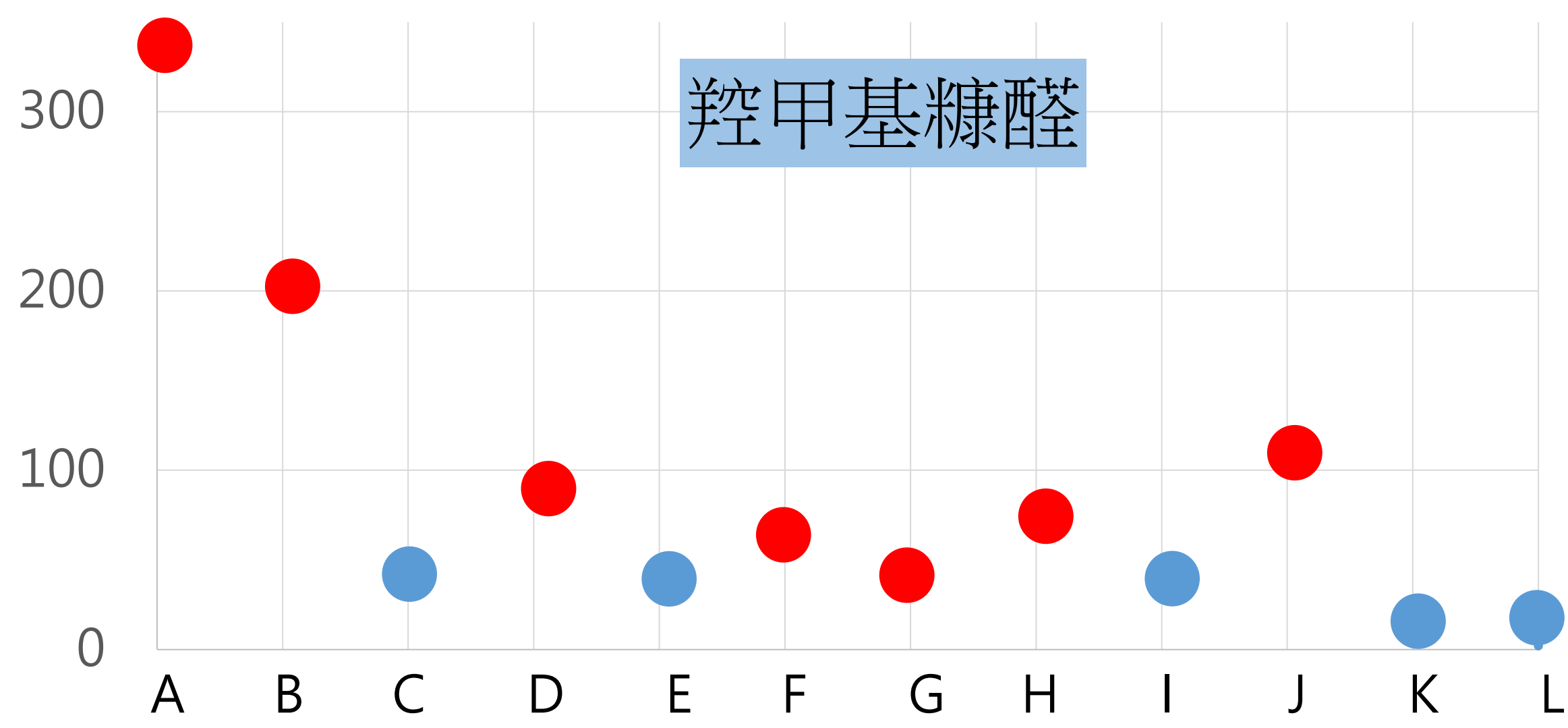
一. 口感評測中，國外蜜甜度偏低，推測與產地不同有關，也可能是台灣地區喜好甜度高的蜂蜜，所以釀蜜熟成有所不同。



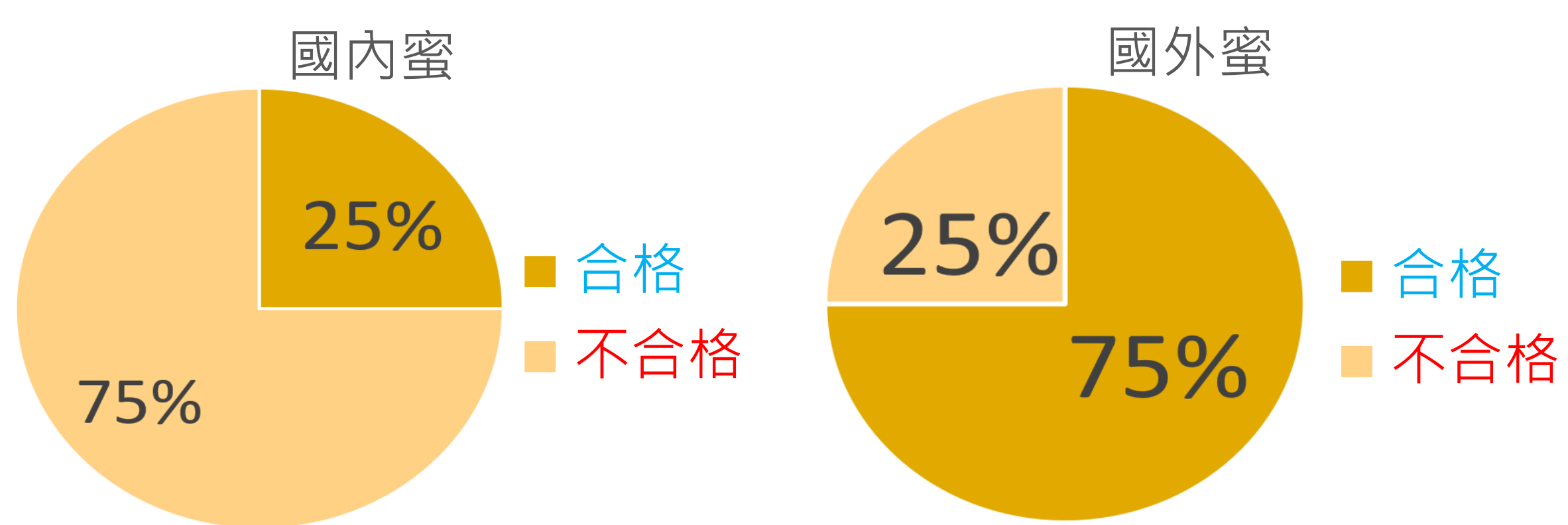
二. 口感評測中，龍眼蜜甜度偏高且較無酸味



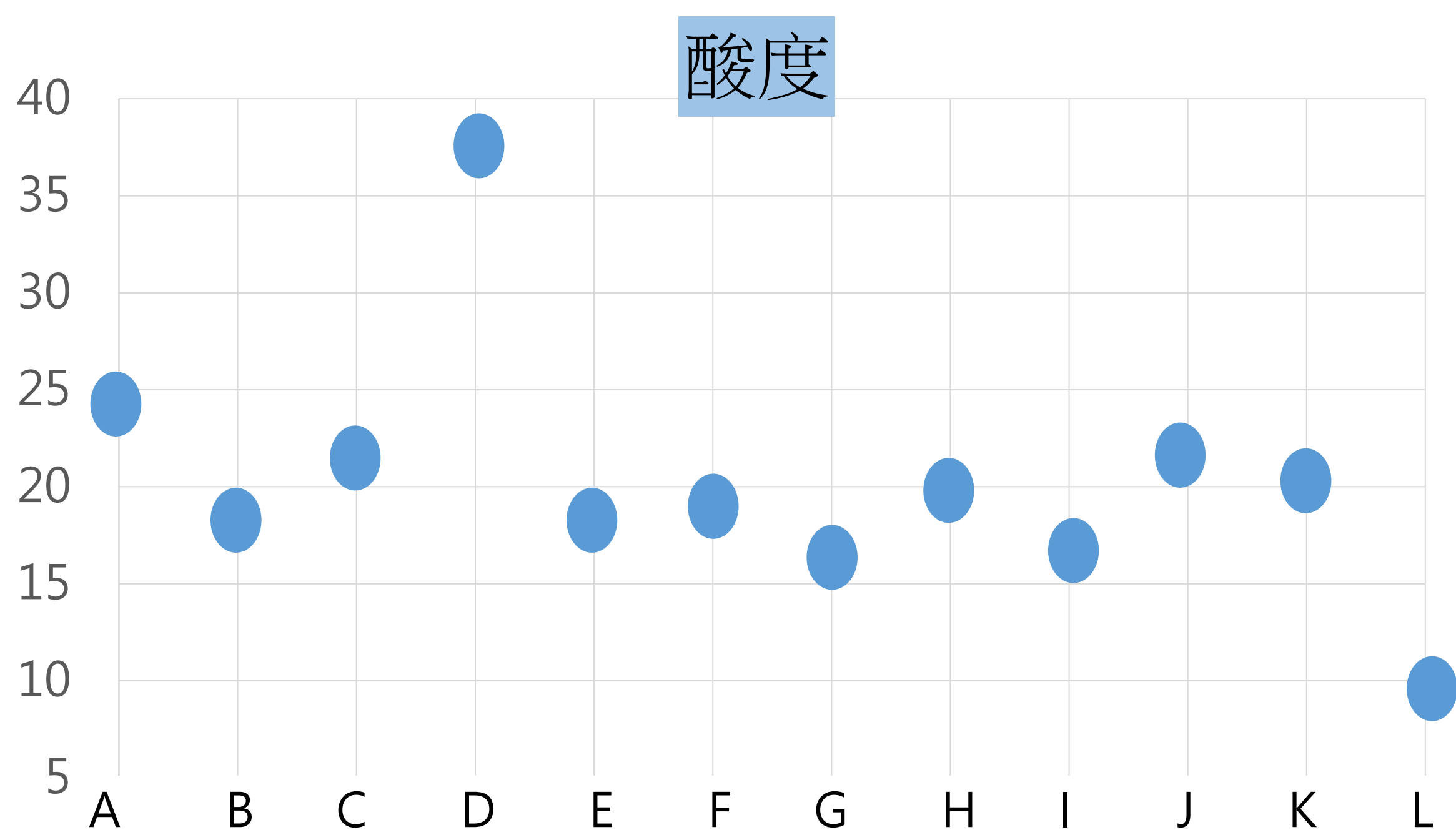
三. 羧甲基糠醛 (HMF) 檢測結果:有產品標章的蜂農都會出示經過檢測的證明，其**新鮮蜂蜜HMF都是未檢出**，但市售蜂蜜尤其路邊小販兜售的蜂蜜可能在新鮮度和保存上有很大問題。



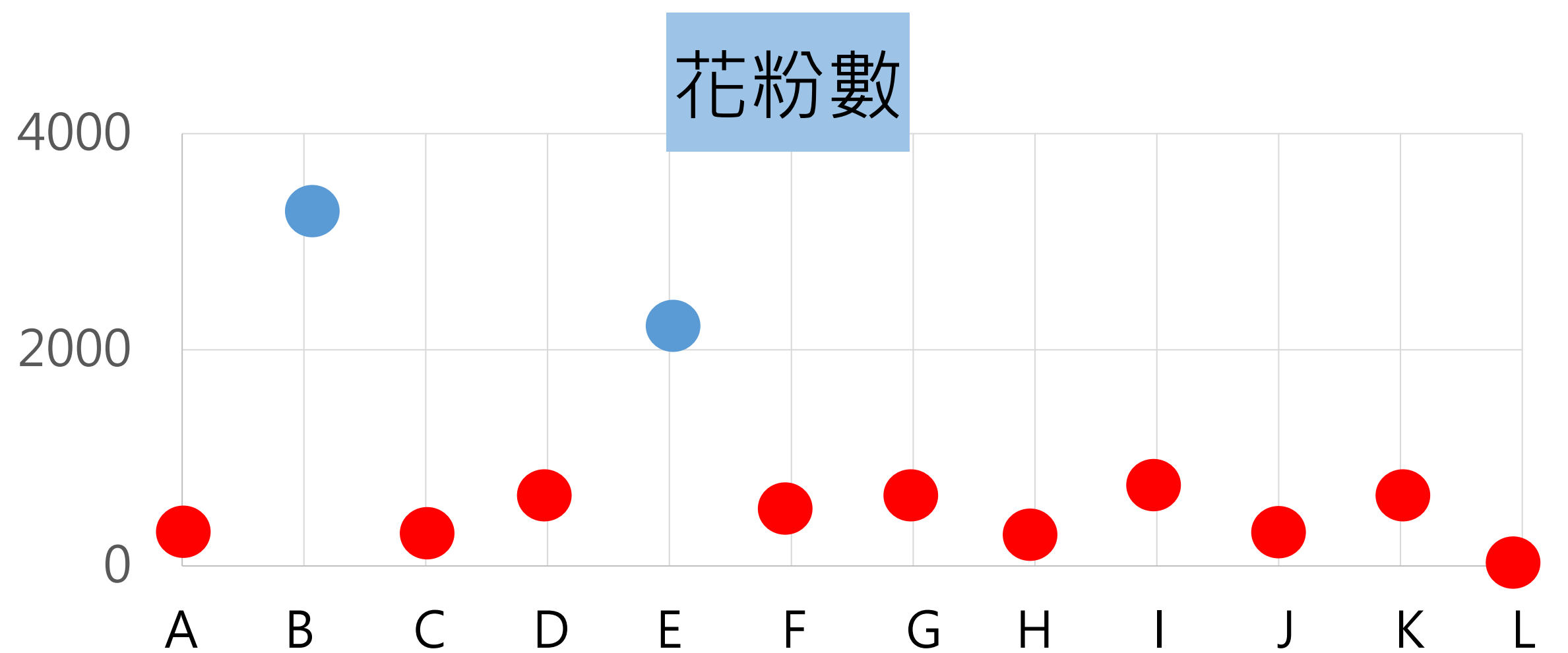
產地與羧甲基糠醛比較(國內不合率偏高)



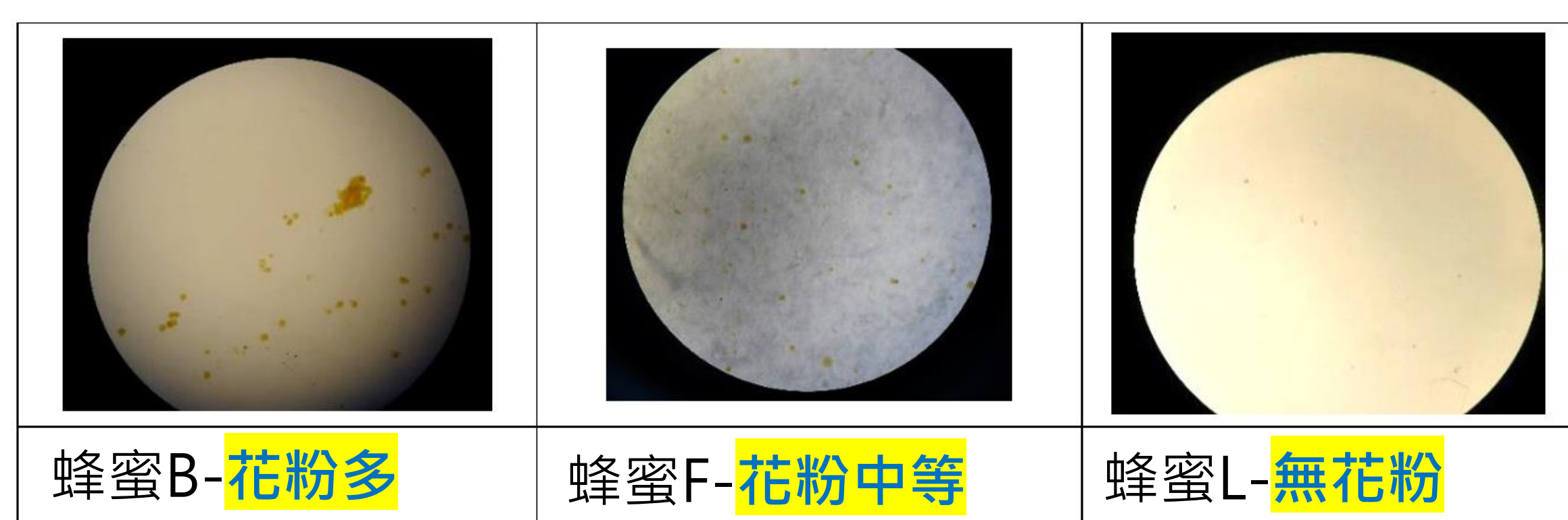
四. 酸度檢測:所有產品100%符合國家標準



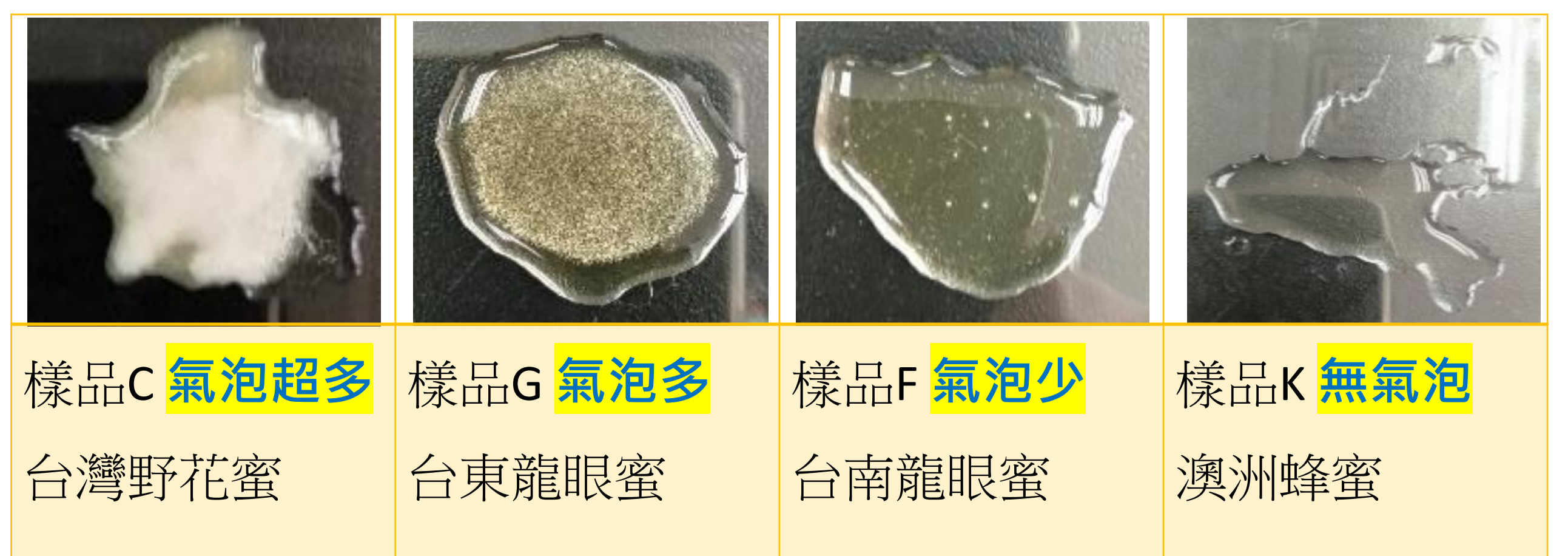
五. 花粉粒數測定:依養蜂協會資料**台灣龍眼蜜花粉含量每1公克蜂蜜中應含有1毫克(約2000顆)**，大多數樣本花粉數都過少，懷疑可能是混充廉價的泰國蜂蜜之調和蜜。



合格17% 不合格83%

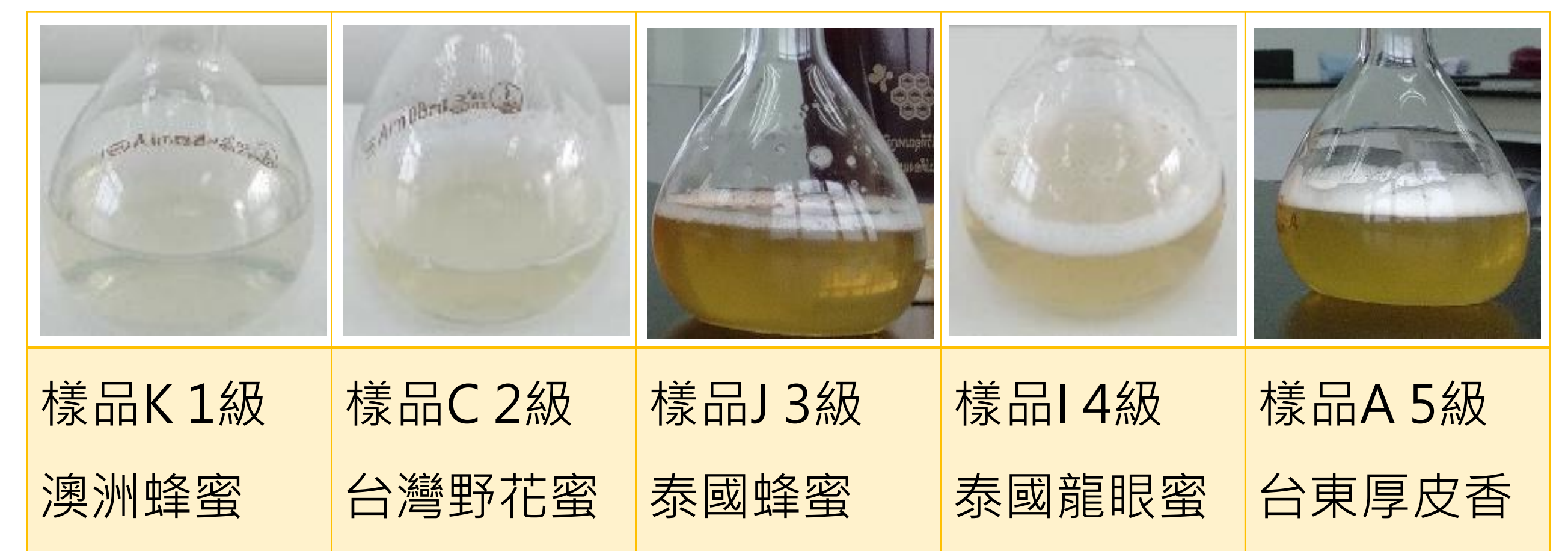


六. 葡萄糖氧化酶的檢測:蜂蜜樣本可能因成本考量混入果糖或加熱濃縮使酵素濃度降低或被破壞。本次研究中葡萄糖氧化酶合格率達50%



合格50% 不合格50%

七. 澱粉酶含量檢測:本研究分為1-5級。在**3級(含)以上的蜂蜜**，我們歸類為**真蜜**，但**泡沫形式和消散大有不同**，推測應該與蜂蜜新鮮度和存放有關。



合格67% 不合格33%

八. 澱粉含量與密度實驗

所有蜂蜜都不含澱粉，密度測量也都在 $1.4\text{g/cm}^3 \pm 20\%$ 以內，可知這兩項檢測不適合為蜂蜜真偽的判定標準。

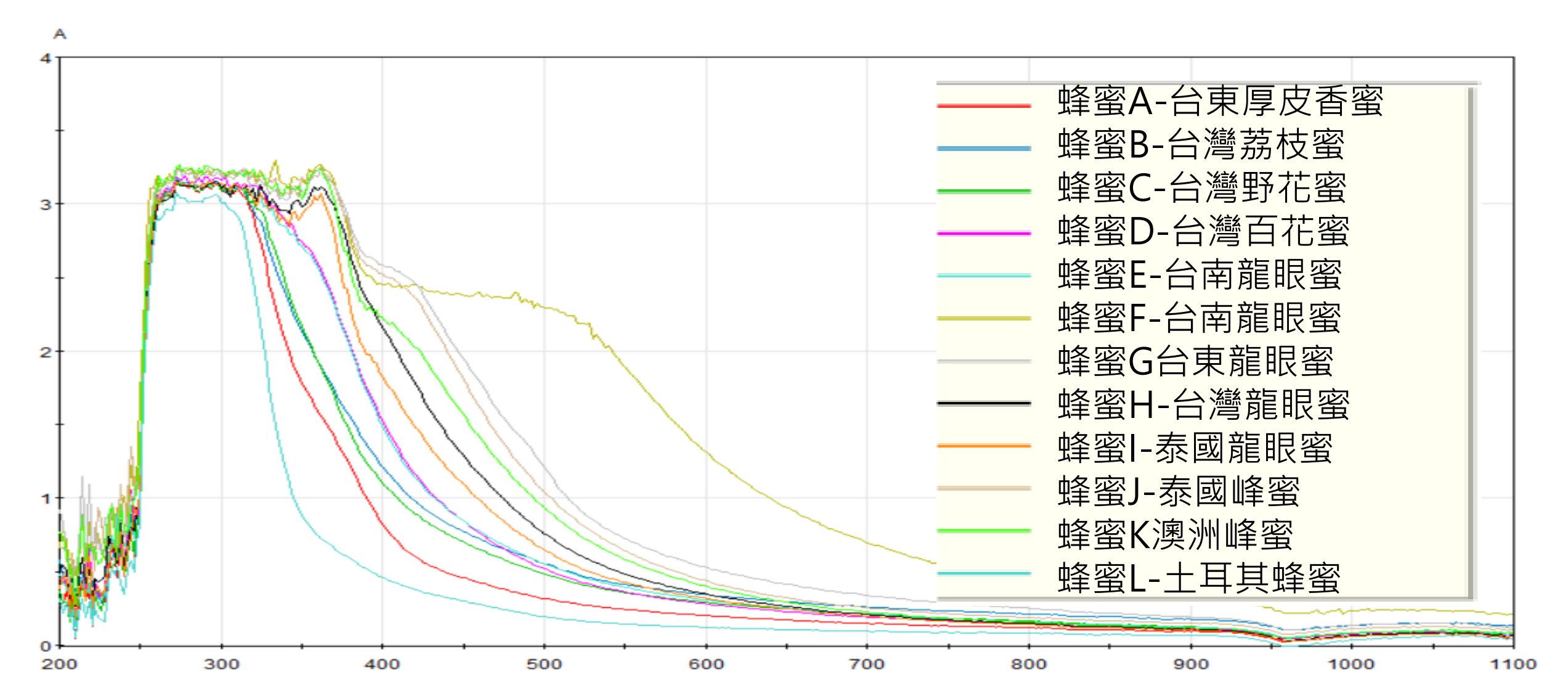
九. 綜合排名

依合格項數分成**品質好**、**品質中等**、**品質差**三組

名稱	花粉粒	葡萄糖氧化酶	碘液	密度	澱粉酶	羧甲基糠醛	酸度	綜合
A	300	×	○	○	○	×	○	中
B	3200	×	○	×	○	×	○	差
C	200	○	○	×	×	○	○	中
D	600	○	○	○	○	×	○	好
E	2050	×	○	×	○	○	○	中
F	550	×	○	×	○	×	○	差
G	750	○	○	×	×	×	○	差
H	300	○	○	○	○	×	○	好
I	700	○	○	×	○	○	○	好
J	300	○	○	○	○	×	○	好
K	580	×	○	○	×	○	○	中
L	0	×	○	○	×	○	○	中

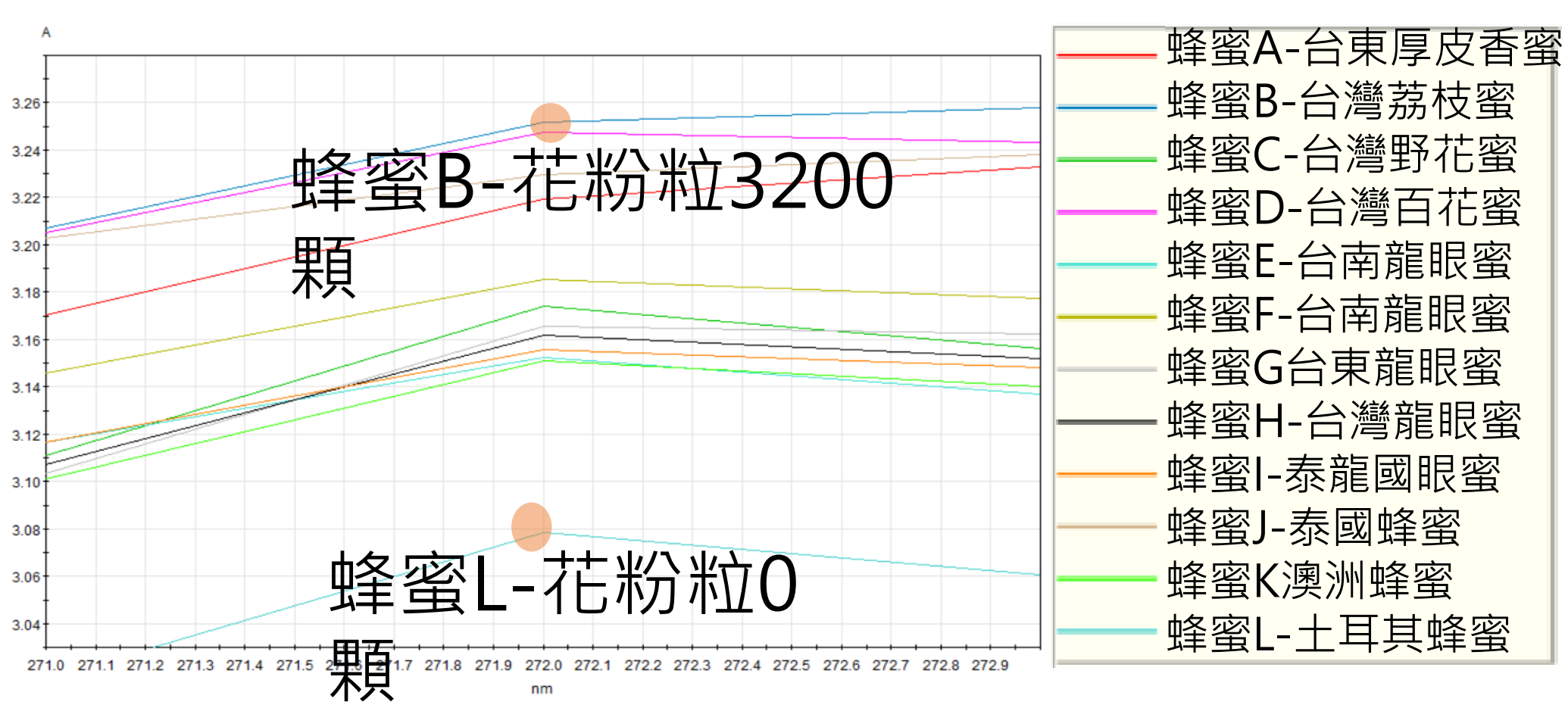
十. 光譜儀實驗

1. 全部蜂蜜光譜吸收度總表



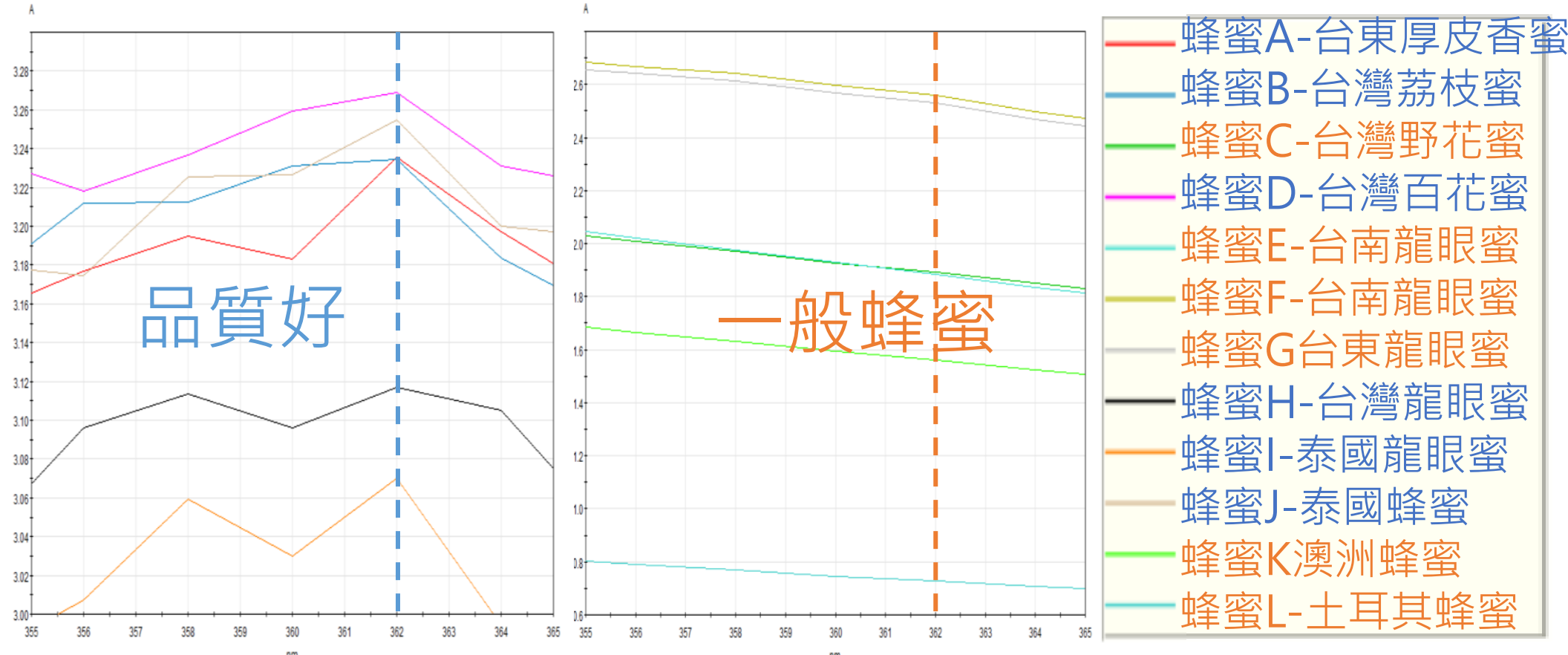
2. 272nm-對應花粉粒數

(黃酮類化合物苯環吸收峰)

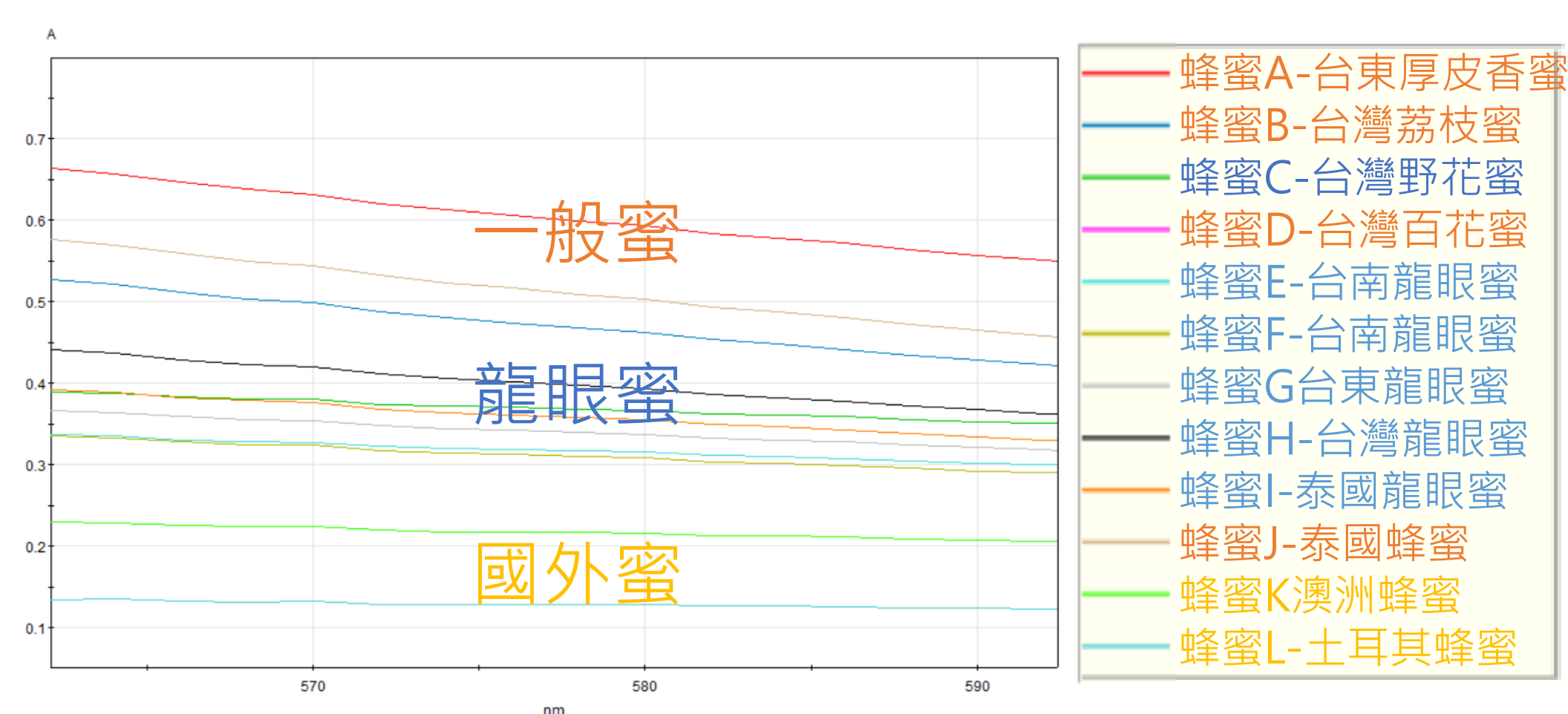


3. 362nm-對應營養品質

(多酚類吸收峰)

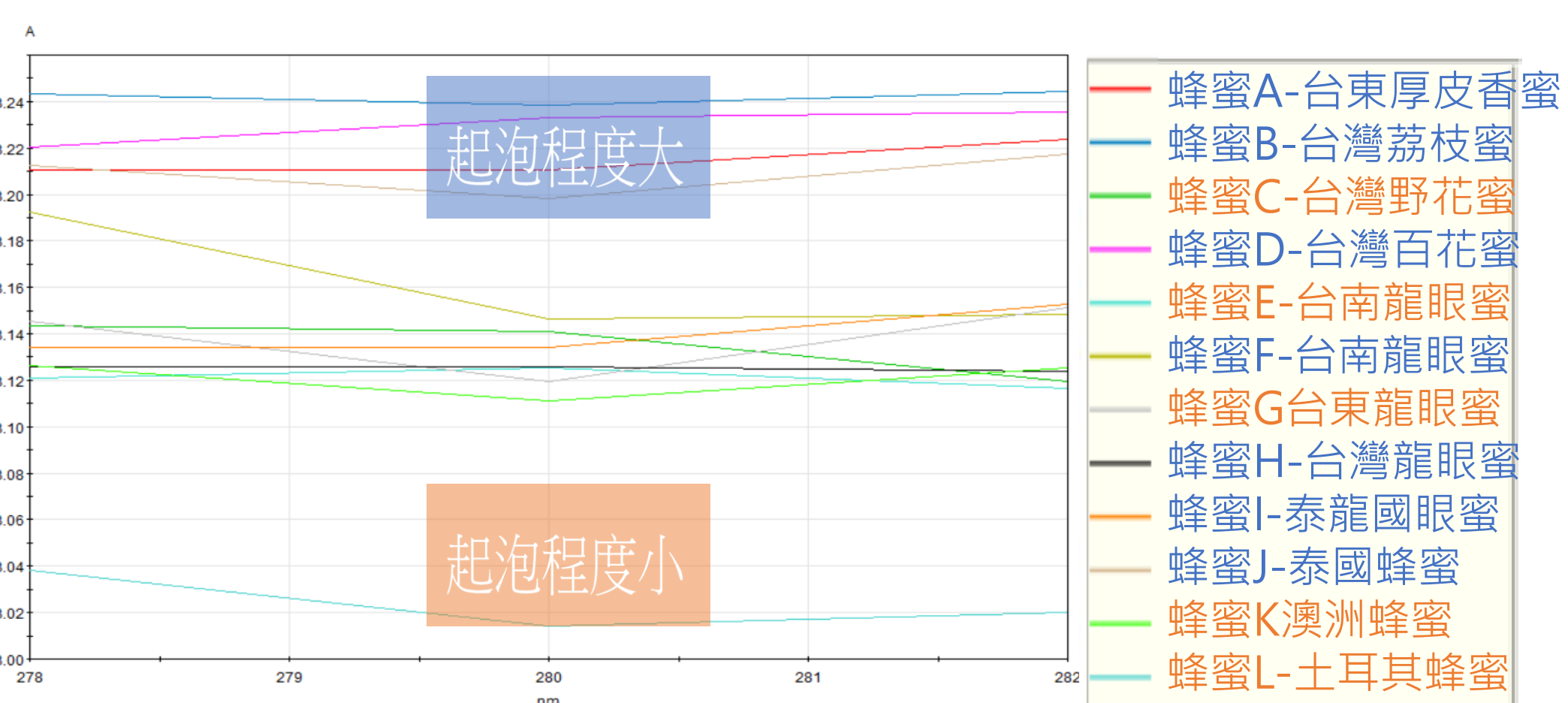


4. 550nm-600nm-對應產地不同

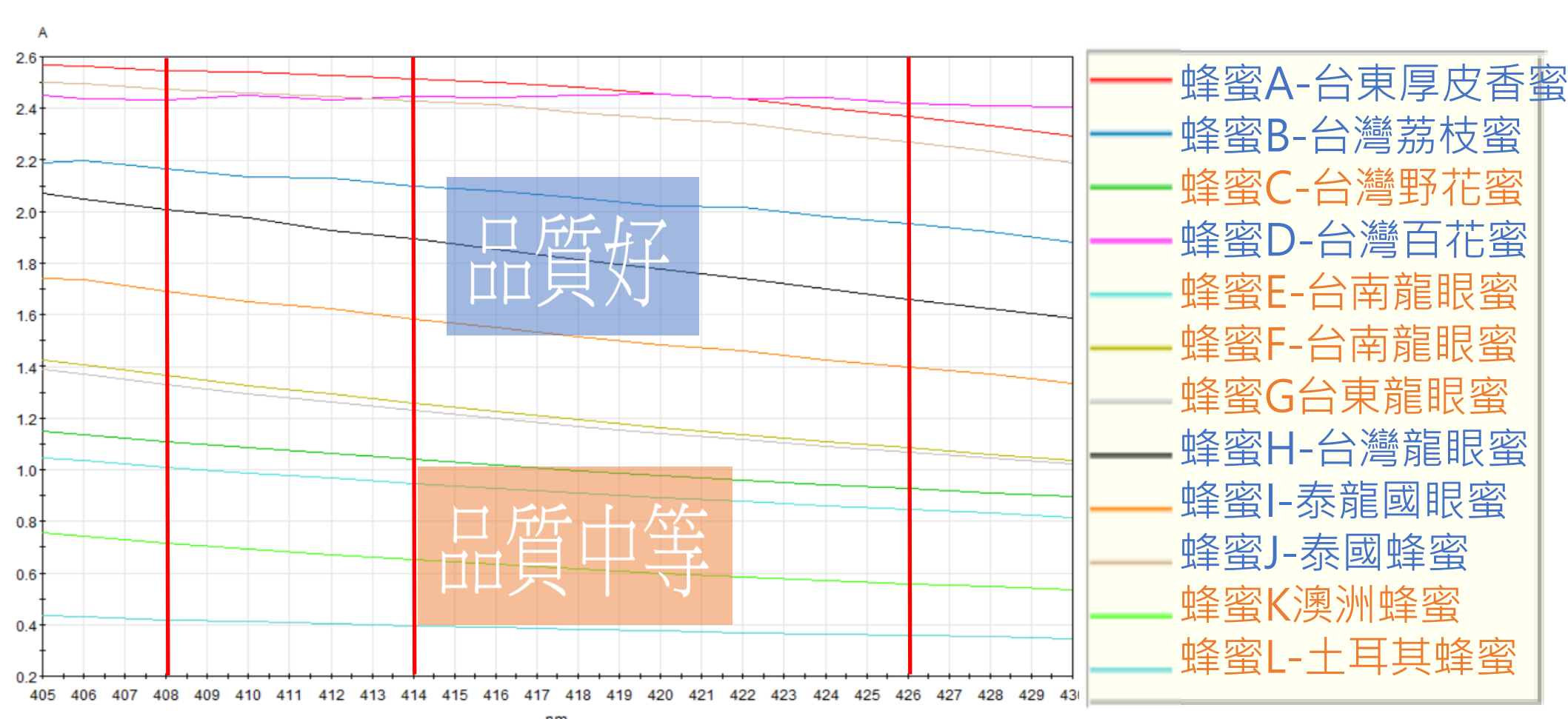


5. 280nm-對應澱粉酶含量

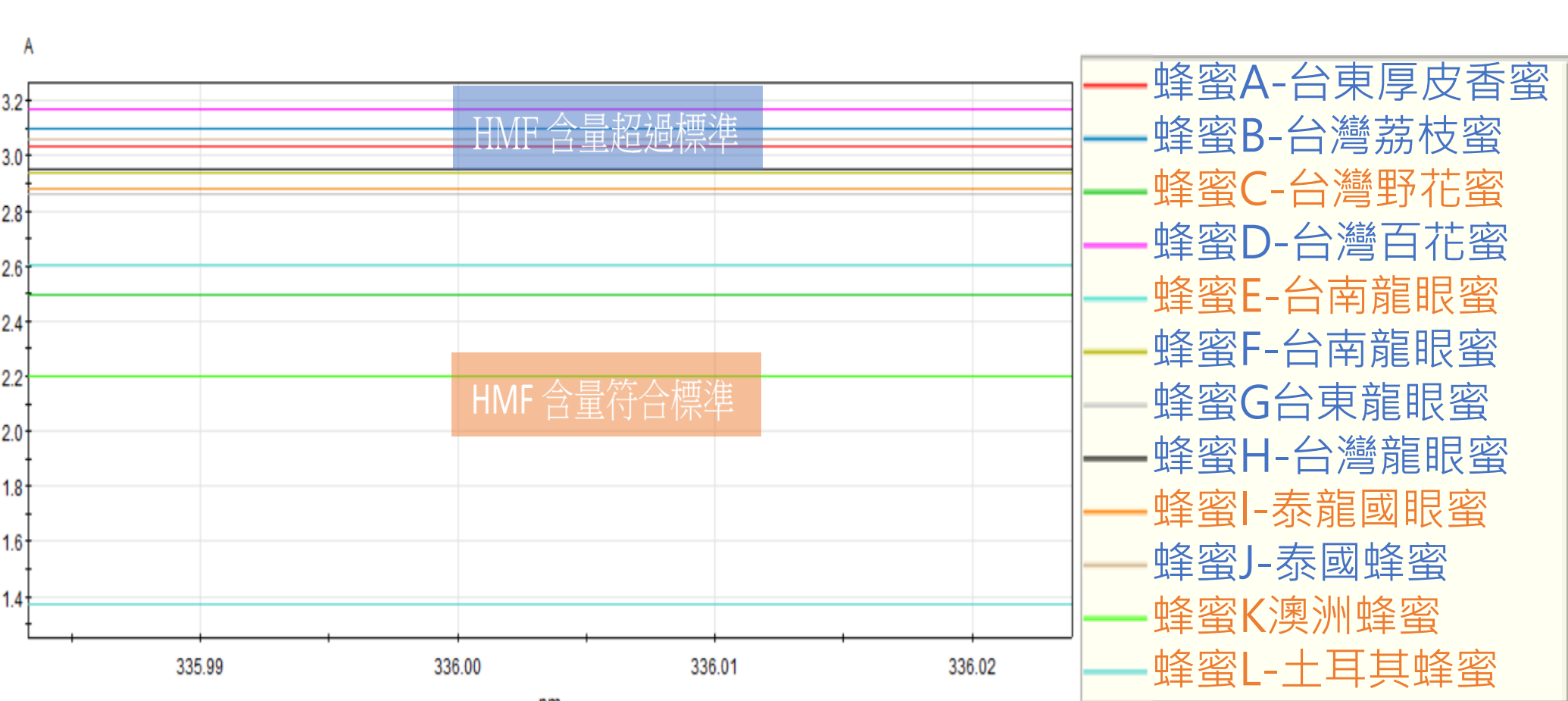
(芳香族胺基酸吸收)



6. 408nm、414nm及426nm-品質判斷



7. 336nm-HMF含量



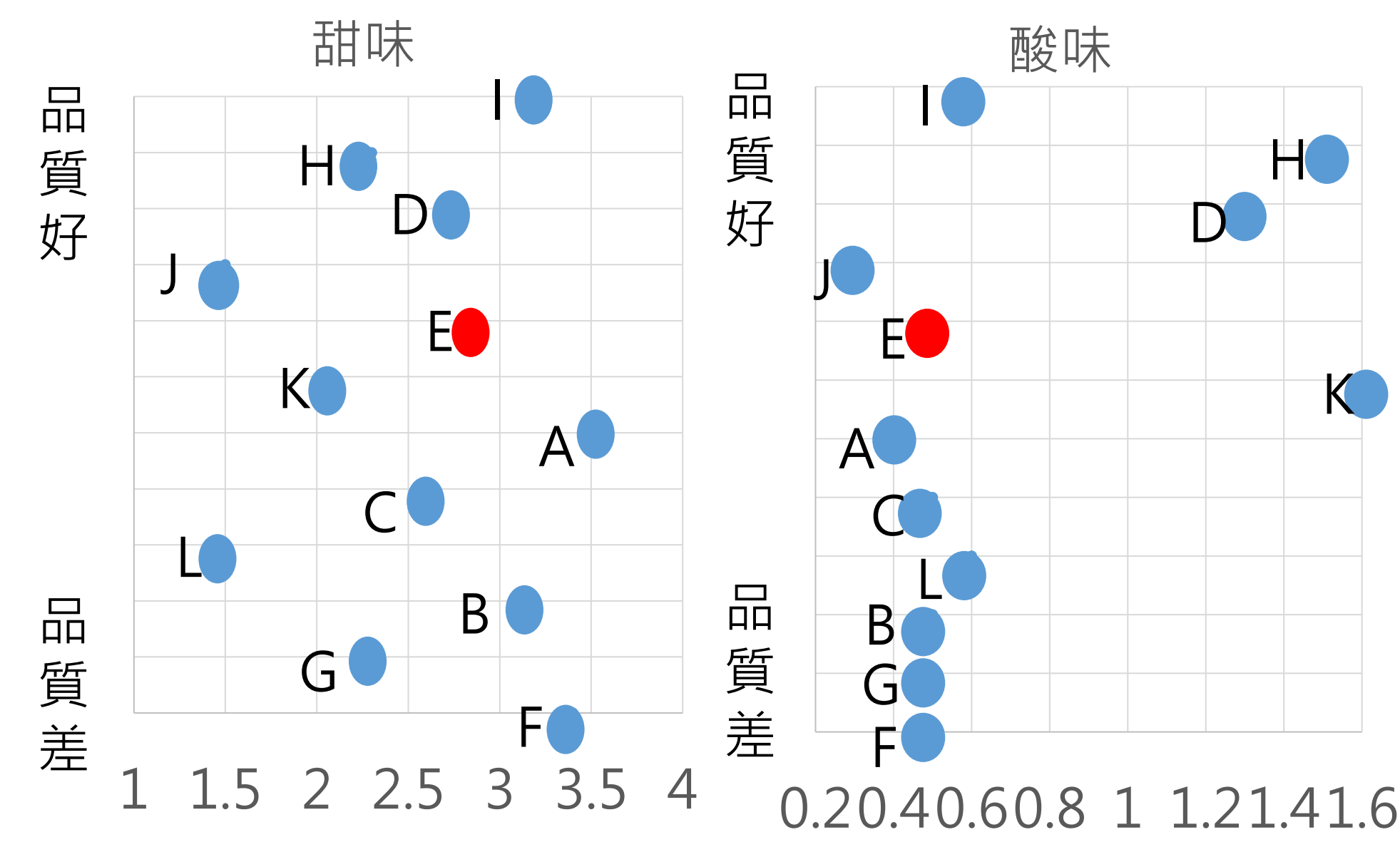
十一.光譜吸光值迴歸分析研究

- A.品質好的蜂蜜相關度高。不同品質龍眼蜜的相關性低。
- B.品質好的蜂蜜，有三樣在200nm-250nm與其他相關度低，推斷與HMF量相關。

以I (物化性質最佳) 為標準			
200-250nm		290-390nm	
樣品	R ² 值	樣品	R ² 值
A	0.458	A	0.916
B	0.71	B	0.981
C	0.825	C	0.624
D	0.762	D	0.933
E	0.856	E	0.662
F	0.846	F	0.830
G	0.804	G	0.836
H	0.866	H	0.963
J	0.635	J	0.952
K	0.826	K	0.581
L	0.833	L	0.423

陸、結論

一.物化實驗僅能檢測品質，與口感、蜜種、產地還有光譜檢測關聯性不高

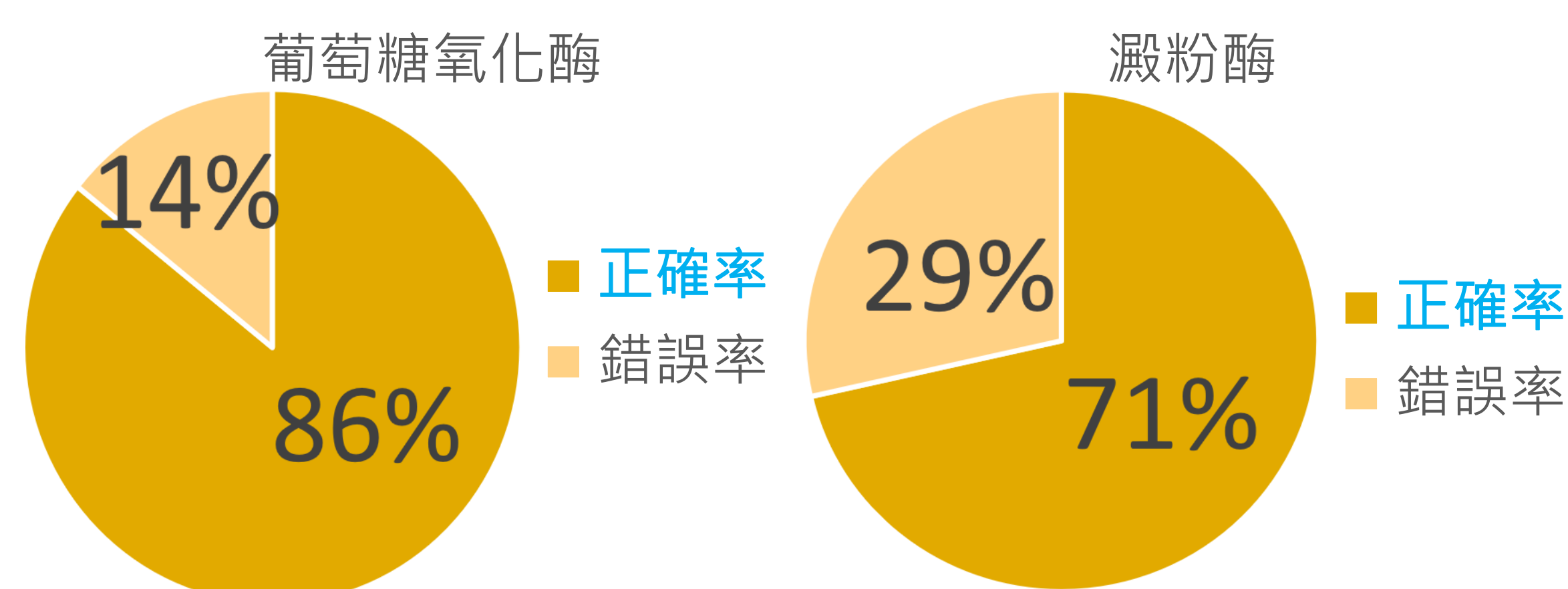


二.光譜儀的實驗結合迴歸分析能分辨出蜜種、產地及品質。

三.光譜儀結果與物化實驗結果符合，所以光譜可以取代許多步驟複雜的物化實驗

四.光譜分析可有效判斷蜂蜜的產地品質及蜜種，有極高的可行和便利性，適合納入國家標準之一。

五.雙氧水(葡萄糖氧化酶)及搖晃起泡(澱粉酶)最適合民眾在家快速檢測蜂蜜品質。



六.市售蜜不可能是純假蜜，但有填充果糖或廉價蜜調和的可能。