

近紅外光光譜分析技術在漁產品之應用

蘇憲芳、葉駿達

水產試驗所水產加工組

前言

水產品品質包括營養、風味、質地、色澤及外觀等，而鮮度則是左右水產品品質主要關鍵。隨著國民生活水準的提高，消費者對水產品品質要求愈趨嚴格，少部分業者標榜其販售商品為新鮮現撈漁產品，實則為多次冷凍再解凍品，此類水產品相較於冷凍品，因組織結構改變，更易被腐敗微生物污染，而縮短保存期限，也造成漁獲品質及口感的劣化。另外，有效日期為業者自行訂定，部分不肖業者將包裝當日或出貨日訂為製造日期，使消費者誤判漁獲之新鮮度及貯藏期限。

近紅外線光譜學技術

近紅外線光譜 (Near-infrared spectroscopy, NIR) 可應用於分析漁產品品質 (圖 1)，具有快速檢測和非破壞性等優點。NIR 光譜波長範圍為 700–2,500 nm，其能量範圍在 $10^3 - 10^5$ Joule/mole，恰為分子內化學鍵結進行振動所需之能量。分子內振動主要來自於 C-H、O-H 及 N-H 等化學鍵，當原子核與化學鍵相連時，它們可沿著化學鍵進行伸縮振動 (stretching vibration) 或彎曲振動 (bending vibration)，因此 NIR 主要用來偵測有機成分。而無機成分若與有機成分或水形成鍵

結，且具有 C-H、O-H、N-H 等官能基結構，亦可被檢出。漁產品的組成分是水、蛋白質、脂肪、礦物質和維生素等 (Murray et al., 2001)。新鮮魚肉中水分約佔總重量的 66–81%，其 O-H 基在 1,400–1,450 nm 和 1,920–1,950 nm 會出現吸收波峰；蛋白質約佔 15–20%，其 N-H 基的吸收波峰出現於 1,560–1,670 nm 和 2,080–2,220 nm；脂質主要官能基為 C-H 鍵，則於 1,680–1,760 nm 和 2,300–2,350 nm 出現吸收波峰 (Wehling, 2003) (圖 2)。



圖 1 近紅外光光譜儀使用於漁產品品質之分析 (資料來源：Liu et al., 2013)

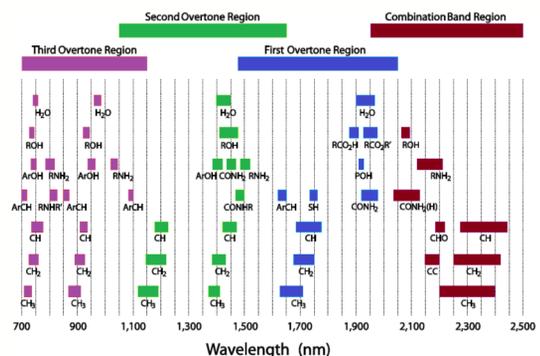


圖 2 食品組成分之官能基與紅外光光譜吸收範圍 (資料來源：Elein, 2013)

可見光/近紅外線 (VIS/NIR) 光譜儀用於鮭魚新鮮度之分析

Kimiya 等 (2013) 將養殖大西洋鮭魚清除內臟後取魚片，儲存在冷藏室 (2–4°C) 中，每日添加冰塊覆蓋魚片，並於第 0、2、5、8、12、17 天進行 VIS/NIR 光譜分析；另一組為冷凍–解凍魚片，將魚片於 -40°C 凍藏 3 週後，接著在 2–4°C 冷藏庫置放一夜進行解凍，再以 VIS/NIR 光譜儀進行分析。以 605–735 nm 波長 (光譜解析度為 0.5 nm) 偵測結果顯示，鮭魚肌肉色素主要為類胡蘿蔔素，在 500 nm 有吸收波峰 (圖 3)，於此波長進行分析，可能因類胡蘿蔔素對光譜吸收或散射造成干擾容易產生雜訊，但若改以 605–735 nm 進行分析，則能避免類胡蘿蔔素和水分的干擾，較適合新鮮和凍結–解凍鮭魚片的分類 (Kimiya et al., 2013)。另外研究也發現，肌紅蛋白 (myoglobin) 於波長 606 和 636 nm 可呈現明顯的吸收波峯，而魚片經冷凍再解凍之過程中，因組織改變且部分肌紅蛋白氧化，會與新鮮魚片呈現不同的

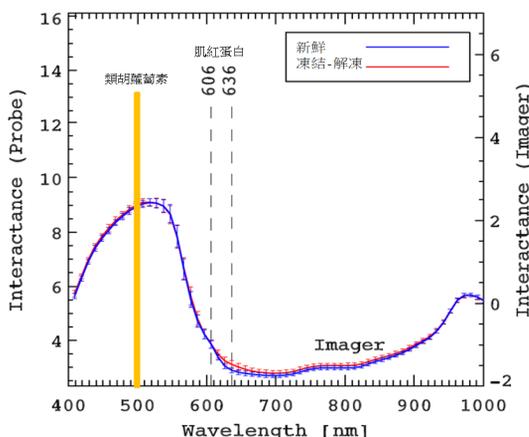


圖 3 新鮮和凍結-解凍鮭魚片 VIS/NIR 光譜 (資料來源：Kimiya, 2013)

吸收波峰。利用 NIR 之光譜結合主成分分析方法 (principal components analysis, PCA) 進行分析後，可區隔出新鮮組和凍結–解凍組的鮭魚 (圖 4)，其中橫軸 PC#1 (87%) 與縱軸 PC#2 (11%) 分別代表樣品之前兩項主成分，顯示可掌握試驗樣品約 98% (87% + 11%) 的特徵資訊，亦即以此二者的特徵值即可區分樣品之間的差異性。

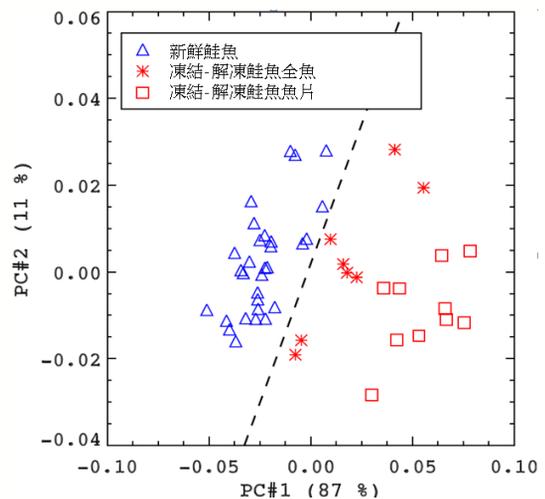


圖 4 NIR 光譜以 PCA 分析可區隔新鮮和凍結-解凍鮭魚 (資料來源：Kimiya, 2013)

可見光/近紅外線 (VIS/NIR) 光譜儀用於生鮮與冷凍鯖魚之辨別

將 25 尾鯖魚分為三組，分別為新鮮組、冷凍 0.5 年組及冷凍 1.5 年組。新鮮組係將 5 尾新鮮鯖魚取魚片後測定其 VIS/NIR 光譜；冷凍 0.5 年及 1.5 年組各 10 尾鯖魚，以塑膠袋包裝，放置於 -18°C 的冷凍庫分別凍藏 0.5 年及 1.5 年，再於 4–5°C 解凍一夜後，檢測其 VIS/NIR 光譜。將三試驗組以全波長掃描，每尾魚之採樣點分別為背部、腹部及尾部，各部位再分別掃描其魚肉面與魚皮面，

掃瞄結果如圖 5-7。結果再以 PCA 統計軟體分析 (圖 8), 其中 PC#1 (66%)、PC#2 (21%) 與 PC#3 (5%) 分別代表樣品之前三項主成分, 顯示可掌握試驗樣品約 92% (66% + 21% + 5%) 的特徵資訊。用此三者的特徵值建立

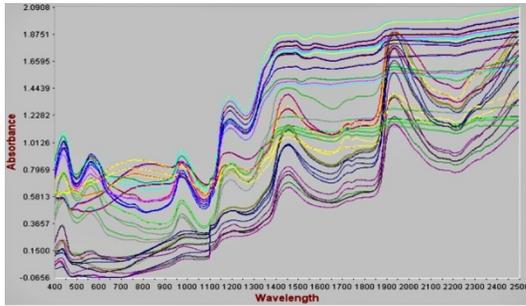


圖 5 生鮮鯖魚之 VIS/NIR 光譜

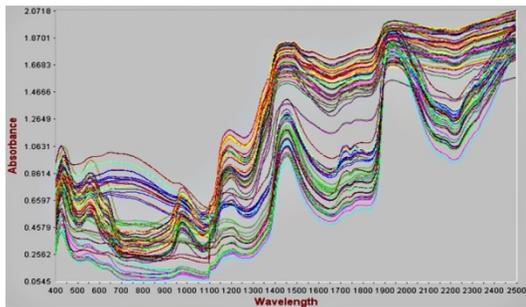


圖 6 鯖魚於-18°C 冷凍 0.5 年之 VIS/NIR 光譜

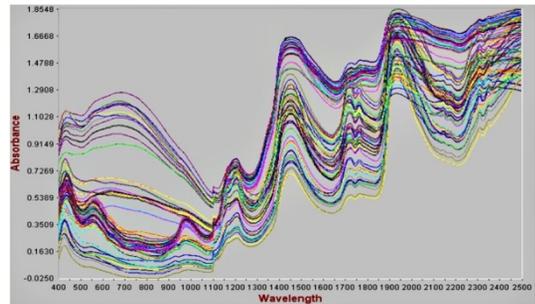


圖 7 鯖魚於-18°C 冷凍 1.5 年之 VIS/NIR 光譜

3D 立體圖, 可區隔出新鮮組、冷凍 0.5 年組及 1.5 年組的鯖魚。

結語

以近紅外光光譜儀搭配多變數分析法係用以監測漁產品品質的非破壞性技術, 目前研究都應用在生鮮及凍結—解凍漁產品的判別, 本所未來擬探討不同漁產品之鮮度與 NIR 分析圖譜之相關性, 並建立基礎資料庫, 以期能即時監測漁產品鮮度, 確保消費大眾之食魚安全。

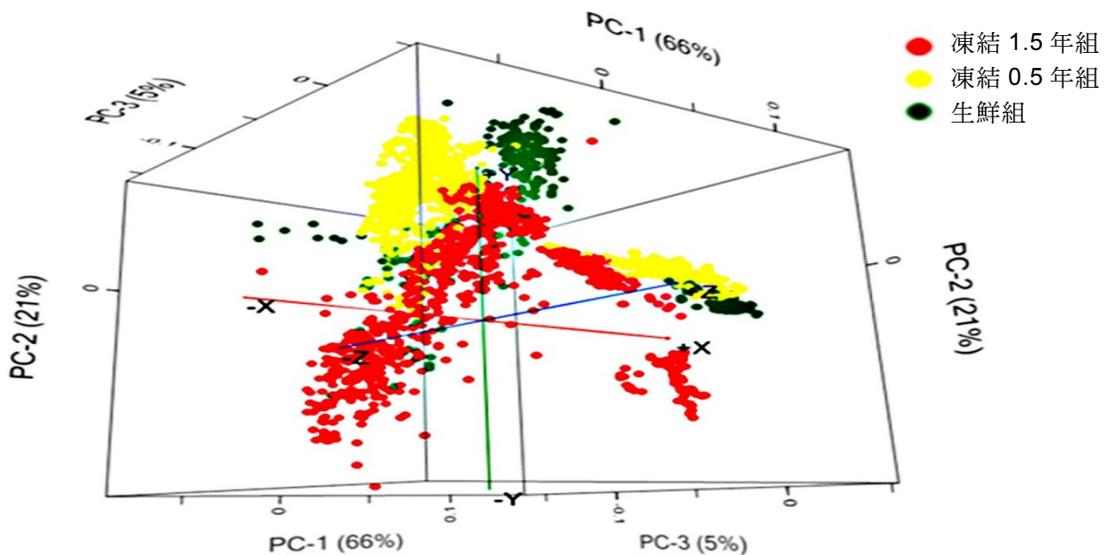


圖 8 VIS/NIR 光譜以 PCA 分析可區隔新鮮、凍結 0.5 年及凍結 1.5 年之鯖魚