

蜂蜜色澤與蜜源植物色素之關係

陳本翰（助理研究員）

前言

蜂蜜是蜜蜂訪花或採集植物具有甜味的分泌汁液，攜回蜂巢在巢房釀製而成。蜂蜜成分中醣類占 80%-85%，其中葡萄糖和果糖占總醣 90% 以上，水分含量 15-17%，蛋白質 0.1-0.4%，另外還有微量的有機酸、礦物質、維生素與具有機能性的植物色素等，是日常補充能量或料理調味的絕佳食材。直觀上，色澤是辨別蜂蜜種類的方法之一，例如：荔枝蜂蜜色澤金黃，而龍眼蜂蜜則呈琥珀色帶有棕色；同時色澤也會影響品嘗蜂蜜的感官，例如：深色蜂蜜會讓人直覺聯想風味厚重，反之淺色蜂蜜外觀讓人直覺清爽。蜜源植物種類是決定蜂蜜色澤主因，另外礦物質、植物色素、溫度引起的糖褐化反應均會影響色澤，本文將分別介紹並討論對蜂蜜色澤與品質之關係。

礦物質影響蜂蜜色澤

蜂蜜中的礦物質以鉀最高，濃度為 400-1,800ppm，其次是鈉 14-60ppm 與鎂 16-40ppm，另外含有鐵 0.4-2.8ppm、錳 0.1-10ppm、銅 0.4-1.3ppm 等多種礦物質。許多礦物質本身帶有顏色，例如，鐵的氧化物（如氧化鐵）通常呈紅棕色。礦物質中鐵、銅、錳等離子具有多價態，能與蜂蜜中的有機酸與酚類化合物結合形成有顏色的螯合物，金屬離子也會參與有機物質（如多酚類化合物）

的氧化還原反應，形成有色的氧化還原化合物，而當這些有顏色的化合物均勻分佈在蜂蜜中時，就會加深蜂蜜的整體色澤。Kędzierska-Matysek 等人 (2019) 分析波蘭東南區 63 個蜂蜜樣本，發現蜂蜜中鐵與錳濃度與亮度值呈負相關，鐵、錳濃度高則加深蜂蜜色澤。

蜂蜜中的礦物質源於蜜源植物吸收土壤中的養分，經過植物吸收並分泌在花蜜或汁液中，而土壤中的礦物質含量受土壤性質或人為肥培管理影響，例如：紅色壤土鐵含量較高，Woldemariam 等人 (2018) 研究指出，在土壤肥力較差的田區，高鉀肥處理 (150 K₂O/ha) 的番茄品質例如每株產量、可溶性固體與乾重等，優於低鉀肥 (0-100 K₂O/ha) 處理。在塞爾維亞的研究，進行尼什周邊地區 5 個金合歡蜜 (acacia honey) 樣本分析，發現鎂濃度最高樣本達 44.2 ± 0.8ppm，比最低樣本高約 6.9 倍，鐵濃度最高樣本達 49 ± 1 ppm，比最低樣本高約 6.1 倍。Yankova-Nikolova 等人 (2025) 研究保加利亞的不同地區椴樹蜂蜜的理化性質，發現中南部蜂蜜樣本色差值亮度高，色軸偏綠 (亮度值 (L) : 78.39 ± 1.20 ; 綠紅軸 (a) : -3.26 ± 0.04 ; 黃藍軸 (b) : 25.95 ± 1.63) ; 東北地區樣本色差值亮度暗，色軸偏紅 (L : 51.70 ± 0.67 ; a : 13.73 ± 0.84 ; b : 37.70 ± 2.07) ，顯示不同地區所採收的椴樹蜂蜜色澤差異，上述研究結果闡明生產地區對蜂蜜色澤的影響。

植物色素對蜂蜜色澤與機能性的影響

蜂蜜色澤主要來自於植物色素，植物色素不但構成葉片、花瓣等五彩斑斕的色彩，亦具有幫助植物抵抗紫外線、蟲害、細菌與真菌感染等功能，是重要的保護物質。植物色素包含類胡蘿蔔素與酚類化合物等，其中酚類化合物是一大類群，包含類黃酮、花青素與酚酸等，目前類黃酮可鑑定出超過 9,000 種不同的化合物，不同蜜源植物中的色素化合物類型與濃度不同，當蜜蜂將花蜜或蜜露攜回巢中釀成蜂蜜，這些色素化合物不但形成蜂蜜的色澤，同時也賦予蜂蜜具有抗氧化的機能性。Becerril-Sánchez 等人 (2021) 綜合論述酚類化合物含量與蜂蜜的顏色、生物活性等特性的關聯性，可用作花卉和地理產地的生物標記，並指出深色蜂蜜通常含有更高濃度的酚類化合物，並在試管實驗呈現更好的抗氧化能力。Majewska 等人 (2024) 研究波蘭市售椴樹蜂蜜、蕎麥蜂蜜與麥盧卡蜂蜜等 8 個樣本，發現蕎麥蜂蜜與麥盧卡蜂蜜等深色蜂蜜總酚類含量比椴樹蜂蜜等淺色蜂蜜樣本高，其中蕎麥蜂蜜總酚類含量達 185.76 ± 0.90 毫克 (GAE/100 g)，更優於麥盧卡蜂蜜 66.49 ± 0.52 毫克 (GAE/100 g)，在 ABTS((2,2'-azinobis-[3-ethylbenzothi-

azol-6-sulphonic acid]) 抗氧化活性分析，蕎麥蜂蜜亦優於麥盧卡蜂蜜。苗栗區農業改良場（以下簡稱苗栗農改場）113 年分析臺灣產的龍眼蜂蜜、荔枝蜂蜜與蕎麥蜂蜜，發現蕎麥蜂蜜類黃酮含量達 875.2ppm(表一)，比龍眼蜂蜜高 20%，比荔枝蜂蜜高 3.1 倍，在試管試驗，蕎麥蜂蜜清除自由基的能力約為荔枝蜂蜜的 6.7 倍(表一)，顯示蕎麥蜂蜜具有極佳的營養價值與機能性，值得更進一步推廣消費者食用。

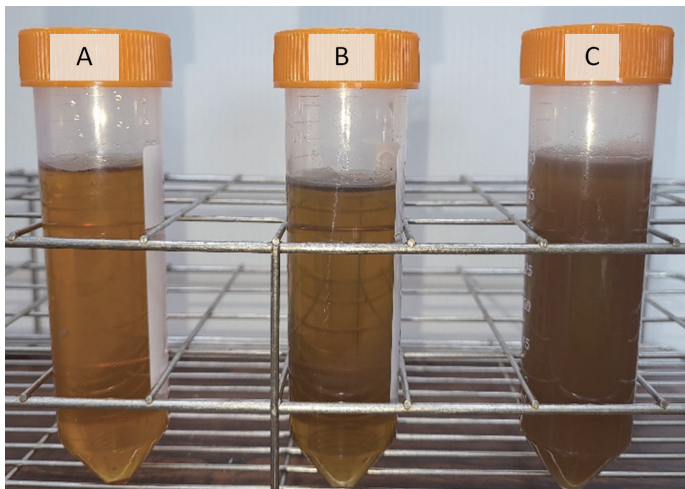
114 年為龍眼蜂蜜盛產年，風味與品質堪稱近 10 年最佳，許多蜂農在採收時注意到該年龍眼蜂蜜色澤比以往更深，經苗栗農改場分析 114 年與 113 年的龍眼蜂蜜樣本，樣本水分含量為 18-19%，發現 113 年龍眼蜂蜜亮度較高，色軸更偏向綠、黃色(表二)，此外，114 年度龍眼蜂蜜總酚含量達 534.8-560ppm，比 113 年龍眼蜂蜜高約 14%，並具有更高的抗氧化力(表二)，顯示 114 年龍眼蜂蜜品質極佳。然而，114 年龍眼蜂蜜色澤較深的現象，仍需要有更多的科學證據去論證，但推測氣象因素影響植物泌蜜色澤。臺南市東山區是龍眼蜂蜜的盛產區，從鄰近曾文氣象站的歷史觀測資料發現，114 年 1 至 4 月均溫比 113 年同期低約 2-3 度，在 2 月份

表一、比較不同蜂蜜種類的植物色素含量與抗氧化力

| 機能性 | 蜂蜜 | 荔枝蜂蜜 | 龍眼蜂蜜 | 蕎麥蜂蜜 |
|---------------|----|-------|-------|-------|
| 類黃酮 (ppm) | | 231.4 | 726.0 | 875.2 |
| DPPH 抗氧化力 (%) | | 14.4 | 22.7 | 96.7 |

表二、不同年份及地點採收龍眼蜂蜜之特性比較

| | 總酚 (ppm) | 類黃酮 (ppm) | DPPH 抗氧化 (%) | 色差 (Lab) | | |
|------------|-------------|--------------|-----------------|----------|---------|---------|
| | | | | 亮度 (L) | 綠紅軸 (a) | 黃藍軸 (b) |
| 113 年南投龍眼蜜 | 480.0 | 109.4 | 10.2 | 2.35 | -0.64 | 0.93 |
| 114 年南投龍眼蜜 | 560.0 | 95.3 | 8.3 | 1.17 | -0.27 | 0.19 |
| 114 年台南龍眼蜜 | 534.8 | 122.2 | 13.6 | 1.35 | -0.36 | 0.59 |



圖一、不同年份及地點採收龍眼蜂蜜樣品，展現不同的色澤。

- A：113 年南投縣採收之龍眼蜂蜜。
- B：114 年南投縣採收之龍眼蜂蜜。
- C：114 年臺南市採收之龍眼蜂蜜。

龍眼花苞期累積雨量達 84 釐米，比 113 年同期高 74.5 釐米，顯示 114 年 2 月份為濕冷氣候與往年乾冷型態不同。植物在低溫環境會產生更多的酚類化合物，以減少因低溫產生的自由基對細胞的傷害，是植物生理的保護機制之一，而酚類化合物含量則會影響蜂蜜色澤。

溫度引起的焦糖化反應

蜂蜜濃縮脫水及儲藏時間也會使得色澤逐漸加深。在大流蜜的季節，蜜蜂會利用振動翅膀加速巢房儲蜜的水分揮發，直到蜂蜜

水份降低至 19-21% 左右，蜜蜂會泌蠟封蓋蜜房減少儲蜜與空氣接觸，達到長期儲存糧食的目的。蜂農為了保護蜂蜜的品質與延長保存期限，避免自然發酵變質，採收蜂蜜後會利用低溫（不超過 55°C）減壓脫水技術使蜂蜜水分降低至 18-19%，控溫過程蜂蜜中的糖類發生的熱分解反應會產生焦糖色素，使蜂蜜顏色變深，此反應稱為焦糖化反應 (Caramelization)。此外，醣類與胺基酸在加熱過程會發生梅納反應 (Maillard reaction)，梅納反應發生會產生複雜的化合物，包括造成褐變的色素和影響風味的物質，其中包括羥甲基糠醛 (hydroxymethylfurfural, HMF) 造成蜂蜜色澤加深，並產生類似焦糖、醬油甚至苦味等異味，影響蜂蜜品質。除此之外，蜂蜜尚長時間存放於高於 30°C 的環境，亦容易發生上述反應，而流失原有的香甜風味。因此，HMF 被視為蜂蜜新鮮度與品質的重要指標，蜂蜜國家標準 (CNS 1305) 規範蜂蜜 HMF 必須低於 40(mg/kg)，龍眼蜂蜜 HMF 必須在 30(mg/kg) 以下。

為避免溫度影響蜂蜜色澤，臺灣蜂產類良好農業規範建議在蜂蜜脫水過程以低於 55°C，真空度為 70~75cmHg 之條件脫水，使水分含量降低至 19.5% 以下，完成脫水後趁

蜂蜜仍有餘溫，黏稠度低時儘速以 150 網目以上之濾網過濾再分裝，除了避免脫水過程因控溫影響蜂蜜色澤，同時去除雜質保持清澈。消費者購買蜂蜜後，如未立即食用完，建議將蜂蜜存放於低於 30°C 避光的環境，Raweh 等人 (2022) 研究 Talh (*Acacia gerrardii*) 蜂蜜儲存期，35°C 儲存 8 個月，HMF 從 1(mg/kg) 增加至 281 ± 43.0 (mg/kg)，以 25°C 儲存僅增加為 15 ± 4.9 (mg/kg)，Kędzierska-Matysek 等人 (2025) 研究 -18°C 冷凍蜂蜜 24 個月，發現 HMF 無顯著增加，此外參考上述研究處理後蜂蜜 HMF 值，均符合蜂蜜國家標準，提供消費者長期保存蜂

蜜參考，但建議蜂蜜應於保存期限內食用完畢，才能享用到蜂蜜最佳風味與完整營養。

總結

蜂蜜色階從金黃到深琥珀色，主要由蜂蜜中類胡蘿蔔素和酚類化合物等植物色素的濃度以及礦物質含量而決定。許多研究指出，深色蜂蜜通常更高含量的酚類化合物與更優越的抗氧化特性，但在消費者立場，與其去追捧跟風高單價的深色蜂蜜，更重要的是選擇符合國家標準 (CNS1305) 蜂蜜產品，並留意保存期限與保存環境，避免蜂蜜中 HMF 增加影響蜂蜜色澤與風味，才能獲得蜂蜜完整的營養並同時享受蜂蜜甜美的滋味。

