112-2 南投縣高級中等學校適性學習社區自主學習聯合成果發表會

學校名稱：南投縣立旭光高級中學

主題：食品營養知多少？檢測方式初探

指導老師：曾彥傑 吳俞朋

作者：李宜潔 李昀靜 曾羽暄

目　錄

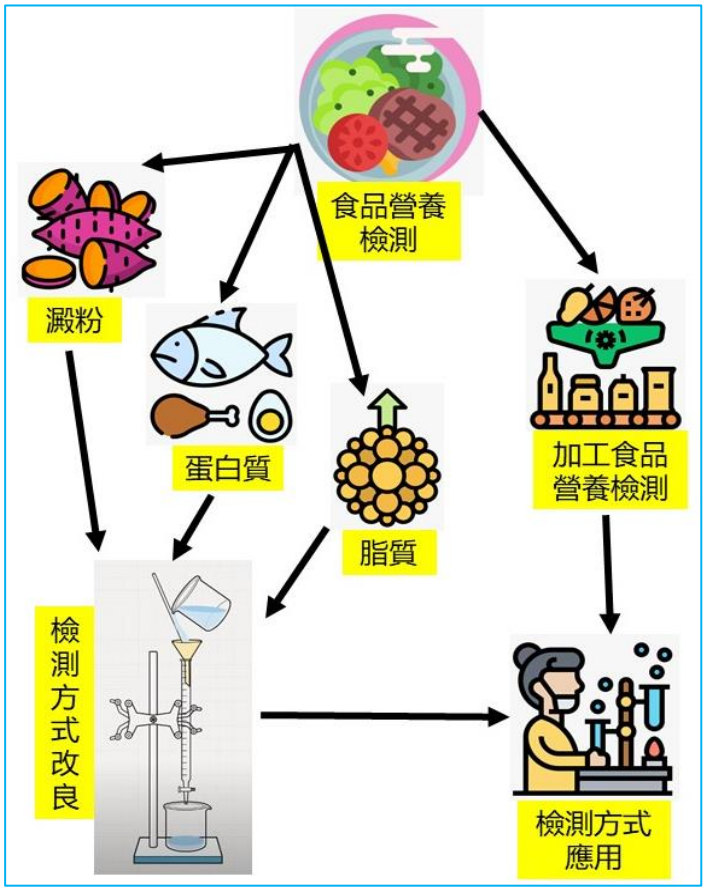
食品營養知多少？檢測方式初探

摘 要：

本研究針對食物中的營養成分檢測進行探討與改良。研究發現，在澱粉檢測過程中，改用氯化鈉(NaCl)取代氯化鋰(LiCl)，其檢測效果差異不大，且檢測時間若超過 30 分鐘，測得之數據最高將下降 16.88%。

在檢測蛋白質的過程中。使用氫氧化鈉(NaOH)取代氫氧化鉀(KOH)，檢測效果較差，差距來到 35.29%。且檢測過程有其時效性，若超過 30 分鐘，測得之數值將下降 77.78%。檢測脂質時，使用 Oil Red O 取代椒紅素，效果相差不多，差距最高僅 5.69%。檢測時間幾乎不影響結果，差距最低為 0.03%。

至於加工食品所含之醣類，會因醃製方式升高約 2 成；加工食品之蛋白質含量最多可減少 40.00%。加工食品之脂質含量，約減少 2 成。



壹、前言（含研究動機、目的與文獻回顧）：

一、動機：

對於女孩子來說，體態優美是非常重要的！所以注意食物的卡路里(熱量)和營養成分，就成為我們的習慣；甚至有媒體戲稱女生一輩子都在減肥。而從國中階段的生物和健康教育課程，我們知道食物中會產生能量的營養成分主要有醣類、蛋白質及脂質，分別可以產生每公克 4 大卡和 9 大卡的熱量。當時也學習到使用本氏液可檢測醣類中的還原醣、碘液可以用來檢測澱粉；高中則學習到使用雙縮脲試劑可以檢測蛋白質、椒紅素可以檢測脂質。但上述的方法，都以觀測「色彩改變」為判斷基準，無法確實得知各種營養成分的含量(圖 1)。基於好奇心，我們想嘗試找出簡易的營養檢測方式，方便於日常生活中應用；同時了解加工方式對食品營養價值的影響。

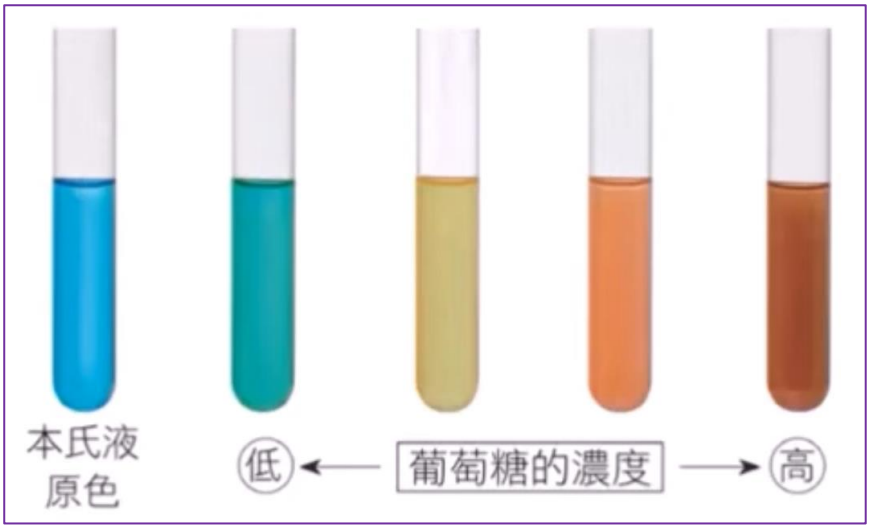


圖 1：國中生物課本中，檢測葡萄糖的本氏液顏色變化

二、文獻回顧：

(一)醣類檢測方式：(Englyst, H. N., Kingman, S. M., & Cummings, J. H., 1992)

1. 化學方法：化學方法通常包括酶反應、酸鹼滴定和色譜分析等。其中，酵素法

常用於檢測總醣類和特定醣類，例如使用酶膠體色譜法檢測葡萄糖和果糖。酸鹼滴定則是用於檢測澱粉含量的常用方法之一。

2. 生物方法：生物方法常用於檢測葡萄糖、葡萄糖苷和澱粉等。這些方法利用生物體內特定酶的反應來測定樣品中的醣類含量，例如葡萄糖氧化酶法。
3. 儀器分析：儀器分析方法包括色譜分析、質譜分析和光譜分析等。其中，高效液相色譜法（HPLC）和氣相色譜法（GC）常用於檢測醣類，特別是葡萄糖和果糖等單糖。

(二)蛋白質檢測方式：(Zhang, L. et al., 2016)

1. 生物學方法: 包括酵素連結免疫吸附法(ELISA)、西方墨點法(Western blotting)和生物感測器。這些方法通常利用特定抗體或生物酶與目標蛋白質相互作用，然後通過檢測這些相互作用來定量或定性分析目標蛋白質。
2. 化學方法：如 Lowry 法、Bradford 法和 Biuret 法等，這些方法利用蛋白質與特定試劑之間的化學反應來測量蛋白質的含量。這些方法常用於定量蛋白質，並且通常與分光光度計等儀器結合使用。
3. 光譜方法：例如紫外可見光譜法（UV-Vis spectroscopy）、質譜法（Mass spectrometry）和核磁共振（NMR）等。這些方法通常用於分析蛋白質的結構、識別蛋白質中的氨基酸序列或定量蛋白質。

(三)脂質檢測方式：(Alves, R. et al., 2016)

1. 萃取法：包括溶劑萃取、超臨界流體萃取和固相萃取等。這些方法利用不同性質的溶劑與樣品中的脂質進行分離和提取，然後通過測量提取物中的脂質含量

來進行定量分析。

2. 色譜法：如氣相色譜法（GC）和液相色譜法（HPLC）等。這些方法通常將樣品中的脂質進行分離，然後通過脂質分子的保留時間或流動速率來識別和定量不同類型的脂質。

3. 光譜法: 例如紫外可見光譜法 (UV-Vis spectroscopy)、質譜法 (Mass spectrometry) 和核磁共振（NMR）等。這些方法通常用於分析脂質的結構、確定脂質的組成或定量脂質。

三、研究目的:

(一) 食物中醣類檢測方式探討與改良。

(二) 食物中蛋白質檢測方式探討與改良。

(三) 食物中脂質檢測方式探討與改良。

(四) 探討加工食品對營養成分之影響。

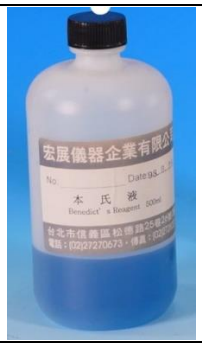
貳、研究設備及器材:

一、基本器材：燒杯、漏斗、攪拌棒、定量瓶、量筒、滴定管、滴管(如表一)。

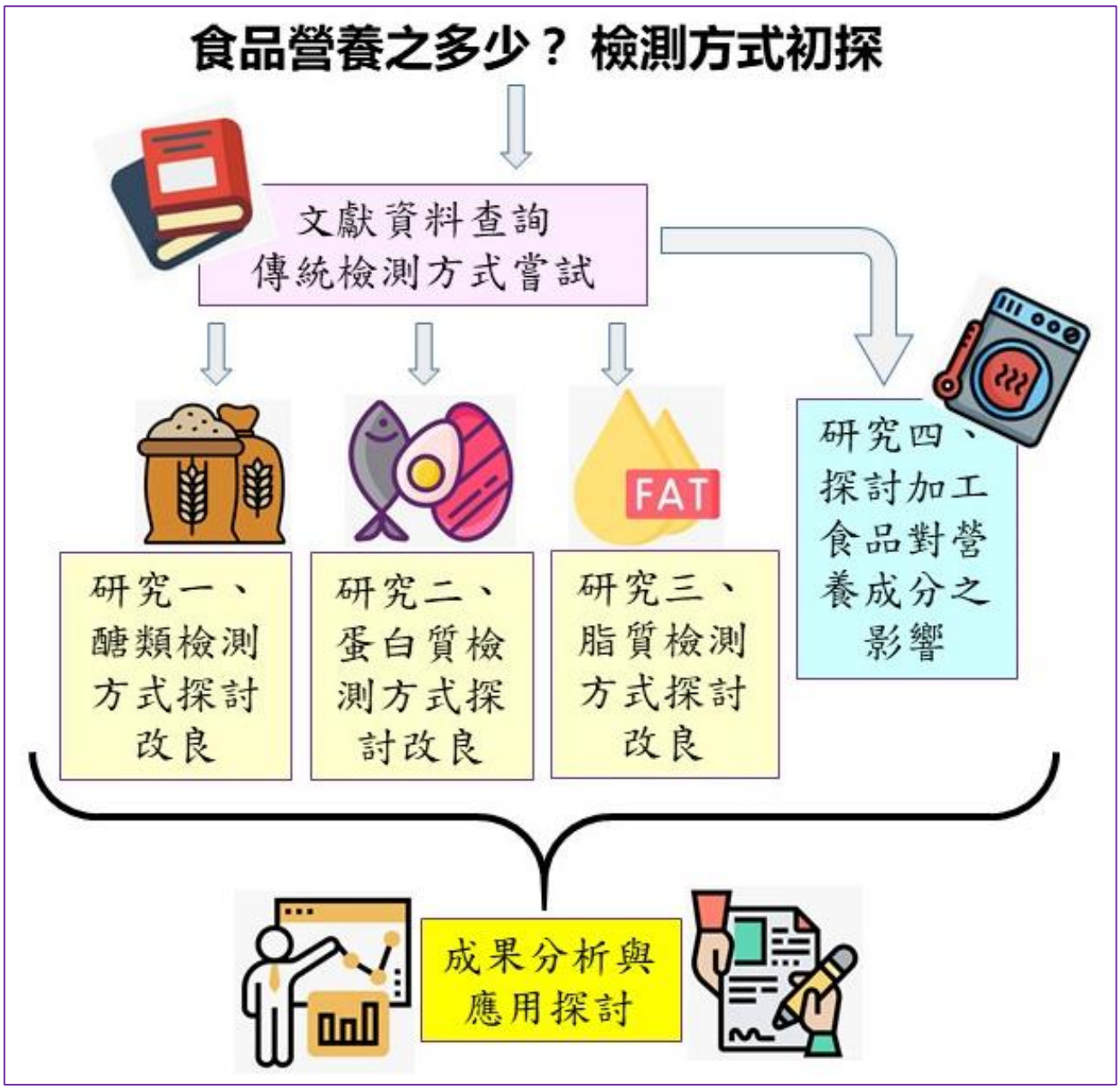
二、使用藥品：本氏液、雙縮脲試劑、椒紅素試劑、氯化鋰溶液、鹽酸、醋酸。

三、其他：複式顯微鏡、電腦、平板、Excel 統計軟體、Image-J 影像軟體、烘箱、無菌操作台。

表 1：相關器材與藥品

		
各式基本器材	烘箱	無菌操作台
		
本氏液	椒紅素試劑	雙縮脲試劑
		
氯化鋰	鹽酸	醋酸

參、研究過程或方法：



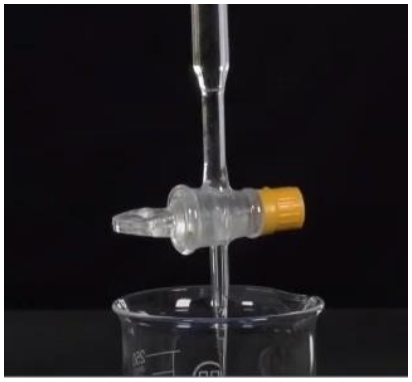
研究一、食物中醣類檢測方式探討與改良。

(一)實驗設計：

挑選 3 種根莖類食物(番薯、馬鈴薯、紅蘿蔔)，利用研缽磨碎成泥狀，接著取相同重量利用酸鹼滴定法進行澱粉含量檢測。接著將原本的氯化鋰（LiCl）換成氯化鈉（NaCl)，重複步驟進行澱粉含量檢測，並比較前後之差異。(圖 2~圖 4)

(二)實驗步驟:

1. 準備樣品：準確稱量待測的澱粉樣品。
2. 水解澱粉: 將澱粉樣品加入一定量的硫酸(1M)中，在適當的溫度下進行水解；水解後的產物是葡萄糖。
3. 中和反應：在水解過程中加入醋酸來中和反應液的酸性。
4. 添加指示劑: 在中和後的反應液中加入碘液，碘液會與剩餘的澱粉形成藍色複合物。
5. 滴定：使用氯化鋰溶液(之後替換為氯化鈉)進行滴定，直到藍色消失。此時，碘與澱粉反應完全，表示澱粉已完全水解。
6. 記錄滴定體積：記錄滴定過程中消耗的氯化鋰(氯化鈉)溶液體積。
7. 計算：通過已知的澱粉與氯化鋰(氯化鈉)的化學當量計算澱粉含量。

		
圖 2：將根莖類研磨成泥狀，方便取用	圖 3：與酸性溶液攪拌均勻，完成水解	圖 4：進行滴定，計算消耗之指示劑含量

研究二、食物中蛋白質檢測方式探討與改良。

(一)實驗設計:

挑選 3 種蛋白質類食物(魚肉、豬肉、豆腐)，利用果汁機打碎成泥狀，接著取相同重量利用雙縮脲試劑法+比色法來進行蛋白質濃度分析。接著將原本的氫氧化鉀（KOH）換成氫氧化鈉（NaOH)，重複步驟進行蛋白質含量檢測，並比較前後之差異 (圖 5~圖 7) 。曾有文獻紀載，雙縮脲試劑主要依賴銅離子與肽鍵配位，使配合物呈現紫色，而氫氧化鉀試試提供鹼性環境（江景翔等 4 人，2008)。故本實驗想應用此理論基礎，嘗試改變其成分，看是否造成結果差異。

(二)實驗步驟:

1. 準備樣品: 將待測的蛋白質樣品溶解在適當的緩衝液中，本次使用含有磷酸鹽的緩衝液。
2. 加入雙縮脲試劑：向樣品中添加適量的雙縮脲試劑（濃度 10 mM)，並充分混合。
3. 孵育：將樣品在室溫下孵育一段 30 分鐘，以促進雙縮脲試劑與蛋白質中的二硫鍵反應。
4. 樣品處理：在孵育完成後，對樣本進行離心，濃縮萃取。
5. 分析：將處理後的樣品進行成色比對。

		
圖 5：將蛋白質樣品溶解	圖 6：依序添加雙縮脲試	圖 7：離心濃縮萃取

在磷酸鹽緩衝劑中	劑，充分混合	

研究三、食物中脂質檢測方式探討與改良。

(一)實驗設計：挑選 3 種含較多脂質的食物(花生、腰果、肥豬肉)，利用解剖刀切成薄片狀，浸泡在椒紅素試劑(另外換成 Oil Red O)中進行染色反應。接著使用顯微鏡觀察，拍下照片後利用 Image-J 影像軟體進行比例判斷(圖 8)。

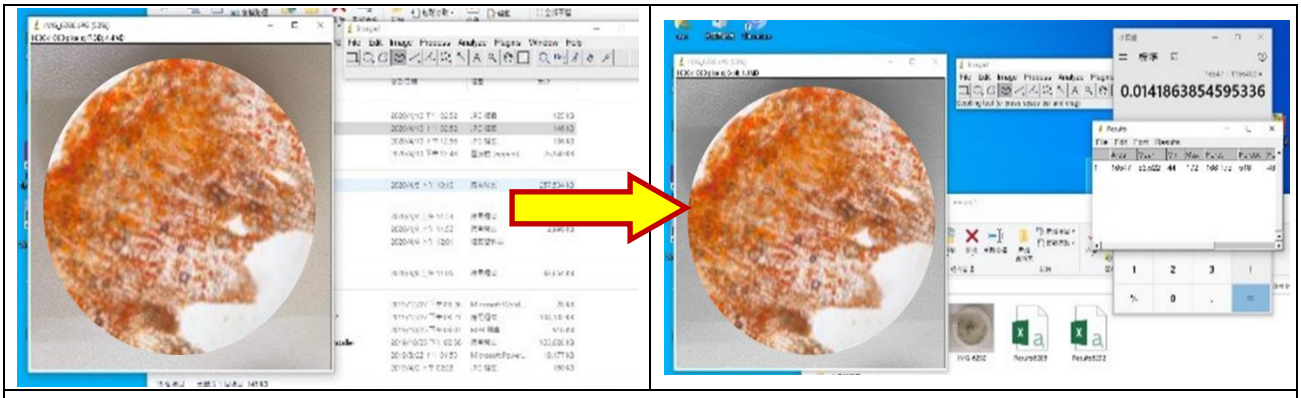


圖 8：使用影像軟體，判斷分析染色程度比例，以此推算脂質含量

(二)實驗步驟：

1. 切取樣本的組織薄片，方便後續染色觀察
2. 以椒紅素試劑染色：用鑷子將薄片置入含 8 mL 椒紅素試劑(Oil Red O)的培養皿，靜置 10 分鐘。
3. 洗去多餘染劑：分別以 75%酒精靜置 2 分鐘，以吸去未與脂質反應的油性椒紅素試劑，再用蒸餾水浸泡 2 分鐘。
4. 利用顯微鏡觀察，並拍下照片，用軟體辨識，以獲得數據。(圖 9~圖 11)

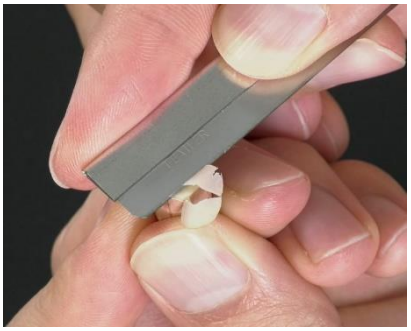
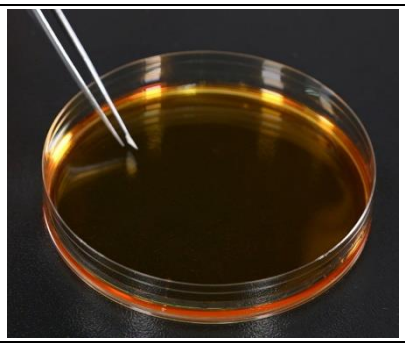
	

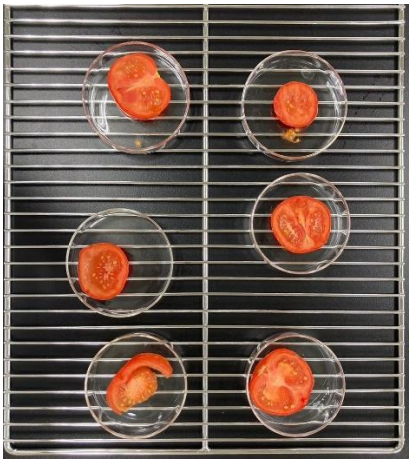
圖 9：使用刀片將樣本切成薄片狀	圖 10：將樣本薄片依序放入 2 種試劑中，浸泡染色	圖 11：使用複式顯微鏡觀察，並拍攝影像進行分析

研究四、探討加工食品對營養成分之影響。

(一)實驗設計：因為家裡長輩生活習慣的關係，決定針對醃製食品的營養成分與原型食物之間的差異進行比較。曾有文獻紀載，醃製食品中的蛋白質含量通常不會受到明顯的影響；但醃製過程中可能會改變蛋白質的結構，影響其可溶性和消化性(Tsai, P.J. et al., 2006)。而醃製食品中的脂質含量和組成可能會因為使用的醃製劑而有所改變，特別是當添加了油脂或醬汁時。此外，醃製過程中也可能產生一些氧化反應，導致脂質的氧化程度增加(Choe, J.H. et al., 2019)。

(二)實驗步驟：

1. 醣類的部分，選擇新鮮水果和醃漬後之果乾進行比較。蛋白質部分，使用魚肉、豆腐和罐頭、豆腐乳進行比較。脂質部分，選用堅果類和罐頭產品來比對。
2. 運用研究一至研究三所使用之營養檢測方式，依序檢測醃製加工後的食品，以比較前後之落差，並進行結果分析(圖 12~圖 14)。

		
圖 12：自製食品醃製	圖 13：烘乾加工	圖 14：資料結果比對分析

肆、研究結果：

研究一：食物中醣類檢測方式探討與改良。

一、番薯澱粉含量檢測：

研究發現使用氯化鋰時，平均測得之醣類為 52.49±0.13 g/L；使用氯化鈉時，平均測得 51.29±0.71 g/L。且測得之數據在 30 分鐘之後有下降，平均降幅達 7.6%(圖 15)。

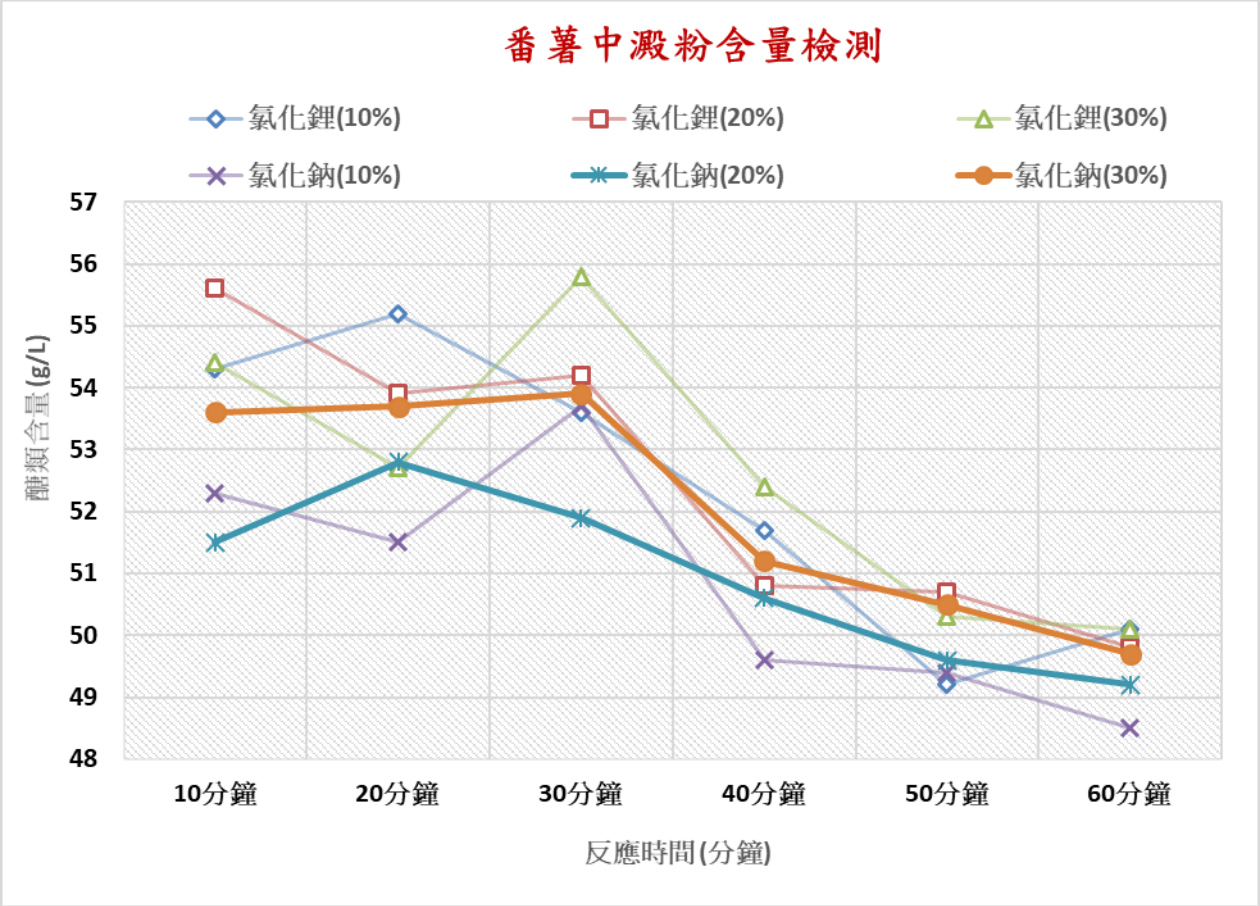


圖 15：番薯在 2 種檢驗試劑下的澱粉含量比較圖

二、

研究發現使用氯化鋰時，平均測得之醣類為 46.65±0.25 g/L；使用氯化鈉時，平均測得 46.06±0.75 g/L。且測得之數據在 30 分鐘之後有下降，平均降幅達 7.4%(圖 16)。

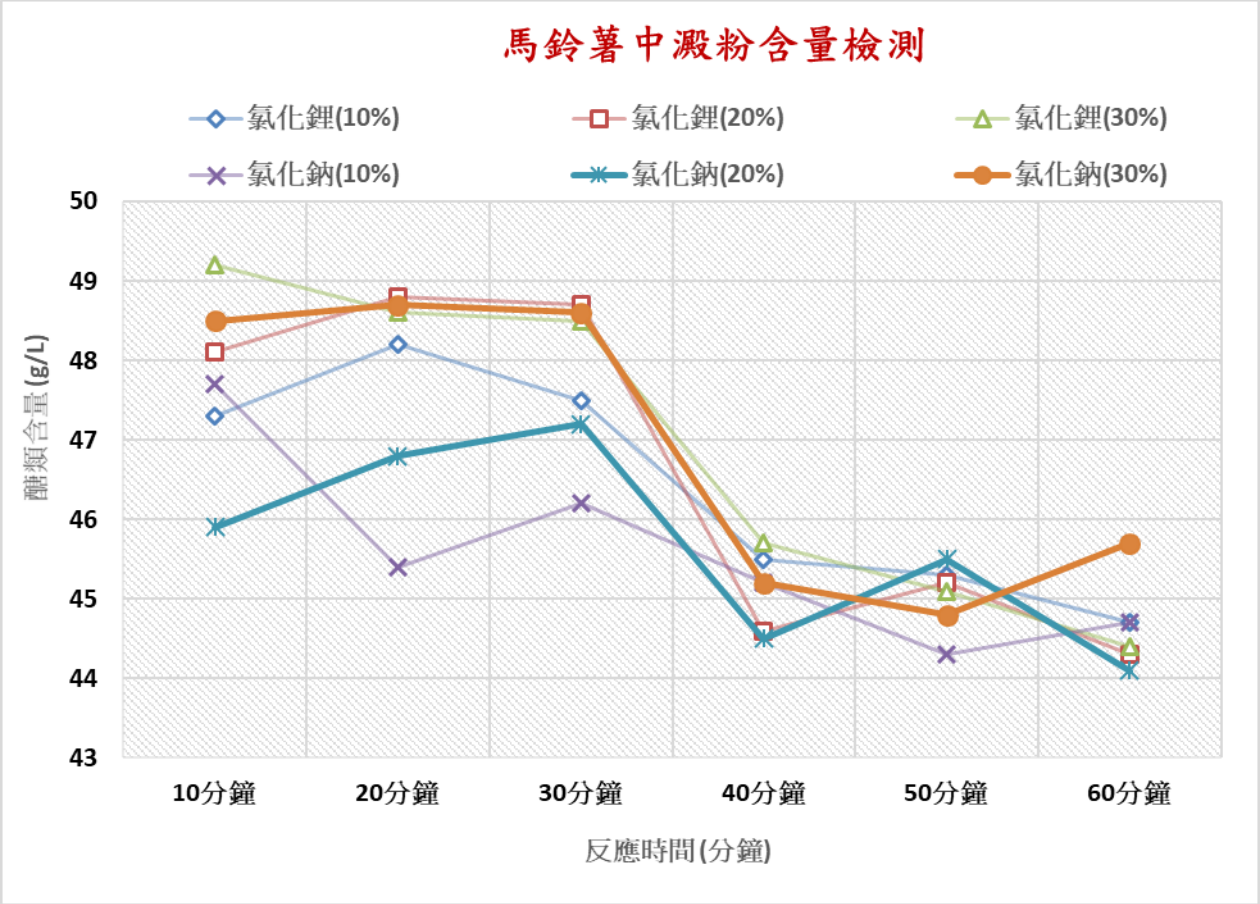


圖 16：馬鈴薯在 2 種檢驗試劑下的澱粉含量比較圖

三、紅蘿蔔澱粉含量檢測：

研究發現使用氯化鋰時，平均測得之醣類為 34.12±0.28 g/L；使用氯化鈉時，平均測得 32.67±1.19 g/L。且測得之數據在 30 分鐘之後有顯著下降，平均降幅達 16.88%(圖 17)。

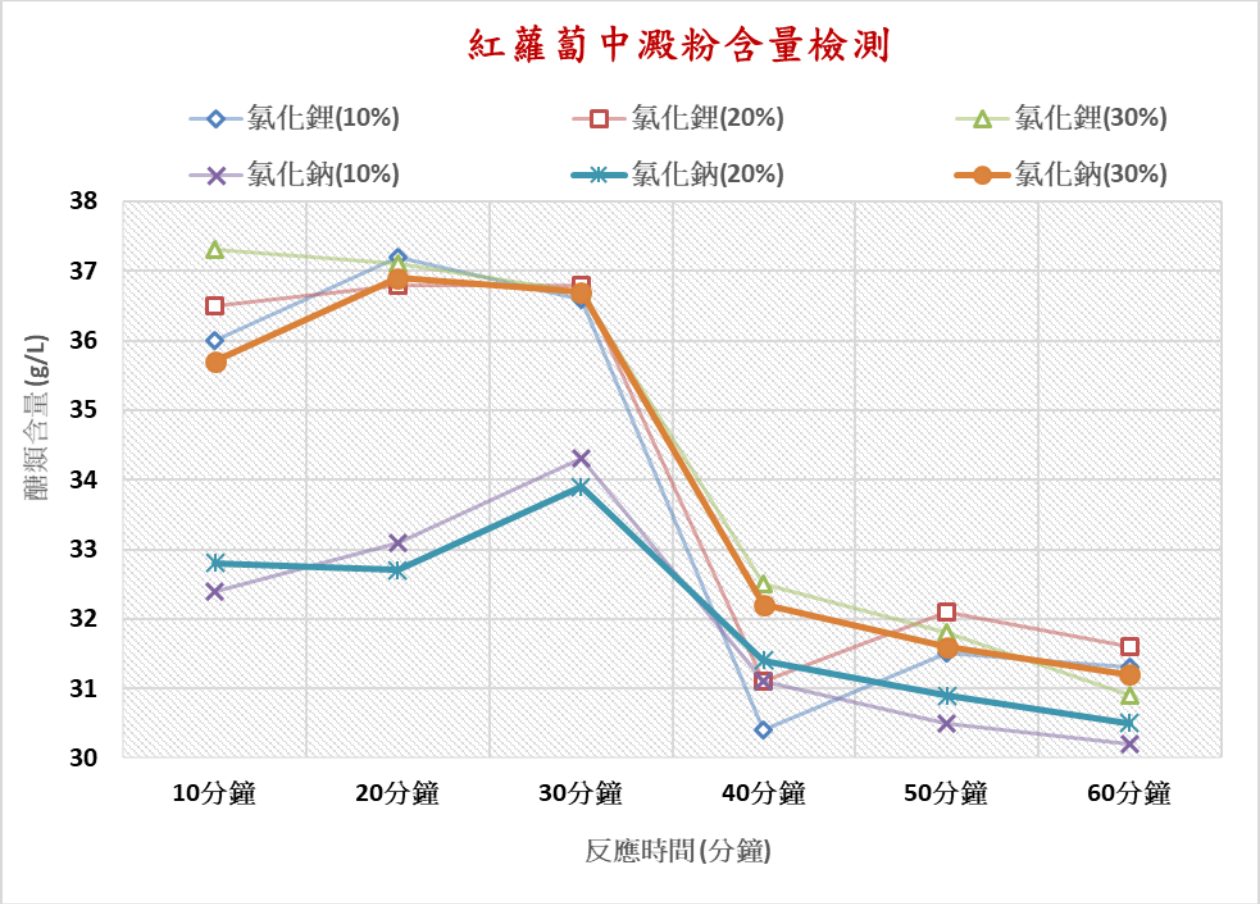
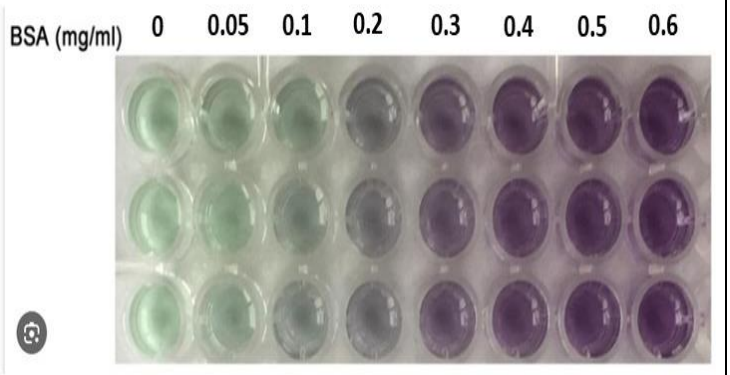


圖 17：紅蘿蔔在 2 種檢驗試劑下的澱粉含量比較圖

研究二：食物中蛋白質檢測方式探討與改良。

先以市售產品之試劑檢驗比色當成參考(圖 18)，再依照本實驗結果進行記錄。



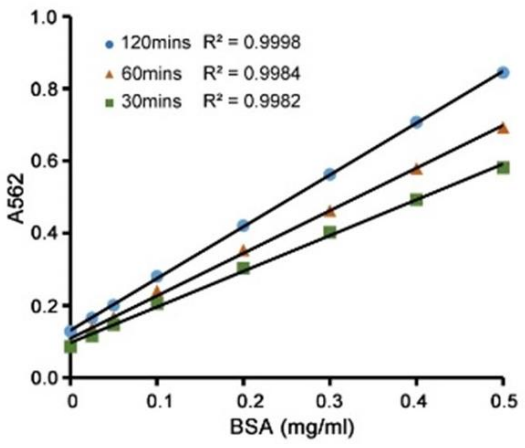


圖 18：利用市售產品之試劑比色參考，應用於本實驗中。

(節錄自太鼎生物科技有限公司網頁：https://biopioneer.com.tw/?p=10033)

一、魚肉蛋白質含量檢測：

研究發現使用氫氧化鉀時，平均測得之蛋白質為 0.38±0.09 mg/mL；使用氫氧化鈉時，平均測得 0.28±0.13 mg/mL。且測得之數據在 30 分鐘之後出現下降，平均降幅為 55.0%(圖 19)。

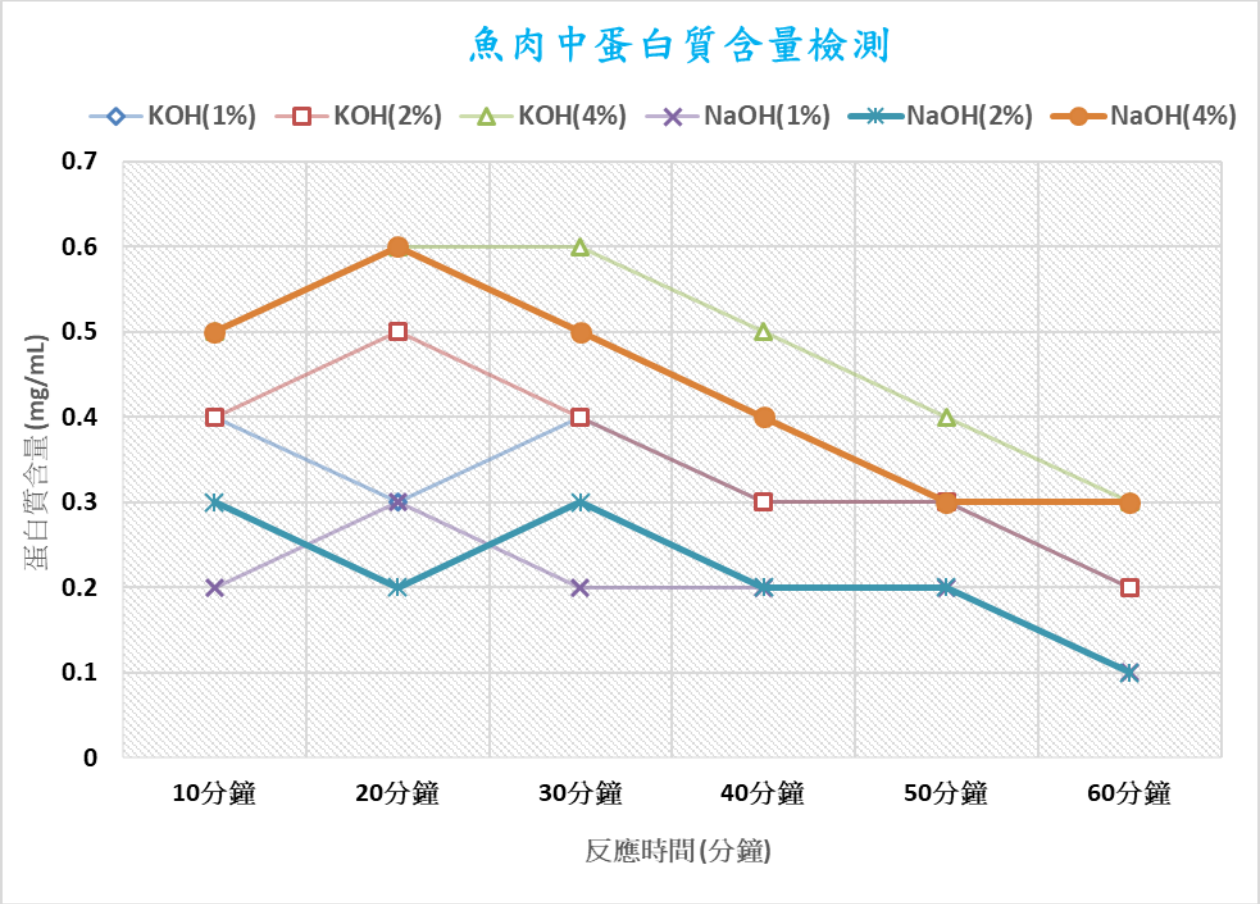


圖 19：魚肉在 2 種檢驗試劑下的蛋白質含量比較圖

二、豬肉蛋白質含量檢測：

研究發現使用氫氧化鉀時，平均測得之蛋白質為 0.36±0.09 mg/mL；使用氫氧化鈉

時，平均測得 0.28±0.11 mg/mL。且測得之數據在 30 分鐘之後出現下降，平均降幅為 77.78%(圖 20)。

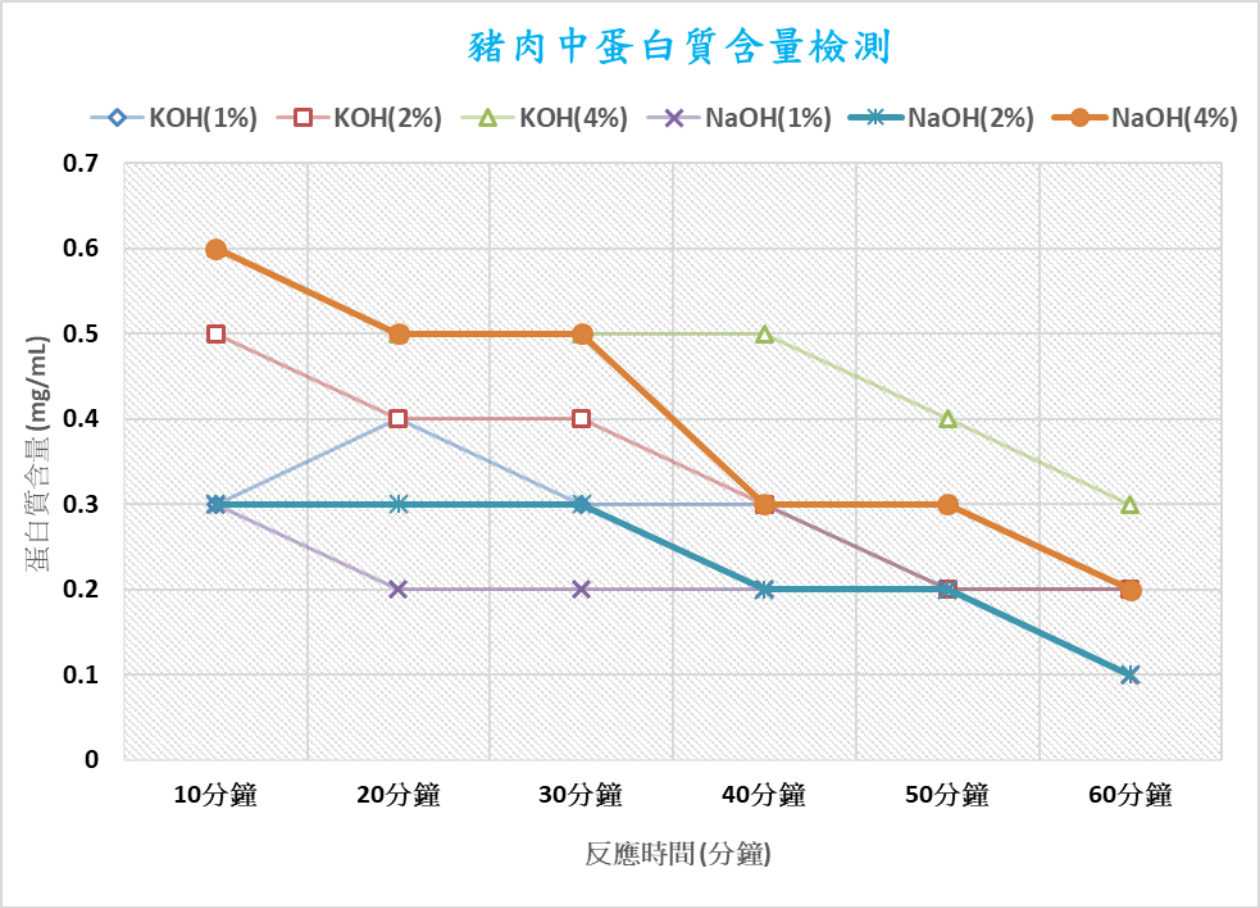


圖 20：豬肉在 2 種檢驗試劑下的蛋白質含量比較圖

三、豆腐蛋白質含量檢測：

研究發現使用氫氧化鉀時，平均測得之蛋白質為 0.38±0.09 mg/mL；使用氫氧化鈉時，平均測得 0.31±0.11 mg/mL。且測得之數據在 30 分鐘之後出現下降，平均降幅為 61.90%(圖 21)。

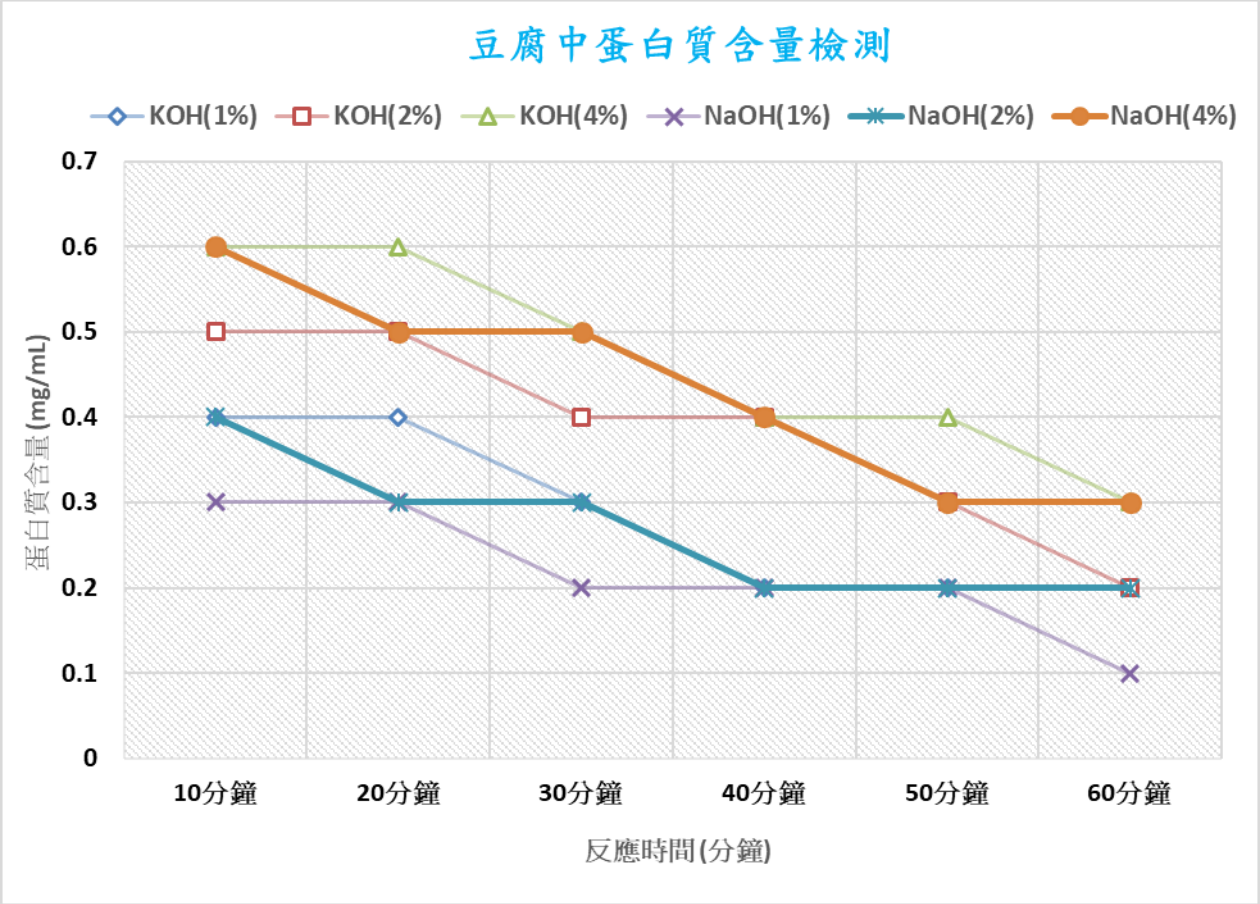


圖 21：豆腐在 2 種檢驗試劑下的蛋白質含量比較圖

研究三：食物中脂質檢測方式探討與改良。

一、花生脂質含量檢測：

研究發現使用椒紅素試劑時，平均測得之脂質分布比例為 26.95±0.68%；使用 Oil Red O 為試劑時，平均測得分布比例為 25.50±1.66%。且測得之數據在 30 分鐘之後緩步下滑，平均降幅達 3.19%(圖 22)。

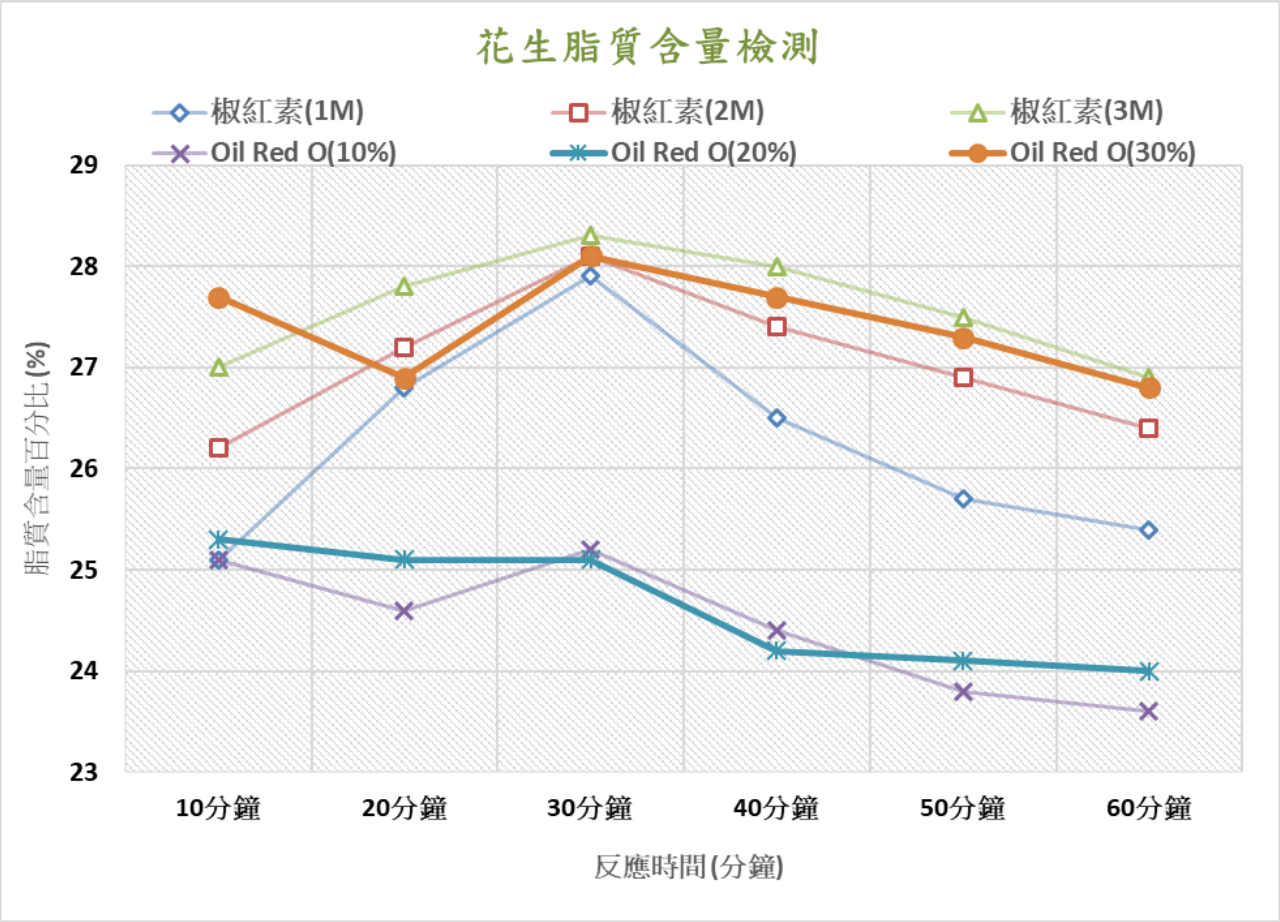


圖 22：花生在 2 種檢驗試劑下的脂質分布比例圖

二、腰果脂質含量檢測：

研究發現使用椒紅素試劑時，平均測得之脂質分布比例為 36.64±0.48%；使用 Oil Red O 為試劑時，平均測得分布比例為 35.11±1.58%。而測得之數據在 30 分鐘後略微下降，平均降幅僅 0.13%(圖 23)。

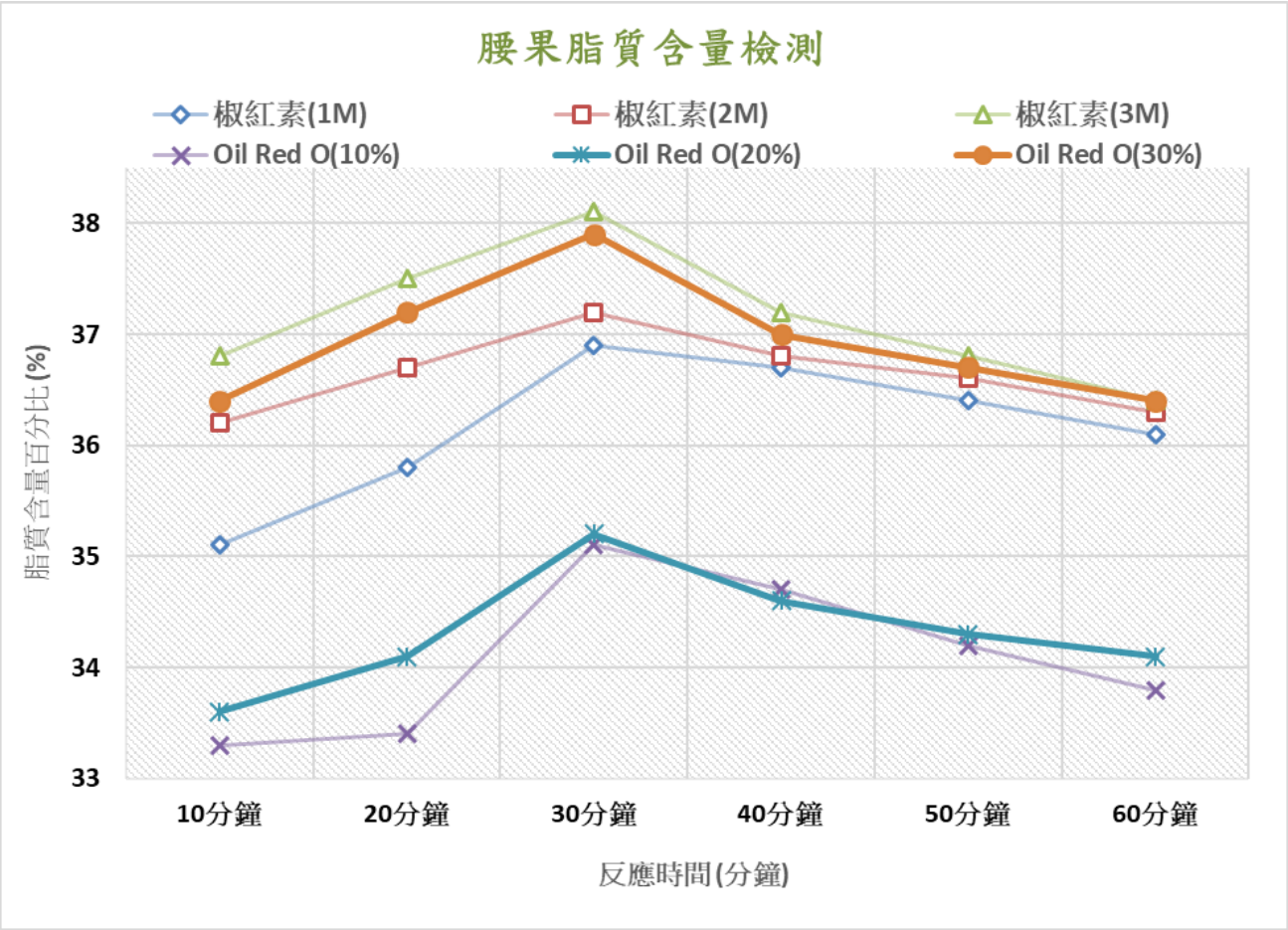


圖 23：腰果在 2 種檢驗試劑下的脂質分布比例圖

三、肥豬肉脂質含量檢測：

研究發現使用椒紅素試劑時，平均測得之脂質分布比例為 46.14±0.53%；使用 Oil Red O 為試劑時，平均測得分布比例為 44.55±1.44%。而測得之數據在 30 分鐘後略微下降，平均降幅僅 0.03%(圖 24)。

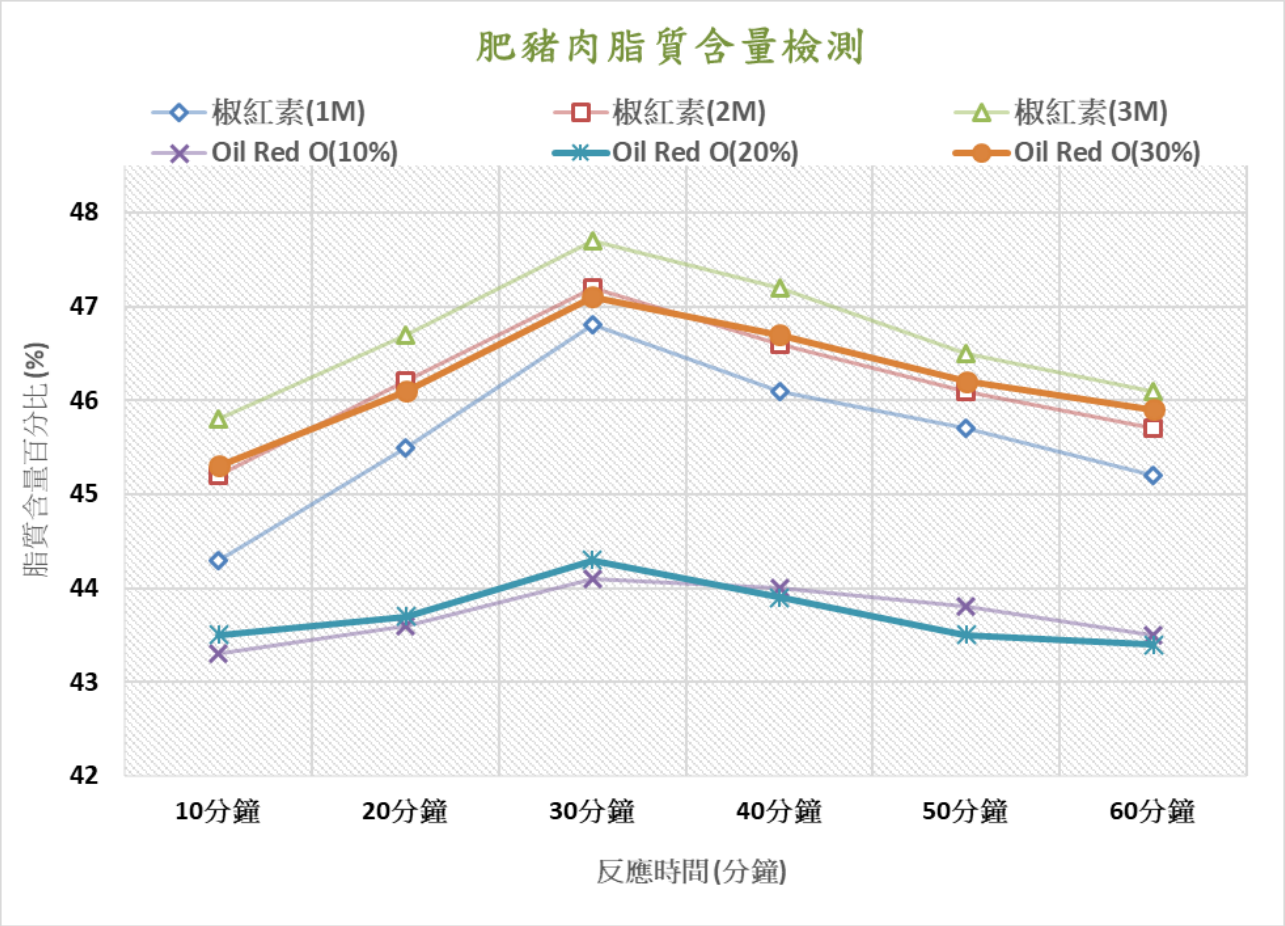


圖 24：肥豬肉在 2 種檢驗試劑下的脂質分布比例圖

研究四：探討加工食品對營養成分之影響。

一、醃製食品之醣類含量檢測：

研究發現，新鮮番茄平均測得之醣類為 18.85±0.95 g/L；醃製後之番茄，平均測得 22.62±0.76 g/L。故醃製後之番茄比新鮮番茄含有較多醣類，可增加 19.98%。新鮮鳳梨平均測得之醣類為 16.42±0.74 g/L；醃製後之鳳梨，平均測得 19.43±0.82 g/L。而醃製後之鳳梨同樣比新鮮鳳梨測得較多醣類，共增加 18.38%(圖 25)。

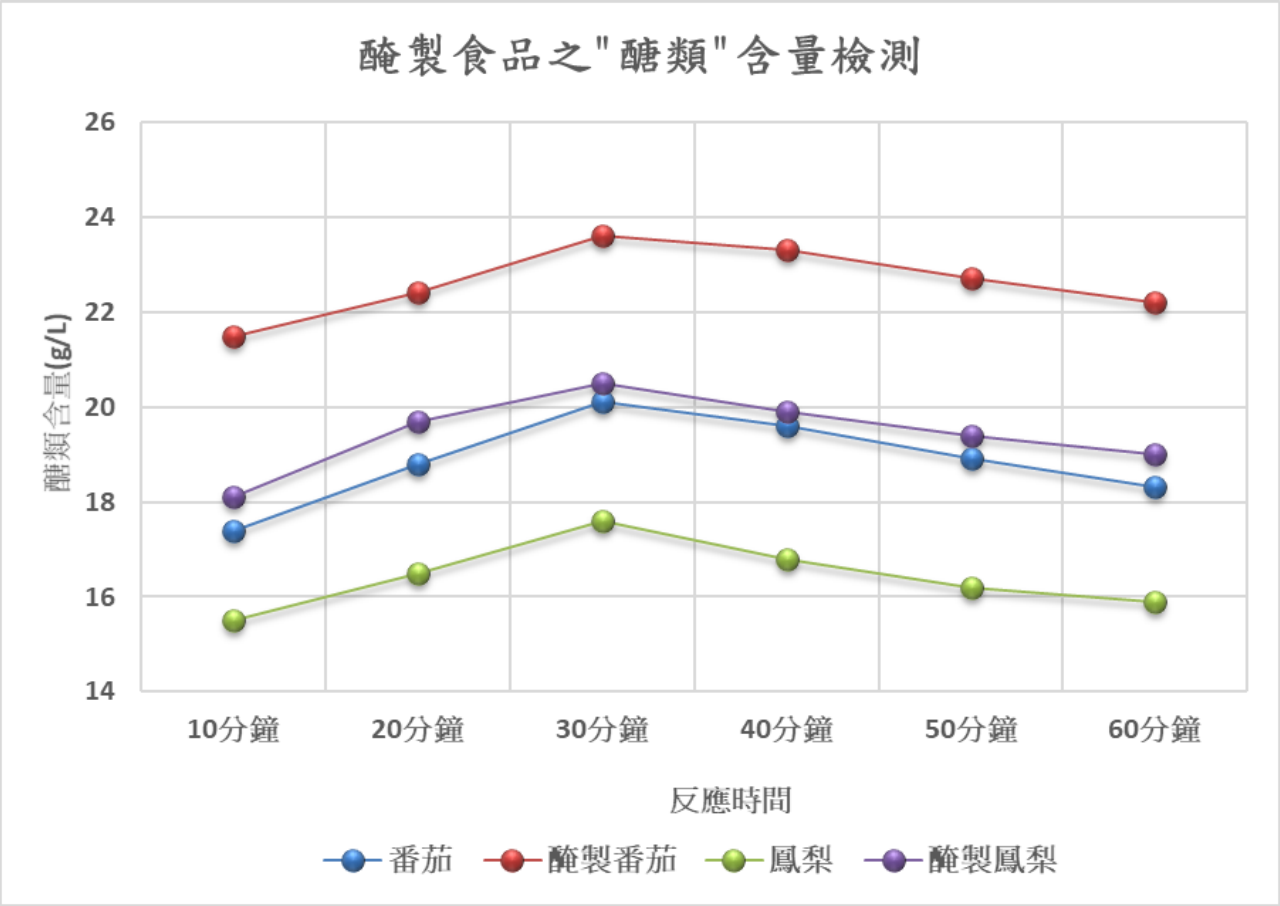


圖 25：醃製與新鮮水果之醣類含量比較圖

二、加工食品之蛋白質含量檢測：

研究發現，新鮮魚肉平均測得之蛋白質為 0.45±0.10 mg/mL；而市售魚罐頭平均測得 0.38±0.12 mg/mL。故魚罐頭中所含蛋白質較新鮮魚肉少，減少 14.81%。豆腐平均測得之蛋白質為 0.50±0.09 mg/mL；而豆腐乳平均測得 0.30±0.09 mg/mL。加工後之豆腐乳，其蛋白質含量明顯減少，可達 40.00%(圖 26)。

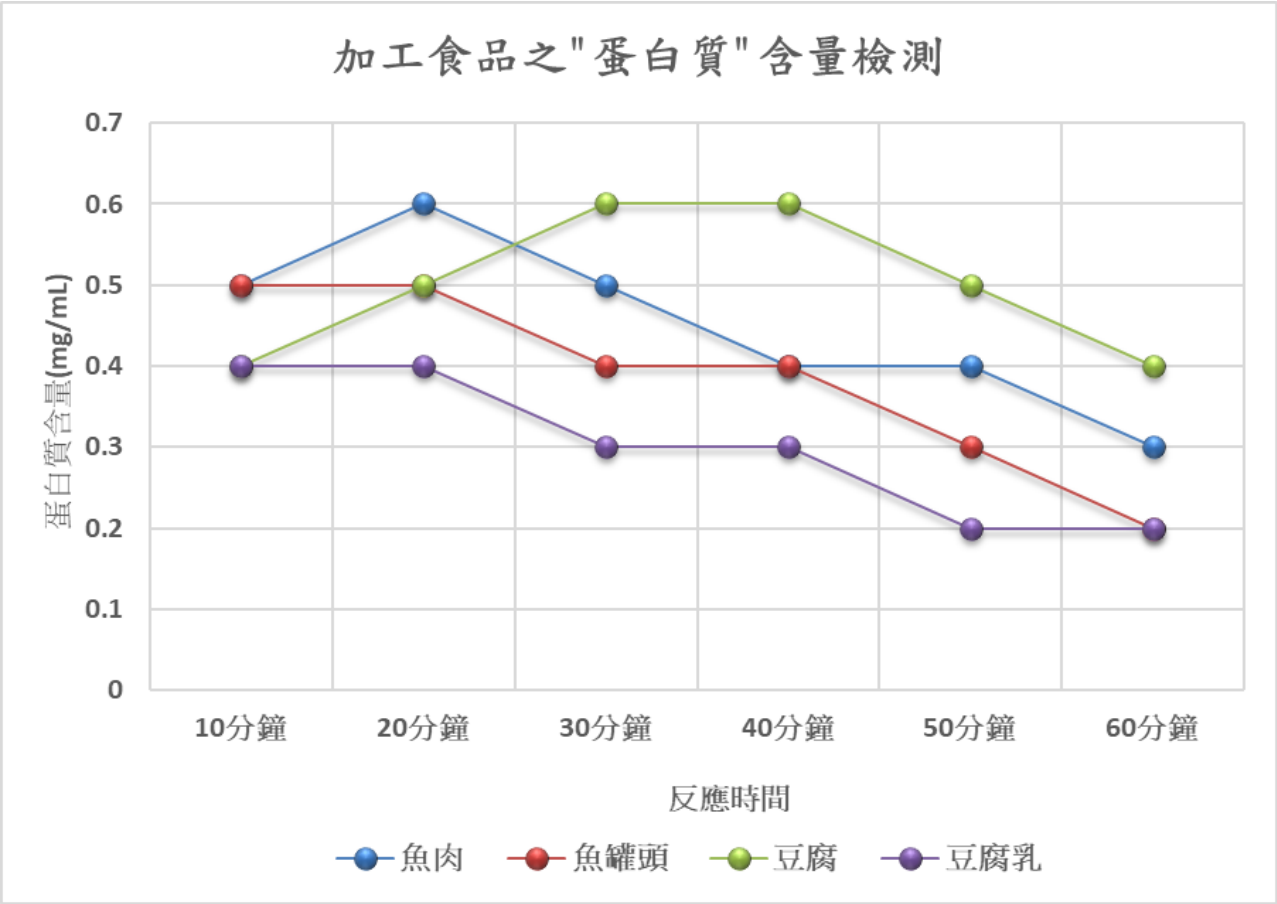


圖 26：加工後食物之蛋白質含量比較圖

三、加工食品之脂質含量檢測：

研究發現，花生平均測得之脂質分布比例為 26.15±0.84%；而市售花生罐頭平均測得 20.17±0.29%。故花生罐頭中所含脂質較新鮮花生低，減少 22.88%。玉米平均測得之脂質為 27.60±0.77%；而玉米罐頭平均測得 22.33±0.35%。玉米罐頭其脂質含量也較低，達 19.08%(圖 27)。

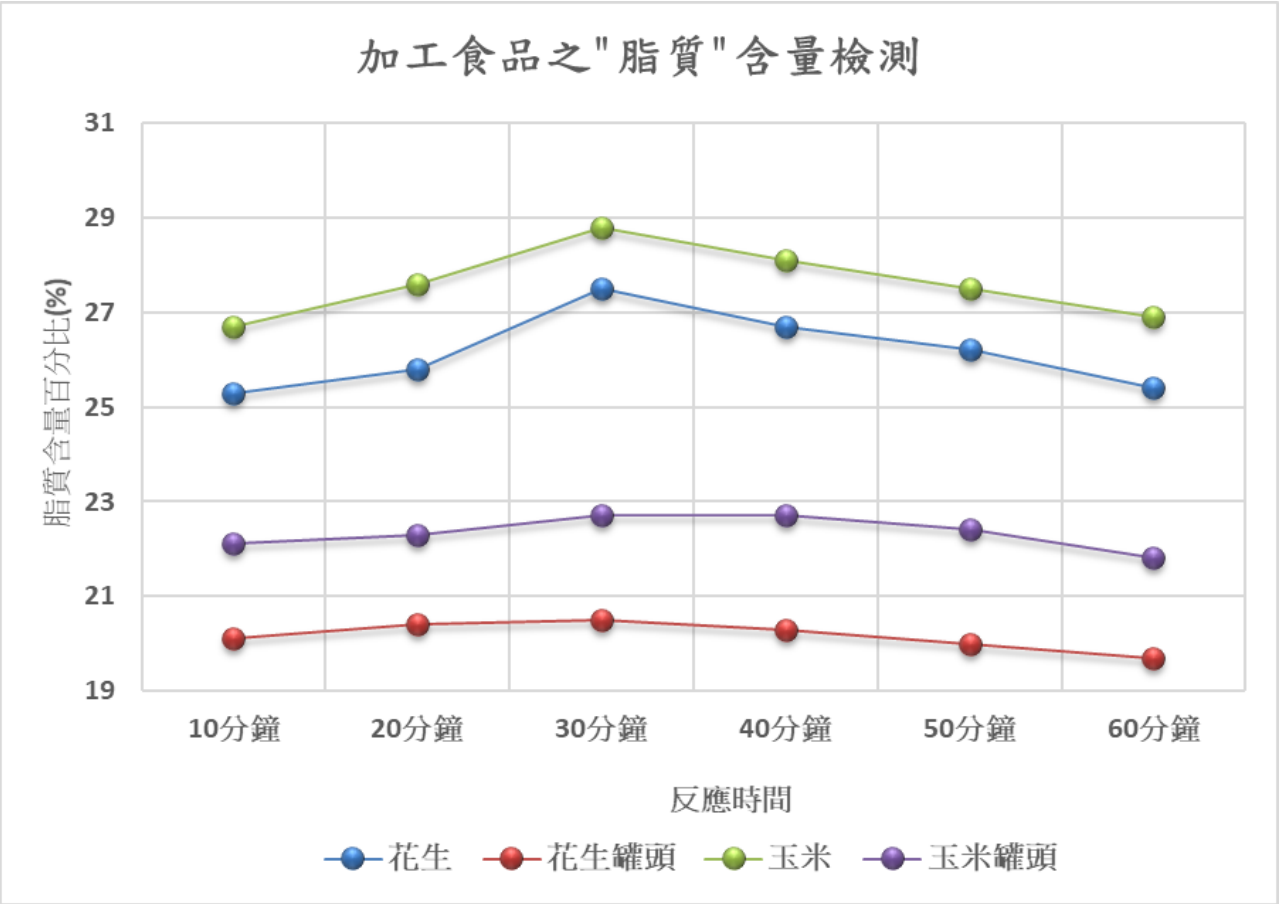


圖 27：加工後食物的脂質分布比例圖

伍、討論：

一、食物中醣類檢測方式探討與改良。

(一)改用食鹽(氯化鈉)取代原本之氯化鋰，檢測之含量差異不顯著。

實驗結果顯示**使用食鹽(氯化鈉)取代原本的氯化鋰**，不論使用在番薯、馬鈴薯還是紅蘿蔔上，**檢測出來的澱粉含量差異都不大**，約 0.61~1.45g/L。文獻紀載其原理是提供氯離子（Cl^-）作為催化劑，促進碘和澱粉之間的反應速率。氯離子的存在可以降低碘與澱粉形成複合物的能量條件，從而使碘澱粉複合物形成更加迅速和完全；減少澱粉與碘液之間的反應時間，使滴定過程更加迅速和準確(Struglia, M. et al,

1992)。而另有研究指出，氯化鉀、氯化銨、硫酸鋅、 硝酸鈉等，亦可取代氯化鋰的使用(Voigt, J., von Frisch, M., & Bau, H., 1993)。故本實驗嘗試使用氯化鉀(KCl)來取代，發現結果也相近(圖 28)，差距僅 0.38 g/L。

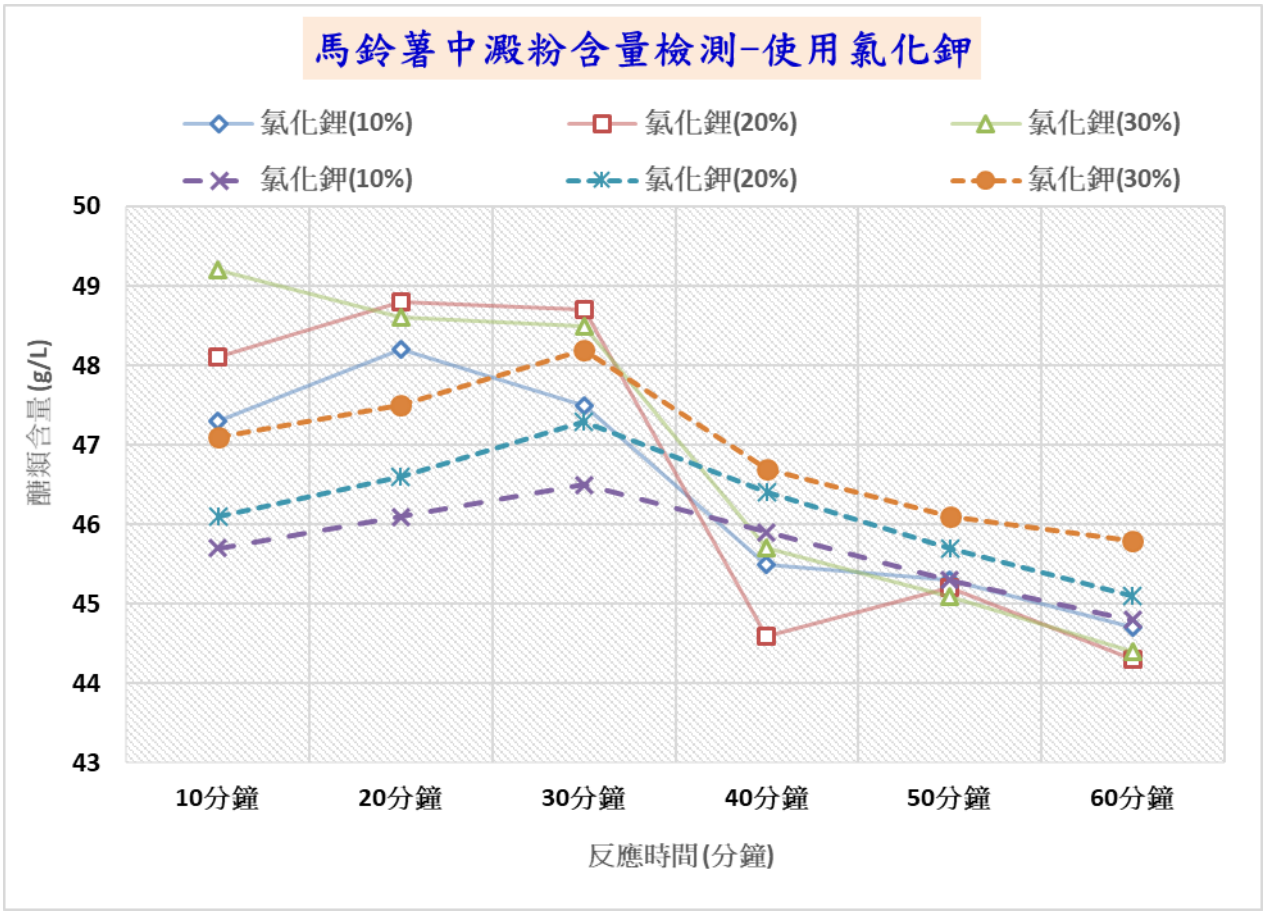


圖 28：使用氯化鉀(KCl)進行馬鈴薯澱粉含量檢測

而在準備的方便性和價格考量上，因為氯化鋰動輒上千元(圖 29)，相較之下，氯化鈉和氯化鉀相對便宜(圖 30)，建議可考慮其取代性。

圖 29：氯化鋰價格昂貴(500 克 2300 元)	圖 30：氯化鉀價格相對便宜
圖片翻攝自蝦皮購物網站 (https://shopee.tw/)	

(二)醣類檢測在反應前 30 分鐘緩步上升，之後則逐漸下降。

3 種樣本的的檢測過程中，發現前 30 分鐘都會緩步上升，而 40~60 分鐘檢測時，則略微下降；差距最高達 7.44%，最低為 2.3%。文獻紀載碘在空氣中易氧化，使碘分子（I_2）被氧化成碘離子（I-）；造成與澱粉形成複合物的量減少，故最後測定的含量降低。因此建議此類實驗所採用之檢測數值，以前 30 分鐘較為精確。

二、食物中蛋白質檢測方式探討與改良。

(一)改用氫氧化鈉取代原本之氫氧化鉀，檢測之含量明顯降低。

實驗結果顯示**使用氫氧化鈉取代原本的氫氧化鉀**，在**檢測魚肉時的差異最明顯，達 1.0mg/mL**；檢測豆腐的差異雖然最小，也達到 0.7mg/mL。差距百分比最高可達 35.29%。文獻紀載氫氧化鉀用於提供鹼性環境，使反應系統保持在較高的 pH 值，而在鹼性環境下, 蛋白質的二硫鍵更容易被雙縮脲試劑(DTT)還原(蔡鈞薇 邱信佑, 2018)。故**本實驗改用氫氧化鈉時，造成還原效果下降**，檢測結果差異明顯。為驗證此看法，本實驗接著採用碳酸鈉（Na_2CO_3）取代，發現所測得之蛋白質含量更低(圖 31)，約減少 61.9%。表示在弱鹼(約 pH8)的環境下，還原性較差，使 DTT 試劑的檢測效果打了折扣。

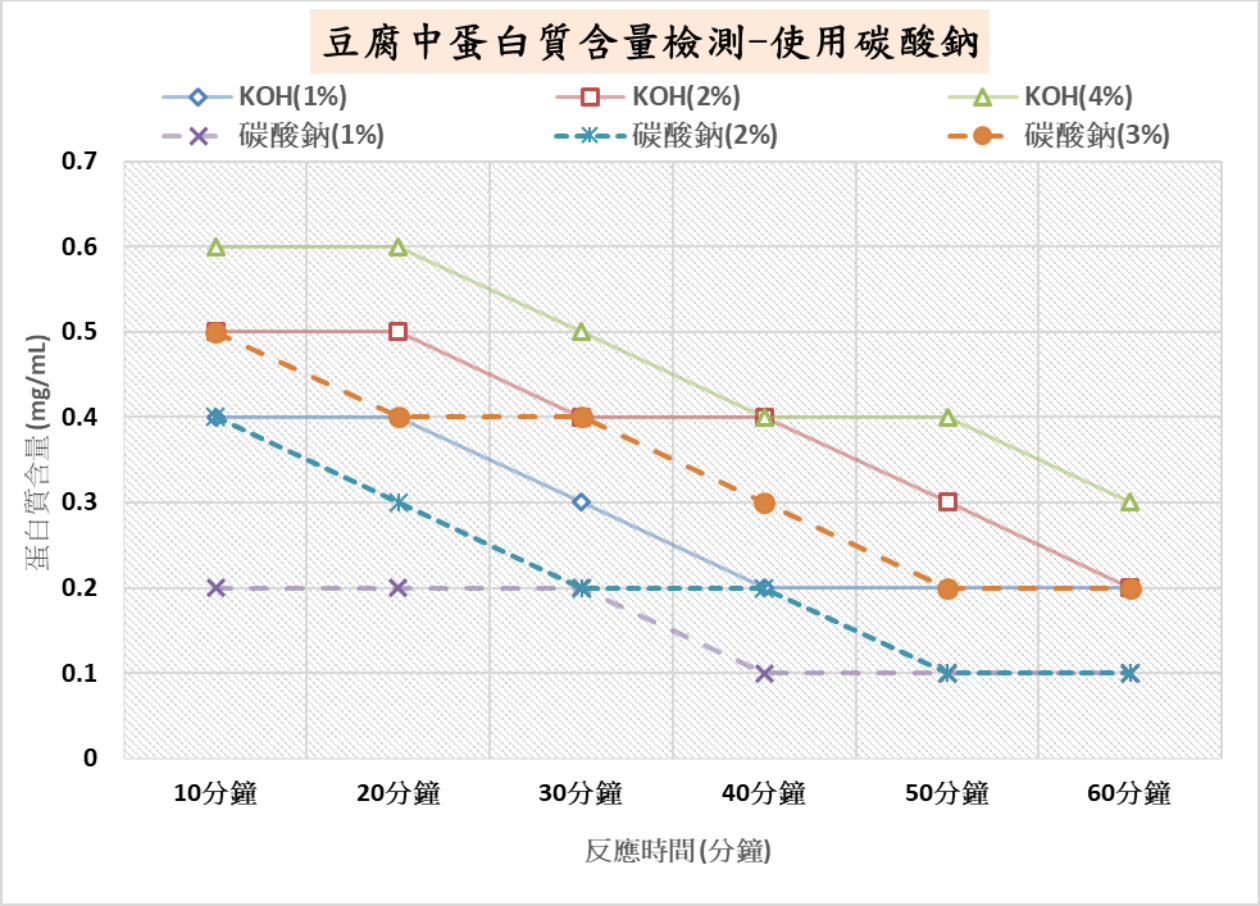


圖 31：使用碳酸鈉(Na_2CO_3)進行豆腐蛋白質含量檢測

(二)蛋白質檢測在反應前 30 分鐘緩步上升，之後則逐漸下降。

3 種樣本的的檢測過程中，發現前 30 分鐘都會緩步上升，而 40~60 分鐘檢測時，則略微下降；差距最高達 77.8%，最低為 46.4%。文獻紀載氧氣可以氧化 DTT，降低其還原能力，從而影響檢測數值；而過長或過短的反應時間以及不適當的溫度亦都可能影響檢測結果(Rybakova, D. et al., 2018)。故可說明本實驗中因為時間而造成檢測數據變化的因素，建議此類實驗所採用之檢測數值，以前 30 分鐘較為精確。

三、食物中脂質檢測方式探討與改良。

(一)改用 Oil Red O(紅油染色)取代原本之椒紅素試劑，檢測之含量略微降低。

實驗結果顯示**使用 Oil Red O 取代原本的椒紅素試劑**，在**檢測脂質時的差異不大**；

最高達 5.69%。文獻紀載此種檢測方式，是讓樣品中的脂質與椒紅素試劑發生特定的反應，形成染色複合物。且反應通常是在酸性條件下進行的，使得複合物呈現出明顯的顏色。再間接定量分析樣品中的脂質含量，通過比對標準曲線來計算樣品中脂質的濃度(Chisenga, S.M. et al., 2016)。於是我們利用食用果醋營造弱酸性(pH5.5 左右)的環境，結果獲得較中性與弱鹼性更高的數值，最多增加 16.38%(圖 32)。

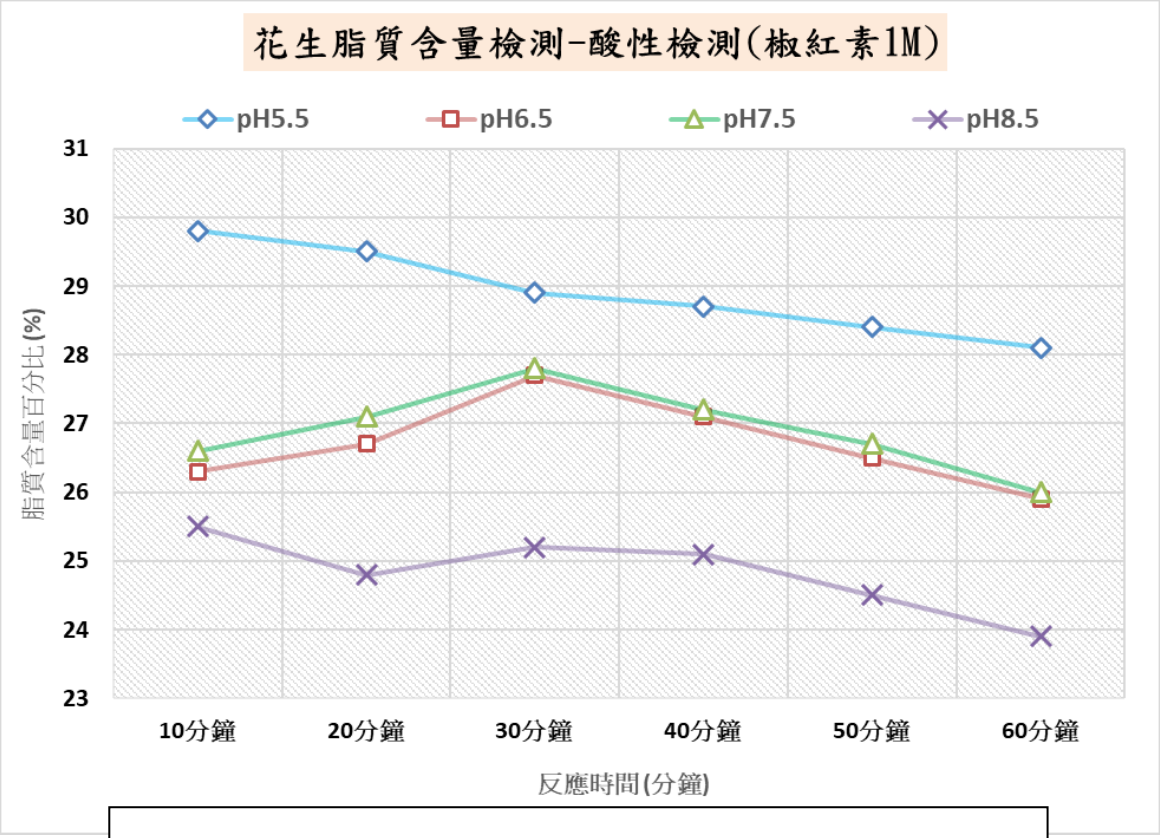


圖 32：在不同酸鹼環境下，檢測花生脂質含量

(二)脂質檢

3 種樣本的的檢測過程中，發現前 30 分鐘都會緩步上升，而 40~60 分鐘檢測時，則略微下降；差距最高達 3.19%，最低僅 0.02%。較特別的是，使用 Oil Red O(30%)的組別，其變化幾乎接近椒紅素的組別(圖 33)；但若 Oil Red O 濃度在 10%和 20%時，則差距較為明顯(達 9.81%)。曾有研究指出，椒紅素試劑的品質、樣品純度、反應時間和不適當的溫度，都可能造成檢測的誤差(Luo, J. et al., 2020)。於是我們增

加溫度變化的影響，發現室溫 25~30℃最適合其檢測反應進行，過低(20℃)或過高(35℃)都造成檢測數據降低，差距來到 12.37%(圖 34)。故建議此類實驗所採用之檢測數值，以前 30 分鐘較為精確，且應維持在室溫下進行。

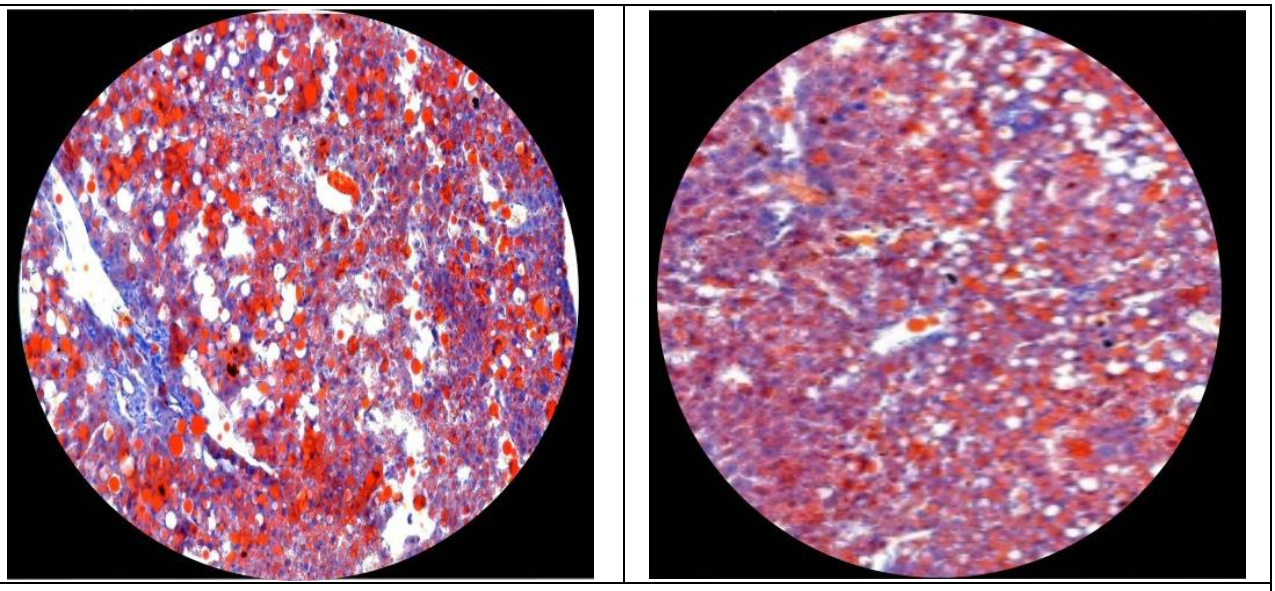


圖 33：使用椒紅素和 Oil Red O 染色後的後果幾乎無異(複式顯微鏡 40X)

左圖：椒紅素(3M)、右圖 Oil Red O(30%)

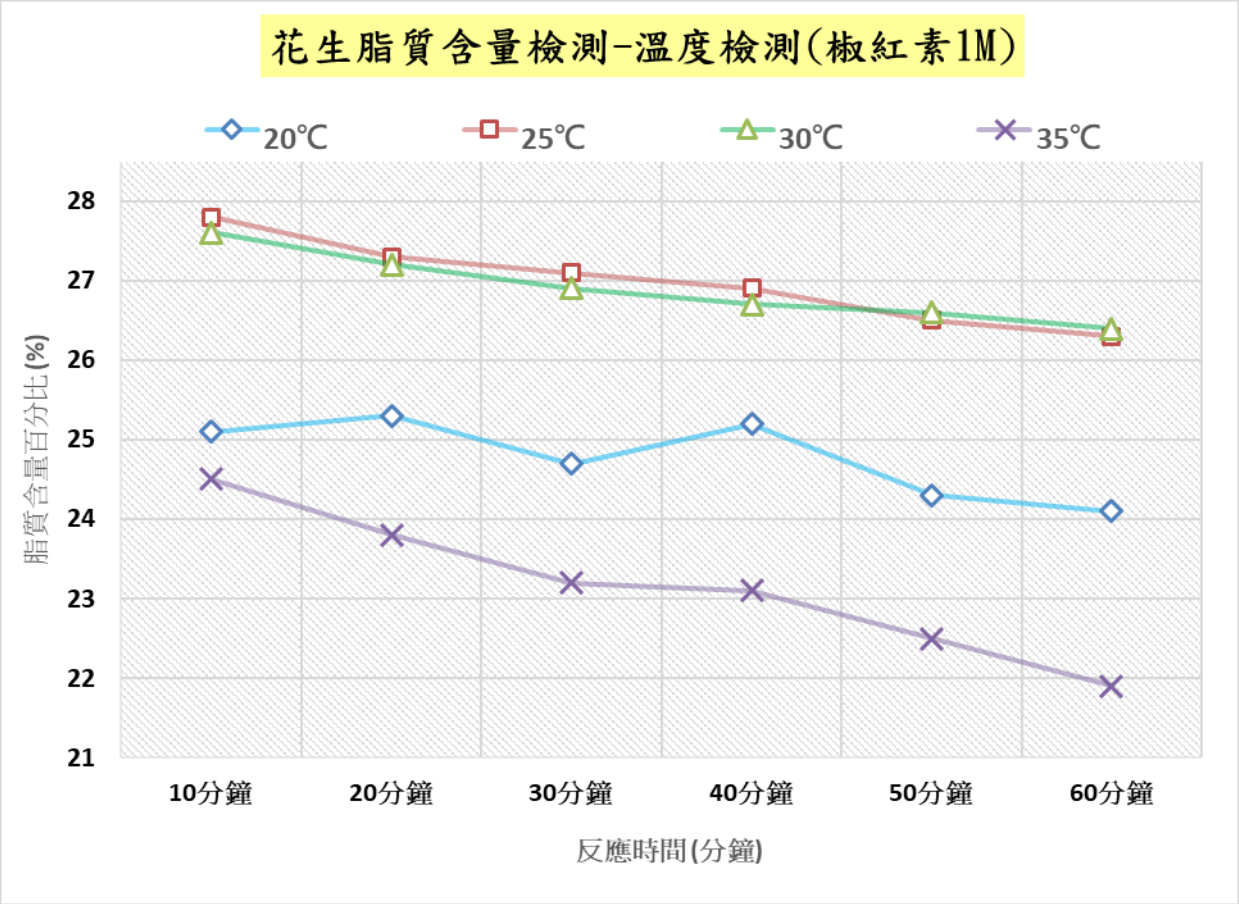


圖 34：在不同溫度下，檢測花生脂質含量

四、探討加工食品對營養成分之影響。

(一)醃製後之食品，醣類含量約可增加 2 成左右。

在醃製的番茄和鳳梨中，其醣類檢測分別較新鮮品項增加 19.98%和 18.38%。因為我們自行醃製的過程中，僅加入 10%的鹽水，但結果卻造成醣類上升，這部分令我們感到好奇。曾有研究顯示，醃製水果的過程中，添加的鹽分或調味料，因為鈉離子的作用，加速水分的流失；再加上部分微生物的作用，就會造成含糖量上升(Ho, C. W. et al, 2016)。為了證實此項說法，我們在嘗試檢測了芭樂和夜市甘草芭樂(圖 35)、芒果和市售的芒果乾(圖 36)，結果也大同小異，最高可增加至 24.71%(圖 37)。

	
圖 34：夜市的醃製甘草芭樂	圖 35：市售芒果乾

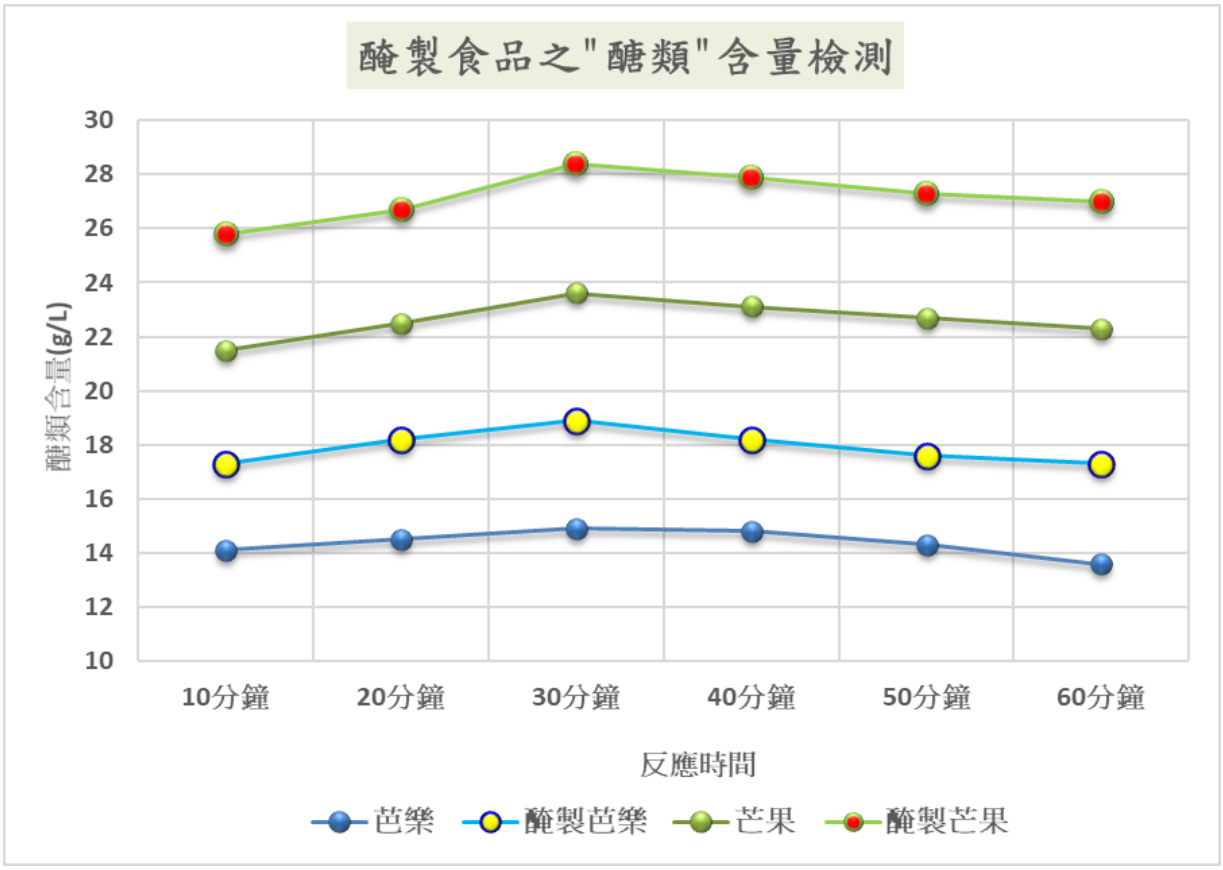


圖 36：檢測芭樂、芒果和醃製後之醣類含量差異

(二)加工後之食品，蛋白質含量最高會降低 40%。

在魚罐頭和豆腐乳中，其蛋白質檢測分別較新鮮食物減少 14.81%和 40.0%，差距明顯。查詢文獻資料，發現在蛋白質加工的過程中，時常會因熱處理造成的變性、水

分流失、添加物的影響這 3 大因素，進而影響蛋白質含量的測定(Mullen, A. M., & Troy, D. J., 2002)。而在香港食物安全中心的網頁中，我們查閱食品營養的對照表，也發現豆腐乳在每 100 公克中，蛋白質含量較新鮮豆腐減少 4.58 克(圖 37)。但在鯖魚之中，罐裝的蛋白質含量卻高出 3.12 克(每 100 公克)(圖 38)，與本實驗結果不同。推測可能的原因，是罐頭中部分因加熱或添加物變性的蛋白質，無法以我們使用的方式檢測出來，造成結果誤差。

食物名稱	*資料來源	分量	*能量(千卡)	蛋白質(克)
豆腐(加入硫酸鈣製成)	A	100克	76	8.08
豆腐(炸)	A	100克	271	17.19
豆腐(炸，加入硫酸鈣製成)	A	100克	271	17.19
豆腐乳酪	A	100克	94	3.50

圖 37：豆腐與豆腐乳的蛋白質含量差異

食物名稱	*資料來源	分量	*能量(千卡)	蛋白質(克)
鰛魚(生)	A	100克	117	19.35
鯖魚(太平洋及其他品種，熟，乾煮)	A	100克	201	25.73
鯖魚(太平洋及其他品種，生)	A	100克	158	20.07
鯖魚(罐裝，瀝乾)	A	100克	156	23.19

圖 38：鯖魚和鯖魚罐頭的蛋白含量差異

以上圖片翻攝自香港食物安全中心網站(https://www.cfs.gov.hk/tc_chi/index.html)

(三)加工後之食品，脂質含量最高會降低 22.88%。

在花生和玉米罐頭中，其脂質檢測分別較新鮮食物減少 22.88%和 19.08%，差距明顯。文獻紀載，在豆類加工的過程中，脂質常因烹調過程中隨水分流失、去皮或去殼、壓榨或提取、熱處理造成的氧化等因素，造成脂質含量下降(Slavin, J. L., & Karr, S. C., 2001)。與本研究之結果相符。建議若想攝取優質的脂質，仍以新鮮食物為首選，以獲得最天然的營養補充。

陸、結論：

研究一：食物中醣類檢測方式探討與改良。

一、番薯澱粉含量檢測：使用氯化鋰檢測，平均測得 52.49±0.13 g/L；使用氯化鈉檢測，平均測得 51.29±0.71 g/L。測得之數據在 30 分鐘之後下降，平均降幅達 7.6%。

二、馬鈴薯澱粉含量檢測：使用氯化鋰檢測，平均測得 46.65±0.25 g/L；使用氯化鈉，平均測得 46.06±0.75 g/L。測得之數據在 30 分鐘之後下降，平均降幅達 7.4%。

三、紅蘿蔔澱粉含量檢測：使用氯化鋰檢測，平均測得 34.12±0.28 g/L；使用氯化鈉時，平均測得 32.67±1.19 g/L。測得之數據在 30 分鐘之後有顯著下降，平均降幅達 16.88%。

研究二：食物中蛋白質檢測方式探討與改良。

一、魚肉蛋白質含量檢測：使用氫氧化鉀檢測，平均測得 0.38±0.09 mg/mL；使用氫氧化鈉，平均測得 0.28±0.13 mg/mL。測得之數據在 30 分鐘之後出現下降，平均降幅 55.0%。

二、豬肉蛋白質含量檢測：使用氫氧化鉀檢測，平均測得 0.36±0.09 mg/mL；使用氫氧化鈉，平均測得 0.28±0.11 mg/mL。測得之數據在 30 分鐘後明顯下降，平均降

幅為 77.78%。

三、豆腐蛋白質含量檢測：使用氫氧化鉀檢測，平均測得 0.38±0.09 mg/mL；使用氫氧化鈉，平均測得 0.31±0.11 mg/mL。測得之數據在 30 分鐘後明顯下降，平均降幅為 61.90%。

研究三：食物中脂質檢測方式探討與改良。

一、花生脂質含量檢測：使用椒紅素檢測，平均測得 26.95±0.68%；使用 Oil Red O，平均測得 25.50±1.66%。測得之數據在 30 分鐘後緩步下滑，平均降幅 3.19%。

二、腰果脂質含量檢測：使用椒紅素檢測，平均測得 36.64±0.48%；使用 Oil Red O，平均測得 35.11±1.58%。測得之數據在 30 分鐘後略微下降，平均降幅 0.13%。

三、肥豬肉脂質含量檢測：使用椒紅素檢測，平均測得 46.14±0.53%；使用 Oil Red O，平均測得 44.55±1.44%。測得之數據在 30 分鐘後微幅下降，平均降幅僅 0.03%。

研究四：探討加工食品對營養成分之影響。

一、醃製食品之醣類含量檢測：故醃製後之番茄比新鮮番茄含有較多醣類，可增加 19.98%。醃製後之鳳梨比新鮮鳳梨測得較多醣類，共增加 18.38%。

二、加工食品之蛋白質含量檢測：魚罐頭中所含蛋白質較新鮮魚肉減少 14.81%。市售豆腐乳，其蛋白質含量明顯較新鮮豆腐減少，可達 40.00%。

三、加工食品之脂質含量檢測：花生罐頭中所含脂質較新鮮花生低，減少 22.88%。

玉米罐頭脂質含量較新鮮玉米低，達 19.08%。

柒、參考資料及其他：

1. Englyst, H. N., Kingman, S. M., & Cummings, J. H. (1992). Classification and measurement of nutritionally important starch fractions. European Journal of Clinical Nutrition, 46, S33-S50.
2. Struglia, M., Baldini, M., Di Carlo, A., & Lotti, T. (1992). Chloride ions as activators of the iodine-starch reaction. Talanta, 39(2), 193-197.
3. Voigt, J., von Frisch, M., & Bau, H. (1993). Iodine-starch reaction: influence of iodide, bromide, and iodate ions on its kinetics. Analytical Chemistry, 65(6), 785-789.
4. Slavin, J. L., & Karr, S. C. (2001). The evidence for the health benefits of soybean. Journal of the American Dietetic Association, 101(6), 677-682.
5. Slaughter, S. L., & Ellis, P. R. (2002). Dietary fibre analysis of four grains: Application of a simplified method suitable for developing countries. Food Chemistry, 76(1), 87-92.
6. Mullen, A. M., & Troy, D. J. (2002). Factors affecting the eating quality of pork. Critical Reviews in Food Science & Nutrition, 42(1), 91-129.
7. Tsai, P.J. et al. (2006). "Effects of soy sauce on physicochemical and sensory characteristics of fermented pork loin." Journal of Food Science, 71(1), S70-S74.
8. Zhang, L. et al. (2016). "Application of mass spectrometry-based proteomics in food science and nutrition research." Trends in Food Science & Technology, 56, 106-118.
9. Alves, R. et al. (2016). "Characterization of lipid composition in different varieties of peanuts." Food Chemistry, 194, 1014-1019.
10. Chisenga, S.M. et al. (2016). "Evaluation of the suitability of some dyes for the photometric determination of palm oil in virgin and used frying oils." Food Chemistry, 190, 1026-1032.
11. Ho, C. W., Lazim, A. M., Fazry, S., Zaki, U. K. H. H., Lim, S. J., & Variations, T. (2016). Utilization of pineapple peel as a substrate for vinegar production via mixed culture fermentation. Journal of Food and Nutrition Research, 4(2), 100-108.
12. Rybakova, D. et al. (2018). "Impact of Protein Extraction Methods on TMT-Based Quantitative Proteomics." Journal of Analytical Methods in Chemistry, 2018, 8408109.
13. Choe, J.H. et al. (2019). "Effects of salinity levels on physicochemical characteristics and sensory properties of dry-cured ham." Meat Science, 155, 7-13.
14. Luo, J. et al. (2020). "Fast detection of fat-soluble synthetic dyes in foodstuffs based on

Ti3C2Tx MXene." Food Chemistry, 330, 127251.
15. 江景翔、劉哲甫、王昕俞、陳冠綸（2008）。Mg.A1 在鹽類水溶液中反應之探討。中華民國第48屆中小學科學展覽會作品說明書。
16. 蔡鈞薇、邱信佑(2018)。應用雙縮脲試劑在測定土壤酵素活性上之研究。台灣農學會報，第19(2)期，P.80~P.91。
17. 香港食物安全中心網站。2024年3月2日。營養資料查詢。https://www.cfs.gov.hk/tc_chi/nutrient/index.php。
18. 太鼎生物科技有限公司網頁。2024年3月9日。BCA蛋白質檢測試劑。https://biopioneer.com.tw/?p=10033。