



# 紐西蘭麥盧卡蜂蜜標準之鑑定報告

楊任軒

財團法人台灣綜合研究院 副研究員 編譯

## 摘要

麥盧卡蜂蜜是紐西蘭的代表性產品，其吸引了高昂的零售溢價。然而，麥盧卡蜂蜜缺乏系統化的產品鑑定標準，因此市場消費者對其所購買產品之真實性有所疑慮。為解決麥盧卡蜂蜜做為食品販售時，欠缺嚴謹的科學監督規範問題，紐西蘭初級產業部在 2014 年發起了麥盧卡蜂蜜「科學計畫綱領」。

科學計畫綱領的目標是制訂穩健的科學標準以應用於鑑定麥盧卡蜂蜜，並且保證麥盧卡蜂蜜產品是在嚴格監督下之鑑定真實性。為了實現此目標，科學計畫綱領需達成以下內容：(1)建立植物和蜂蜜參考資料、(2)認證合適的特性、(3)測試植物和蜂蜜樣品、(4)開發和驗證實驗室測試方法、(5)分析和闡釋所收集之數據。

紐西蘭初級產業部針對植物和蜂蜜建立參考標本集。植物參考標本集包括來自紐西蘭 12 個地區和澳大利亞 5 個州，總共 700 多個植物的花蜜、葉和花粉樣本；蜂蜜則採用來自紐西蘭供應商和海外市場提供之樣本，以建立蜂蜜的參考標本集(804 個樣本)。收集到的參考標本集被用來建立候選特性是否適合鑑定麥盧卡蜂蜜。

本文採用階段統計法確定哪些特性適合用於麥盧卡蜂蜜鑑定標準流程，並進一步將蜂蜜辨別區分為單花種或多花種蜂蜜。第一階段分析花蜜和蜂蜜數據中的每個獨立特性及其級別，此輸出過程將候選特性的數量減少到對於區分植物種類和蜂蜜類型最有用的特性。第二階段則是使用分類建模方式來制訂認證標準，其優點是能夠評估眾多特性及其變化。產出結果可用於確定不同蜂蜜類型，包括單花種和多花種的麥盧卡蜂蜜。此外，考量蜂蜜為隨環境影響而變化的天然產物，本文亦評估各種季節和環境條件對蜂蜜成分的影響。最後提出紐西蘭鑑定麥盧卡蜂蜜之經驗對於我國相關政策推動之啟示，以供參考。

關鍵詞：麥盧卡蜂蜜(Mānuka honey)、認證標準(identification criteria)、參考標本集(reference collection)、分類建模(classification modelling)





## 紐西蘭麥盧卡蜂蜜標準之鑑定報告

### 壹、前言

紐西蘭麥盧卡蜂蜜(mānuka honey)為麥盧卡松紅梅茶樹(學名為 *Leptospermum scoparium*)經過蜜蜂訪花後釀成的蜂蜜，為當地的代表性產品，然而目前欠缺完整且可靠的鑑定標準，以提供予貿易夥伴作為產品真實性的參考依據。而所謂可靠的鑑定標準，對於產業端而言至少需具備明確、強力且可接受等優點。2014年，紐西蘭初級產業部(Ministry for Primary Industries, MPI)資助了一系列關於麥盧卡蜂蜜鑑定的初步科學計畫，並且對已發表的研究及產業資訊和數據進行了廣泛的文獻回顧。文獻回顧強調幾個重要議題，並強烈指出需要更準確的方案來鑑定麥盧卡蜂蜜。藉由此研究可確定多項特性組合可能提供更完善的解決方案，而非依賴單一特性辨別麥盧卡蜂蜜和其他種類蜂蜜間之差異，並且能有助於減少或避免詐欺與偽造。這項初步工作有助於更龐大的麥盧卡蜂蜜科學計畫綱領(Mānuka Honey Science Programme<sup>1</sup>)。

現行產業所用的麥盧卡蜂蜜認證方法無法提供精確且專一化的認證標準，最常用的方法是檢測是否有甲基乙二醛(methylglyoxal)的存在。然而，此化合物並非僅存在於麥盧卡蜂蜜，且此化合物在產品的保存期限內是不穩定的(除非嚴格控制溫度)。此外，甲基乙二醛雖可用於醫藥用途上(例如：外用醫藥級的蜂蜜)，但並不適用於鑑定食用級的麥盧卡蜂蜜。

第二種鑑定麥盧卡蜂蜜的方法為檢測是否有花粉的存在。然而，傳統的實驗室技術遇到的挑戰為無法明確分辨此花粉是屬於麥盧卡植株或是卡盧卡(kānuka)植株。此挑戰意味著使用顯微鏡(視覺測試)的方法可能會無法準確地找出花粉來源屬於哪一種植株。但較新的技術，如 DNA 測試則可以解決此問題。

本報告旨在為單花種及多花種麥盧卡蜂蜜建立紮實的科學鑑定標準，包含以下內容：一、真實性驗證，二、國際市場的管制保證，三、消費者信心及四、紐西蘭養蜂業未來發展的永續平臺。此標準用於認證麥盧

---

<sup>1</sup> MPI 技術報告(No: 2014/23)-麥盧卡蜂蜜之科學及特徵：現在及未來科學提供之定義 ([www.mpi.govt.nz/document-vault/4147](http://www.mpi.govt.nz/document-vault/4147))



卡蜂蜜，並且可鑑定其作為食物時是屬於麥盧卡(*Leptospermum scoparium*)單花種蜂蜜或是多花種蜂蜜。為了達成此一目標，本綱領訂定以下階段：

- 一、選擇特性：潛在的特性認證及選擇以辨識麥盧卡蜂蜜。
- 二、建立植物和蜂蜜參考標本集：用於確保選定的特性符合目標需求。
- 三、開發精確且具體的測試方法：開發和驗證檢測物質和蜂蜜樣本中所選特性的測試方法。
- 四、分析數據並建立認證標準：優化特性數量、數據分析、分類建模及建立認證標準和相關臨限級別。

本報告之產出結果可用於驗證不同蜂蜜類型，包括單花種和多花種的麥盧卡蜂蜜。此外，由於蜂蜜會因環境而產生變化之天然產物，本報告亦評估各種季節和環境條件對蜂蜜成分之影響。最後則是就紐西蘭制訂麥盧卡蜂蜜之鑑定經驗對我國於相關政策推動之啟示(如相關代表性農產品鑑定標準作業流程之政策研擬)，以供參考。

## 貳、麥盧卡蜂蜜鑑定方法

### 一、鑑定範疇

進行麥盧卡蜂蜜鑑定前，需先明確定義其鑑定範疇，本報告之鑑定範疇如下兩點所述：

- (一)取自麥盧卡松紅梅茶樹的麥盧卡蜂蜜。
- (二)做為食物出售的紐西蘭麥盧卡蜂蜜。

屬於以下應用者則不列入本報告之考量範疇：

1. 製作有關麥盧卡蜂蜜地理起源的鑑定標準。
2. 製作澳洲或其他國家之麥盧卡松紅梅茶樹蜂蜜的鑑定標準。
3. 應用於醫療(局部治療)之麥盧卡蜂蜜。
4. 提供有關麥盧卡蜂蜜對於健康影響的相關證明。
5. 麥盧卡蜂蜜加工製成之化妝品。



## 二、選定特性<sup>2</sup>

科學計畫綱領首先將目標放在所選特性是否可做為麥盧卡蜂蜜與其他種類蜂蜜之鑑定標準。評估所選特性之適用性時，有幾個因素需考量：

### (一) 證明與來源植株關係之重要性

1. 該特性與麥盧卡松紅梅茶樹之花蜜和花粉是否有關？麥盧卡松紅梅茶樹之花蜜和花粉是蜜蜂轉移到蜂巢的生物材料。
2. 該特性是否僅存在於麥盧卡松紅梅茶樹，或亦存在於其他紐西蘭蜂蜜生產過程之薄子木屬(麥盧卡松紅梅茶樹亦屬於該屬)之植株中？

### (二) 蜂蜜級別

特性的級別是否可供分辨不同的蜂蜜類型？

### (三) 易於檢測和量化分析

是否有合適的實驗室及測試方法可以開發及驗證，以應用於檢測及量化目標特性？

### (四) 特性的穩定性

隨著時間的改變，特性是否會受到不同溫度的影響？

### (五) 區域和季節變化

紐西蘭各地區和季節的特性級別是否一致？

### (六) 詐欺和摻假的可能性

特性間的組合是否可防範詐欺？

### (七) 蜂蜜產業所使用的歷史特性

甲基乙二醛和二羥基丙酮(dihydroxyacetone)是否為合適的特性化合物？

### (八) 傳統上國際食品法典委員會用於描述單花種蜂蜜的特性

1. 物理化學參數，例如：顏色、電導度及觸變性(thixotropy)是否合適？
2. 通過顯微鏡決定花粉是否為合適的特性？

雖然國際準則(根據國際食品法典委員會)提供可確認單花種蜂蜜的參數，但其規範主要著重在歐洲蜂蜜上。此外，於科學層面上對於蜂蜜鑑定技術也已取得了重大突破，現今的實驗室檢測技術已可更客觀並且可持續

---

<sup>2</sup> 特性定義為來源植物和相關蜂蜜的共同量化特徵。



產生具公正性的測試結果。

為了從管控的角度建立麥盧卡蜂蜜之鑑定準則，初始階段需廣泛蒐集特性資料數據以便後續評估。得到大量的資料數據後則可研析哪些特性最適合用來辨別麥盧卡蜂蜜。由於花蜜和花粉等特性間之關聯性為蜜蜂從蜂巢轉移到麥盧卡松紅梅茶樹的主要生物材料類別，因此以下針對花粉與花蜜進行分析調查。

### (一) 花粉

花粉可用來辨別世界各地不同種類蜂蜜的特性，傳統上是使用顯微鏡來鑑定花粉。然而，若是要鑑定麥盧卡和卡盧卡植株則頗具挑戰性。顯微鏡鑑定花粉也有許多商業限制，因為此技術不允許應用於高產量的產業，且需要顯微鏡鑑定技術需具備相當之專業知識始能進行。

為了克服顯微鏡技術的限制性，選擇一種可測高產量，且具高單一性的蜂蜜中花粉之植株 DNA 方法，此法可分離麥盧卡和卡盧卡植株的 DNA 標定物以做為鑑定標準之有效特性。由於 DNA 標定物檢測與使用顯微鏡檢測花粉為兩個不一樣之程序，因此 DNA 標定物檢測法不能與傳統的花粉百分比計數法進行比較。使用 DNA 標定物可以提供從蜂蜜樣本中取出的花粉是麥盧卡或卡盧卡 DNA 的量化數據，但卻無法用於估計麥盧卡和卡盧卡相對量與蜂蜜中可能發現的多種植株物種的總花粉量相比較。

### (二) 花蜜

經由文獻回顧，可進一步評估花蜜中的化合物清單，此化合物清單可用來鑑定蜂蜜是否屬於麥盧卡植株。此外，部分與卡盧卡有關的化合物亦包含於此清單內，同時也包含有助於提供本綱領中相關之蜂蜜樣本測試訊息。清單中之大部分化合物過去已被用來鑑定蜂蜜，然而，其僅適用於少數樣本之鑑定分析。本報告針對以下幾種已被其他機構用來鑑定的化合物特性進行探討：

1. 2'-甲氧基苯乙酮(2'-methoxyacetophenone)
2. 2-甲氧基苯甲酸(2-methoxybenzoic acid)
3. 3-苯基乳酸(3-phenyllactic acid)



4. 4-羥基苯基乳酸(4-hydroxyphenyllactic acid)
5. 4-甲氧基苯基乳酸(4-methoxyphenyllactic acid)
6. 離層酸(abscisic acid)
7. 二羥基丙酮
8. 曲酸(kojic acid)
9. 萊普託林(leptosperin)
10. 芳樟醇氧化物(linalool oxide)
11. 光色素(lumichrome)
12. 甲基丁香酸酯(methyl syringate)
13. 甲基乙二醛
14. 丁香酸(syringic acid)

而為了確保化合物特性之穩定性，於實驗室進行穩定性(500 天)和環境溫度(4°C、20°C 及 35°C)等條件之化學特性測試，總共檢測 6 個麥盧卡蜂蜜樣本。

### 三、植物和蜂蜜參考樣本集

科學計畫綱領建立了植株和蜂蜜樣品的廣泛參考樣本集。這些參考樣本集之資訊能確保有足夠數量的植株和蜂蜜樣品可代表麥盧卡及相關的植株物種，並可追溯其原產地是來自紐西蘭，以及可用於分析其候選特性。

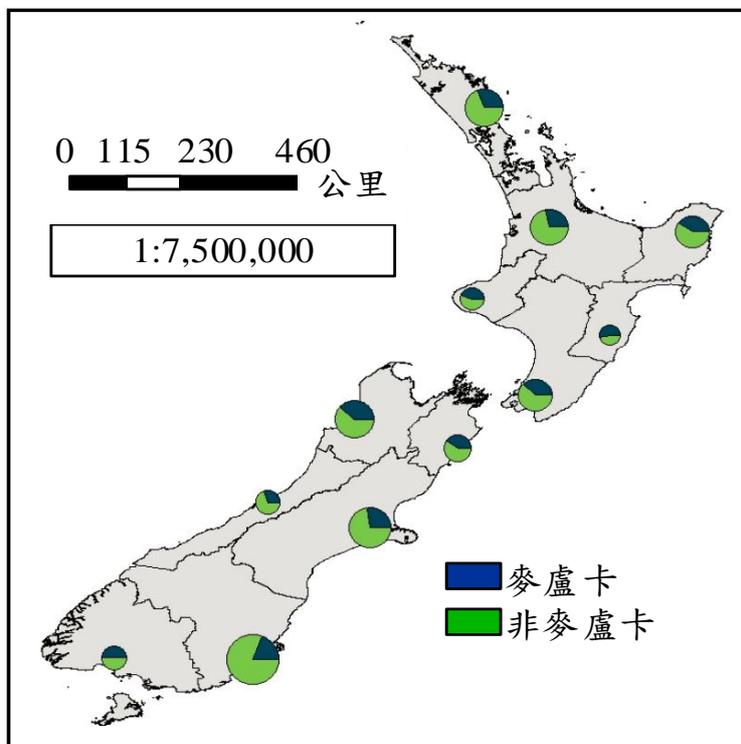
#### (一) 植株參考樣本集

紐西蘭植物標本的參考樣本集現存檔於紐西蘭國家林業標本館(New Zealand National Forestry Herbarium)。本報告建立一個可以比較麥盧卡松紅梅茶樹特性和其他相關植株物種特性之參考樣本集。

從 700 多個植株採集花蜜、葉和花粉樣本，並從中選取 509 個樣本並採用各種實驗室測試方法進行測試。花蜜樣本用於化學方面，葉片和花粉樣本則用於 DNA 方面之測試。樣本來自紐西蘭 12 個地區和澳大利亞 5 個州(如下圖 1)。一共收集了 29 種來自紐西蘭之植株，以及 5 種來自澳大利亞之薄子木屬樣本，包括麥盧卡松紅梅茶樹。相關之樣本是在 2014/15 和 2015/16 兩個花期所進行收集。



新物種的分類學鑑定是具有挑戰性的，特別是僅有有限數量的離散識別特徵可用於分析時。MPI 清楚瞭解如何辨別薄子木屬和卡盧卡屬內物種是一項挑戰，故資助可明確分類紐西蘭兩個屬植物的計畫。



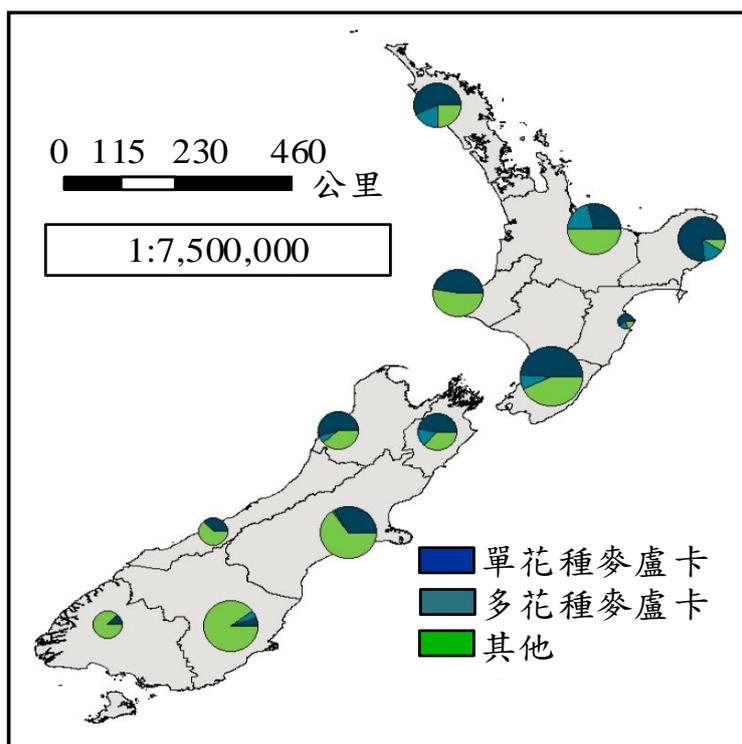
資料來源：Criteria for identifying mānuka honey

圖 1、紐西蘭之麥盧卡及非麥盧卡植株收集分佈(收集花季：2014/15 及 2015/16)

## (二) 蜂蜜參考資料

蜂蜜樣本是從兩個蜂蜜生產季(2014/15 及 2015/16)所收集的，並且盡可能從前五個季節收集。在可能的情況下，蜂蜜樣本從已知地理訊息的地方進行收集，其他樣本的訊息也被收集以檢驗其他變數的影響，如儲存條件和萃取方法。

總共收集了 804 個蜂蜜樣本，其中 778 個樣本適合用來測試，樣本包含來自紐西蘭麥盧卡及非麥盧卡花種的蜂蜜，以及來自澳洲與其他國家的蜂蜜，118 個蜂蜜樣本來自於紐西蘭之外的 16 個國家，但每個樣本的花源沒有全部都進行鑑定。



資料來源：Criteria for identifying mānuka honey

圖 2、根據養蜂人及蜂蜜供應商描述之紐西蘭各地收集的蜂蜜花卉種類<sup>3</sup>

為確保樣本的一致性和有效性，針對供應商提供的蜂蜜描述需進行標準化。根據用於收集的蜂蜜樣本之定義規則修改植物來源和蜂蜜類型，舉例來說，當多種植物物種被描述為出自某一個蜂蜜樣本時，此樣本會被標記為「多花種蜂蜜」，當除了其他植物物種之外還使用麥盧卡松紅梅茶樹時，樣本會被標記為「多花種麥盧卡」，而當麥盧卡松紅梅茶樹為主要植物物種時，則標記為「單花種麥盧卡」。

#### 四、測試方法

植物和蜂蜜樣本使用各種實驗室方法進行測試，雖然已經建立一些測試方法，但其他方法需要專門設計為科學研究綱要和驗證使用。測試方法由紐西蘭和海外的專家公司開發，並由 MPI 進行技術投入和審查。

目前已建立的方法主要是用來測試蜂蜜品質參數，例如：糖、HMF (Hydroxymethylfurfural，羥甲基糠醛)和濕度。需要新開發和驗證的測試方法以測量 DNA 標記和化學特性為主。測試方法驗證之要求需考量精準度、準確性、靈敏度、選擇性、重複性和再現性。驗證是否成功取決於適當的

<sup>3</sup> 除非另有說明，其餘蜂蜜花卉種類以「其他」表示



品質控制和品保架構。

## 五、統計分析結果

經由科學計畫綱領所得到的大量資訊被用來確定單花種和多花種蜂蜜的鑑定標準。所獲得的資訊以國際認可的統計技術進行分析，以確保該過程選擇的標準是健全且能夠符合以下敘述：

- (一) 評估特點間的關係。
- (二) 評估溫度和時間對特性的影響。
- (三) 探索跨地區特性的變異性。
- (四) 檢查特性來源植物的可追溯性(花蜜的化學特性、花粉的 DNA 測試)。

所有的統計分析都是使用同一流程來進行，此流程要求所有步驟的透明度和記錄<sup>4</sup>。

統計分析的結果顯示麥盧卡的 DNA 和以下四種化學物質可以用來鑑定麥盧卡蜂蜜：(1) 2'-甲氧基苯乙酮、(2) 2-甲氧基苯甲酸、(3) 4-羥基苯基乳酸和(4) 3-苯基乳酸。

分類建模方法(Breiman et al., 1984; Thermeau et al.m 2015)(分類和迴歸樹)是確定麥盧卡蜂蜜建訂標準的最合適分析方法，主要是因為具有以下優點：

- (一) 幾個不同的特性測試結果可用，且需要結合評估。
- (二) 鑑識標準要與所測試的特點相關聯。
- (三) 鑑識標準必須簡潔明瞭且易於理解。
- (四) 產出的結果將可使原先未知的蜂蜜樣本被鑑定為單花種或是多花種的麥盧卡蜂蜜與否。

圖 3 顯示為分類建模方法的範例，分類建模流程包括：

- (一) 探索蜂蜜特定特性(化學和 DNA 特性)的模式。
- (二) 檢查蜂蜜樣本中每個特性的變化程度，以確定每個蜂蜜樣本與另一個蜂蜜樣本的相似度。
- (三) 如此可確立每種特性與其他品種結合的重要性，可將麥盧卡蜂蜜與其他種類的蜂蜜進行分離。

<sup>4</sup> 所有統計分析使用 R 語言(根據不同的需求分析，採用不同的 R 語言套裝軟體)。



1. 首先從紐西蘭和海外其他具有不同特性的蜂蜜種類進行參考資料收集。

舉例來說，以五種化合物、麥盧卡蜂蜜及卡盧卡蜂蜜的DNA進行測試。

2. 使用不同特性和指訂集別的測試結果可將不同種類的蜂蜜分組。

舉例來說，當要分離單花種和多花種麥盧卡蜂蜜及非麥盧卡蜂蜜。

3. 第一次分裂程序通常可提供辨別蜂蜜種類的最大程度分離特性。

舉例來說，紐西蘭的蜂蜜相較於其他國家的蜂蜜有較高的2'-甲氧基苯乙酮含量，但此特性無法單獨用來辨別麥盧卡蜂蜜，因為大部分出自於紐西蘭的蜂蜜都廣泛擁有此特性水平。

4. 使用第二個特點的資訊，如麥盧卡蜂蜜的DNA，進一步進行分離程序是可能的。

舉例來說，單花種和多花種的麥盧卡蜂蜜DNA較非麥盧卡蜂蜜層級高，因此其他較低級別的蜂蜜皆不會被認訂為麥盧卡蜂蜜。

5. 然而特性和他們的級別是由模型所選擇的，我們需要檢查模型是否一致地選擇相同的特性，以便將蜂蜜類型分組，如步驟2所示。

舉例來說，模組需重新建立蜂蜜樣本的子集合。

6. 此過程需重複數千次，以便此模型可用於確定將蜂蜜樣本分成不同組別的特性，並決定可以定義該特性的數值。

舉例來說，每個蜂蜜樣本中4-羥基苯基乳酸的層集在不同的子集合中視不同的，但是有一個最低的標準，單花種或是多花種麥盧卡蜂蜜皆必須符合。

7. 所有模型的資訊最後被用來微調決定每個所選特性的截止標準以進行輸出。

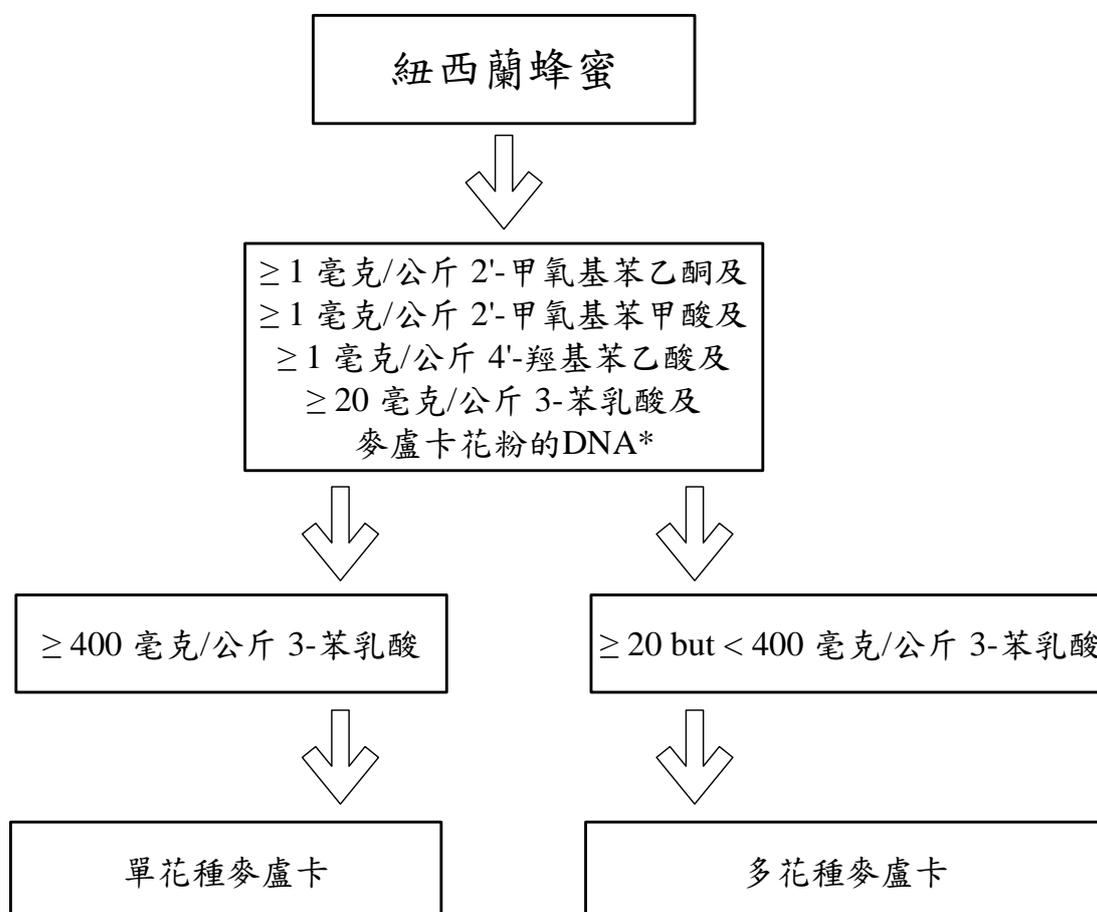
最終的結果是能夠找到一個特性組合可以確定單花種和多花種麥盧卡蜂蜜的定義層級。

資料來源：Criteria for identifying mānuka honey

圖 3、鑑定麥盧卡蜂蜜和鑑別單花種和多花種麥盧卡蜂蜜之分類建模方法



所有分類模型的結果確定了特性和層級的組合，以鑑定麥盧卡蜂蜜與認證單花種及多花種麥盧卡蜂蜜，如下圖 4。



資料來源：Criteria for identifying mānuka honey

圖 4、認證單花種及多花種麥盧卡蜂蜜所需之特性組合

收集之對照組中所有蜂蜜樣本進行標準測試，並與供應商提供之原始標識進行比較(如下表 1)。由表可得知被供應商歸類為單花種麥盧卡蜂蜜中，有 74% 在應用本研究之標準後被認證為單花種麥盧卡蜂蜜。而被供應商歸類為多花種麥盧卡蜂蜜使用此研究之標準鑑定後，有 56% 是屬於多花種麥盧卡蜂蜜。

在應用認證標準後，部分蜂蜜樣本與供應商提供之認證結果不同，因為供應商有時是根據對產品的瞭解程度不同，而進行蜂蜜樣本的認證。此外，蜜蜂覓食行為的複雜性及蜂房中潛在來源植物的範圍廣泛，對於鑑定蜂蜜類型而言是相當具挑戰性的。例如，蜜蜂可以從蜂房中的其他植物物種上覓食，即使麥盧卡是當地最豐富的開花植物。



表 1、原始供應商與本研究標準認證之結果比較

供應商認證結果	樣本數(No. samples)	標準認證結果		
		非麥盧卡 (%)	多花種麥盧卡 (%)	單花種麥盧卡 (%)
單花種麥盧卡	273	14	12	74
多花種麥盧卡	95	21	23	56
卡盧卡	30	60	17	23
非麥盧卡	262	88	12	<1
海外蜂蜜	118	100	0	0

資料來源：Criteria for identifying mānuka honey

### 參、結語及對我國政策啟示

從「科學計畫綱領」發展出的鑑定麥盧卡蜂蜜的鑑定標準是經過三年研究之結果，此標準可以被相關行業和監督管理機構所採用，且可根據認證標準進行稽核，以確保紐西蘭的麥盧卡蜂蜜在市場上產品之認證。本文歸納下列主要成果與發現之論述。

#### 一、主要成果

- (一) 廣泛地蒐集植物和蜂蜜樣本的參考資料。
- (二) 開發和驗證兩個新的檢測方法，以檢測和鑑定麥盧卡蜂蜜所需的目標特性(花粉和化蜜)，測試方法經適當驗證後可得到可靠且準確的結果。
- (三) 成功應用分類建模方法而開發認證之標準，以鑑定成分複雜且自然變化之優良食品。

#### 二、主要發現

- (一) 根據完整的科學認證標準可以鑑別出單花種和多花種麥盧卡蜂蜜並且可與其他蜂蜜類別分開。
- (二) 麥盧卡蜂蜜的認證標準包括 4 種化合物及 DNA 標記的組合。
- (三) 作為食品出售時，二羥基丙酮和甲基乙二醛不適合用於鑑別麥盧卡蜂蜜。
- (四) 在此程序中沒有任何單一特性評估可單獨使用以確定麥盧卡蜂蜜。



(五)符合鑑定標準的單花種和多花種麥盧卡蜂蜜正在紐西蘭各地生產。

讓農產品高值化乃是我國農業發展重要議題之一，而生技產業之發展，開發各種營養品或保健食品，或是發現現有食品對於人體之益處亦是農產品高值化方法，但其困難除發現人體益處外，品質的穩定也必須克服。未來我國農業相關部門可以紐西蘭麥盧卡蜂蜜之經驗，協助我國類似產品之認證、驗證。

#### 肆、參考文獻

1. Breiman, L, Friedman, J H, Olshen, R A and Stone, CJ (1984). *Classification and Regression Trees*. Chapman and Hall/CRC.
2. Ministry for Primary Industries (2017). *Criteria for identifying mānuka honey*. Retrieved from <http://www.mpi.govt.nz/growing-and-harvesting/bees-and-other-insects/manuka-honey/>.
3. Themeau, T, Atkinson, B and Ripley, B (2015). *Rpart: Recursive Partitioning and Regression Trees*. R package version 4.1-9.