



# 水果非破壞性

## 檢測技術

### 前言

應用物理或光電磁原理來檢測樣品內部品質，如甜度、酸度、空洞等現象，而又不破壞樣品本身，稱做「非破壞性檢測法」。非破壞性檢測技術大致包括聲波、超音波、核磁共振、近紅外光等數種，在農業上用來量測預知農產品品質，農民可據此作不同品級分級，提高產品分級品質及售價。

聲波原理由物體（聲源）振動產生，波在前進的時候，介質分子會有疏密的分佈，故稱之為疏密波。人耳可以聽到的聲波頻率一般在20 Hz 至20 KHz之間。大於20 KHz人耳不易聽到的，我們稱為超音波。聲波及超音波皆可用來判斷農產品性質檢測，如拍打西瓜需以清脆碰裂聲為好，此具有沙質口感品質佳，拍打聲不宜空心聲。鳳梨則要以質地細緻，所以拍打聲要沈悶、實心者比較甜（肉聲果或鼓聲果）。而超音波則多用來檢驗農產品有無空洞，以一超音波發射及接收端貼近待測物，然後判斷空洞情形。

核磁共振乃利用射頻無線電波(RF)作為刺激，觀察特定種類之原子核在強大的靜磁場下，受到擾動後於恢復平衡過程中，所發出來的磁矩變化信號。將磁矩變化信號轉換為電信號，再將收集到的總合信號，藉由電腦的二維傅立葉轉換運算，

文/圖 ■ 林子傑 鄭榮瑞 鍾瑞永 楊清富

求得物體中之原子核密度的影像，可深入了解內部真實損壞情形，惟此技術目前所需費用較高。

近紅外光譜分析的原理乃利用樣品照射到近紅外光源時，樣品內之官能基如C-H、O-H、N-H 吸收特定波長能量，使得近紅外光譜之吸收率隨著不同之官能基種類及濃度而呈現明顯的不同，藉以定性及定量分析樣品。本篇主要介紹目前應用最廣，未來深具潛力的近紅外光非破壞性檢測技術。

### 近紅外光系統概述

近紅外光譜儀(Near infrared spectroscopy, NIRS)原理乃利用物質裡分子與原子間因能階的不同所造成反射率，依波長變化而異的特性，辨識檢測物中的特徵物質，再配合已知物質的特性光譜資料庫，推出各點組成及結構。近紅外光譜是研究最多的非侵入式分析技術，近紅外線光區的波長範圍為780~2500 nm，大多數物質的分子官能基如C-H，O-H，N-H等，其固定吸收振動光譜都在此範圍。使用近紅外光譜優點：

1. 利用光譜能量的吸收與轉換，容易進行內部成分的定性與定量分析。
2. 近紅外線本身具有穿透物質的特徵。

3.食物等接觸近紅外線，不會變質，可說是非常地安全，是最適合用來做「非破壞測量」的光線。

近紅外光系統依其光譜檢測方式，可分穿透式偵測器及反射式偵測器兩種。穿透式的偵測器排列方式，與光線行進路線呈90度角排列，光線通過樣品後再進入

偵測器，適用於透明度、穿透性較高的樣品，如果糖、果汁、真假酒…等。反射式的偵測器排列方式，則與光線行進路線呈45度角排列，光線打在樣品表面反射後進入偵測器中量測，光線無法直接穿透樣品，適用於顆粒狀、粉體狀等不透光的農產品，如水果、穀粉、豆類…等。



▲圖1、手提式近紅外光甜酸度檢測器量測情形



近紅外光系統目前廣泛用於水果、藥品、飲料、各式雜糧穀類，利用近紅外光系統可快速檢測待測物糖度、酸度、水分、脂肪酸等各式參數，建立快速且安全的線上產品檢測機制。

## 手提式近紅外光系統水果檢測應用

利用手提式近紅外光甜酸度檢測器，實際進行果品的糖度及酸度量測，如圖1，以木瓜為例，圖中數字1~8代表量測步驟順序。步驟1選取5個待測木瓜樣品進行校正；步驟2以近紅外光甜酸度檢測器分別量取待測木瓜的糖度，並記錄；步驟3~6切取上列木瓜近紅外光量測位置之果肉，擠汁，利用光學式糖度計觀測及記錄並與步驟2.數值比較校正；步驟7.根據前述校正值調整檢測機讀值，完成校正；步驟8.重複水果甜酸度非破壞性量測。

經校正後的手提式近紅外光甜酸度檢測器，實際用以量測不同後熟天數及模擬外銷冷藏狀況木瓜的糖度變化情形檢測，木瓜品種選用台南縣大內鄉農民生產之台農二號木瓜。模擬外銷木瓜儲藏狀況，保持攝氏12度下冷藏約兩週，並以置於常溫下之木瓜，為對照實驗，以採收後3天、6天、9天、13天取樣進行非破壞性糖度檢測測試，所得結果如圖2。

試驗結果顯示，經冷藏攝氏12度處理，第一週木瓜明顯未熟較硬，第一週半時，木瓜似乎較軟化。冷藏處理後甜度會保持在11度上下，儘管隨時間果粒有些微熟成軟化，甜度並未明顯上升。未冷藏處理之木瓜約3天即熟化而甜度上升約1度，且頭部(近柄處)一開始較甜，可能是頭部會先成熟，而尾部甜度則較低約0.5度。

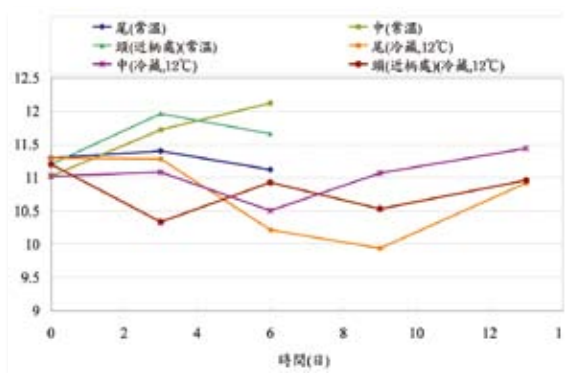
## 加工番茄甜酸試驗

利用手提式近紅外光甜酸度檢測器進行加工番茄甜酸試驗時，採取側面4點及果底1點，量測方式如圖3所示。

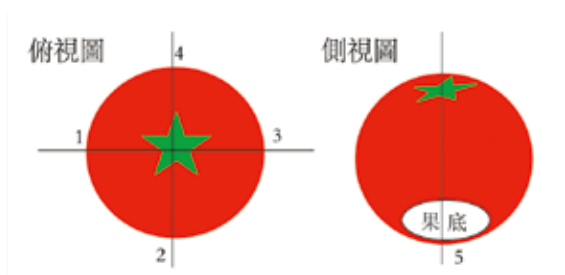
量測所得結果，糖度如圖4所示；酸度如圖5所示。由圖4中可知，側邊4點的近紅外光甜度量測讀值較能符合加工番茄光學式糖度計檢測值，所得二者甜度誤差約在0.5度內；果底部分近紅外光甜度量測讀值則明顯較光學式糖度計檢測值高，較不適合用來代表番茄甜度值。圖5酸度結果顯示，利用化學滴定法之酸度檢測值與手提式近紅外光所檢測值差異極大，因此對於酸度較高之水果利用近紅外光檢測器較無法靈敏的檢測出劇烈的酸度變化情形。

## 結論

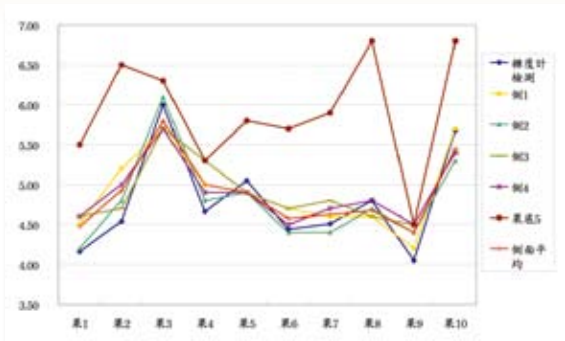
近紅外光因具有穿透物質的特徵、吸收與轉換容易、便於內部成分的定性與定



▲圖2、木瓜甜度試驗(模擬外銷木瓜儲藏狀況)

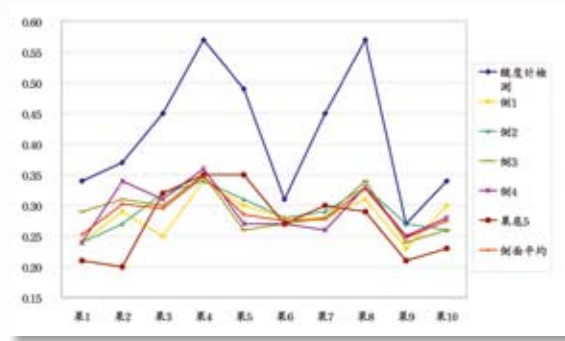


▲圖3、加工番茄甜酸試驗量測方式



▲圖4、加工番茄甜度量測結果

量分析、且與食物接觸不會變質，可安全適合的用來做「非破壞測量」。以番茄分析為例，檢測1顆番茄樣品甜度僅需時1秒鐘，甜度誤差可精確至0.5度內，可應用於番茄大量選別線上檢測，準確提供水果的甜度，果農可據此不同甜度進行果品甜



▲圖5、加工番茄酸度量測結果

度品級分級，提高產品品質及售價。而手提式近紅外光檢測器，更可便於攜帶至果園中，於水果種植過程中隨時量測果實甜度，利於栽種過程中的生產管理。近紅外光設備在未來，隨著技術的進步及儀器價錢的下降，相信會更普遍的廣泛應用。