

# 以 SPR 原理檢測油品劣化狀態

系所 / 電子工程學系

指導老師 / 林鈺城

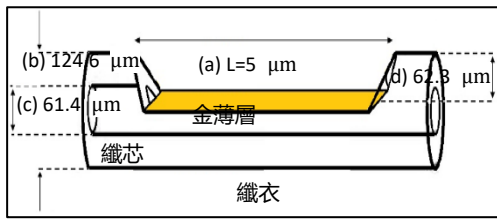
組員 / 李秉儒、王鈞、林劭庭、許哲桓

植物油於高溫下會產生諸多反應，如氧化、熱反應與水解，而這些反應均會使油品劣化，產生對人體有害的物質。這些反應會使植物油中少量的油酸，產生游離脂肪酸，經人類食用後由人體之腸道吸收，並在血液中不斷循環，最後導致人體的動脈粥狀硬化[1]，也提高罹患高血壓之風險。

目前已有許多測量游離脂肪酸的方式如氣相層析質譜儀分析，利用乙醇等溶劑分析油脂中的游離脂肪酸，並藉由質譜分析儀來量測，其優點可進行定量與定性之分析，然而缺點則是樣品若含有類似結構之化合物，可能會造成檢驗結果偏高；而油品老化試紙利用游離脂肪酸與試紙上的藥劑發生顯色反應，

然後根據顏色的變化與標準的比色塊比較，進而確定油品的劣化程度，雖然反應速度快，卻有穩定性差與誤差值大的缺點。

本次研究藉由表面電漿共振原理，利用光纖將光源所產生的光波導傳至感測區，若感測區的物理量改變，如折射率的變化，將造成不同波長之位移，可以推算出感測區中所對應的物理量變化。為了使光纖產生表面電漿共振，首先利用光纖研磨機，在光纖上向下研磨一深度為 62.3  $\mu\text{m}$  之凹槽，使纖芯面裸露出來，並於其上進行濺鍍，使金屬靶材沉積於纖芯上，濺鍍出一層約 40 nm 厚度之金薄層，結構示意如圖 1。



步驟折射率光纖  
圖 1：光纖感測器示意圖 a)感測區長度  
b)纖維衣直徑 c)纖維芯直徑 d)研磨深度

將我們玻璃光纖感測器的兩端，分別接上波長範圍 400~1800 nm 的鹵素光源與頻寬為 350~1750 nm 的光譜分析儀，進行量測。為了避免環境光與空氣擾動之影響，在感測器之待測面上，覆蓋一不透光之遮蓋，量測系統示意圖如圖 2。

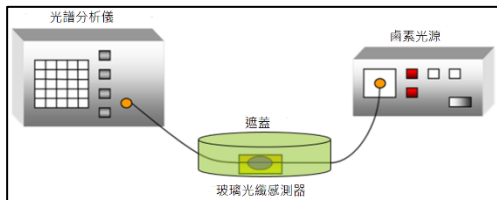


圖 2：實驗系統架設示意圖

在本次研究中，利用油酸會與醇類互溶的特性，將油酸作為溶質、乙醇當作溶劑，來調配出不同油酸的體積百分比濃度，並測定其折射率變化如圖 3，得出當油酸濃度上升 1%時，折射率值會增加 0.001。

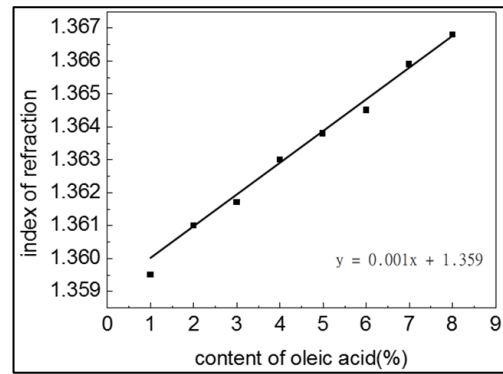
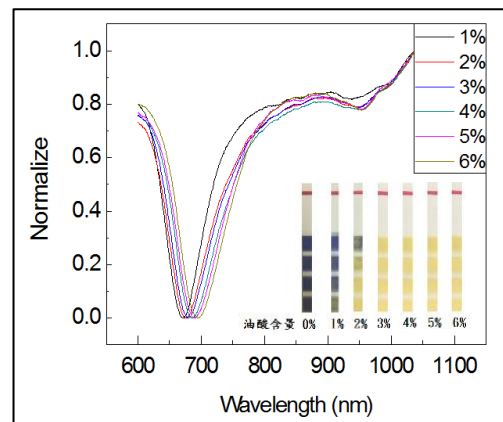
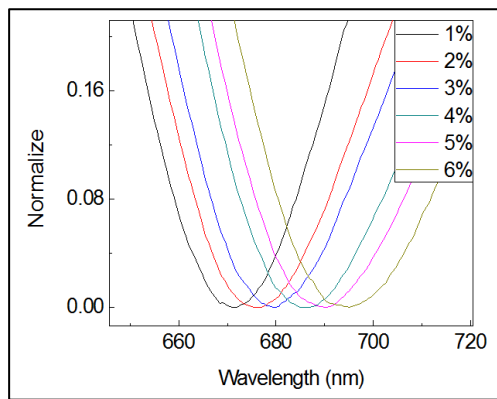


圖 3：油酸體積濃度百分比折射率變化

將油酸體積百分比濃度 1%~8%之溶液，滴於光纖感測器上進行量測，並將量測結果進行歸一化，使頻譜圖上每一波長點對應之能量限制於 0~1 之間，如圖 4。



(a)



(b)

圖 4：不同油酸含量之 SPR dip 飄移  
(a)歸一化後之頻譜圖 (b)頻譜圖放大

我們可以發現，藉由 1%~8% 油酸含量之溶液，所造成的折射率改變，使油酸濃度每增加 1%，SPR dip 位移約 5 nm。而使用油脂老化試紙進行檢測，其顏色所對應之游離脂肪酸分別為 0%、0.5%、1.75%、2.5%。

由於油脂老化試紙是藉由顏色變化與標準的比色塊比較，但往往會因為檢測出的顏色難以精準的對照色表，導致出檢驗結果產生誤差。此外，老化試紙測量游離脂肪酸之上限只能達到 2.5%，而使用具有表面電漿共振之光纖感測器，來評估不同游離脂肪酸含量時，具有更高精確度與較廣檢測範圍之

優點。因此，我們能將此方法做為評估油品好壞的有效替代方案。