

中華民國第 58 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國小組 化學科

080214

利用 App 辨別澱粉食材與優碘反應之顏色變化

學校名稱：臺中市西屯區永安國民小學

作者： 小五 林宏歷 小五 甯宇欣 小五 蔡昀靜 小五 于凡毅 小五 林園伸 小六 黃佩琪	指導老師： 邱麗綺 陳慧容
---	-------------------------

關鍵詞：澱粉檢驗、優碘、色譜分析

摘要

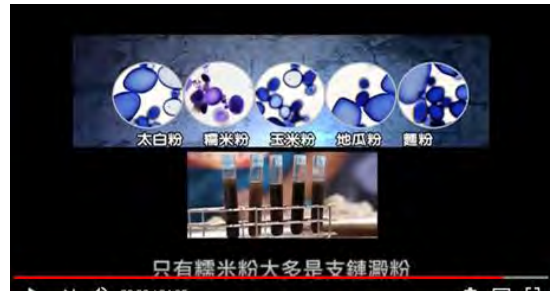
食品安全是近來重要的議題，偶然在公視節目看到食安主題「添加大量澱粉的貢丸在優碘之下無所遁形!」，節目中提到直鏈澱粉遇優碘成深藍黑色，支鏈澱粉成深紫紅色，實驗後發現用目視法很難清楚判斷出深藍黑色與深紫紅色，為探討澱粉食品遇碘後的顏色差異，決定使用儀器數據來探討顏色差異。研究發現，優碘的確可當作食材所含澱粉類的測試液，由於碘液攜帶不便，因此將濾紙浸泡優碘和純水以 1 比 2 後乾燥自製試紙，測試澱粉液辨識最好。顏色分析使用 PASCO 無線照度感應器較為精準，但設備成本稍高；使用 Android App「Color Analysis」軟體進行照相分析較方便但精準度稍差，但仍比肉眼分析精準，可作為生活中隨時分析使用。

壹、研究動機

食品安全是近來重要的社會新聞議題，偶然間在公視流言追追追的節目中看到一個食安主題「添加大量澱粉的貢丸在優碘之下無所遁形!」，於是上 Youtube 搜尋到許多相關的新聞報導都在探討「丸子摻粉」、「肉鬆純嗎」等議題。在流言追追追的節目中提到，澱粉在分子結構上又分成直鏈澱粉和支鏈澱粉，直鏈澱粉遇碘成藍黑色，支鏈澱粉遇碘成紫紅色，我們實驗後發現將優碘加入含澱粉食物，用目視法很難清楚判斷出深藍黑色與深紫紅色，而大多數的澱粉是混合直鏈與支鏈澱粉。為了深入探討生活中常見的食品遇碘後的顏色差異，我們決定使用儀器軟體與手機 App 的顏色分析軟體，用儀器數據來探討顏色的差異。



圖一 新聞電視畫面截圖



圖二 流言追追追電視畫面截圖

貳、研究的目的與研究問題

根據研究動機，我們決定在賣場中收集幾個常見食材的原料，在原料中加入優碘做觀察，之後再找幾種新聞中常被討論的食品來做實驗，根據我們的研究目的列出下面幾個問題：

- 一、在不同澱粉「**食材**」中加入優碘其顏色變化如何精確判讀？
- 二、在不同澱粉「**食品**」中加入優碘其顏色變化如何精確判讀？

參、研究設備及器材

一、實驗器材：燒杯、鑷子、等臂天平、石綿芯網、酒精燈、酒精燈架、溫度計、量杯、試管、攪拌棒、數位相機、計時器、試紙、PASCO PS-3213 無線照度感應器、PASCO Sparkvue 分析軟體、SONY Z5P 手機、android 手機 App 軟體 Color Analysis。

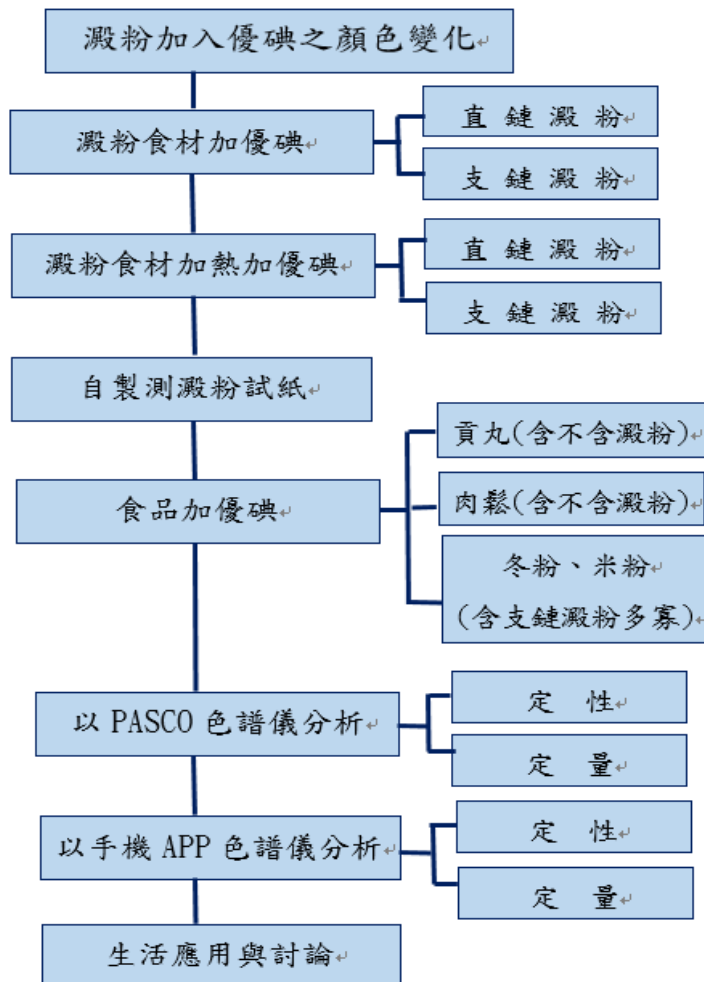
二、材料及成分：

名稱	商品包裝標示成分
1. 金碘(優碘)	Poridone-Iodine(100mg)(相當於有效碘 10mg)
2. 玉米粉	玉米澱粉(非基因改造)
3. 糯米粉	糯米、水
4. 太白粉	樹薯澱粉
5. 高筋麵粉	高筋麵粉
6. 中筋麵粉	中筋麵粉
7. 低筋麵粉	低筋麵粉
8. 龍○粉絲	綠豆澱粉
9. 台○特級粉絲	馬鈴薯澱粉、綠豆澱粉、水
10. 新○純米粉	在來米 100%、水
11. 義○純豬肉鬆	豬肉、蔗糖、釀造醬油、葵花油
12. 廣○香豬肉酥	豬肉、糖、豬油、豌豆粉、麵粉、醬油、食鹽、豆乳、抗氧化劑(維他命 E)、迷迭香抽出物
13. 義○豬肉貢丸	豬肉、水、蔗糖、小麥蛋白、食鹽、葵花油、芝麻油、蒜頭、結著劑(多磷酸鈉)、乾酪素鈉、白胡椒粉、酵母抽出物
14. 達○上菜貢丸	冷凍豬肉、豬油脂、雞肉、磷酸二澱粉、馬鈴薯澱粉、糖、鹽

肆、研究流程

我們首先上網蒐集有關澱粉與碘液作用變色的資料，發現直鏈澱粉與支鏈澱粉和碘液作用會影響變色的情況。

直鏈澱粉與碘液接觸時是呈現藍黑色，支鏈澱粉與碘液接觸時則變為紅棕色。我們查詢數種澱粉的資料(表一)，發現市售澱粉食材通常是直鏈與支鏈澱粉的混合澱粉，沒有完全的支鏈或是直鏈澱粉，各種澱粉的直鏈與支鏈比例是不一樣的，當澱粉與碘液接觸時，兩種顏色是混合在一起的，因此我們想要嘗試使用顏色分析儀（PASCO PS-3213 無線照度感應器）進行分析(圖四-七)，試圖藉由顏色分析，來推論澱粉遇到優碘後，其中所含的直鏈澱粉與支鏈澱粉不同顏色的變色深淺來判斷其所含的比例高低。整個實驗流程如下(圖三)：



圖三 實驗流程圖

表一 直鏈澱粉與支鏈澱粉的比較

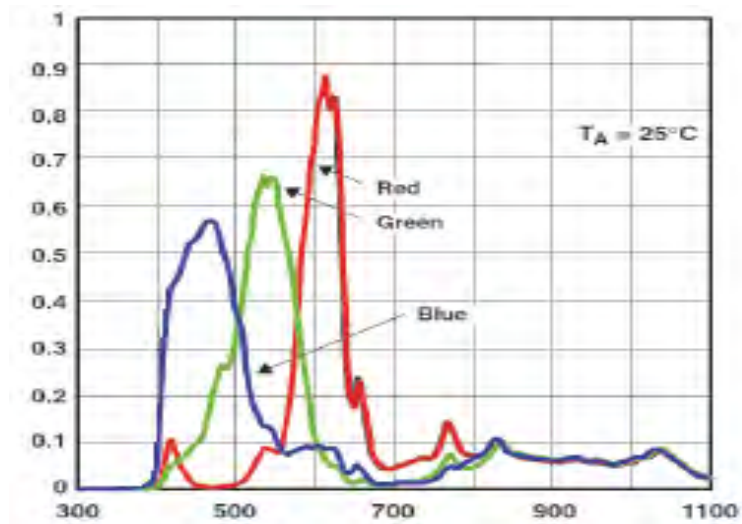
	直鏈澱粉	支鏈澱粉
又稱	糖澱粉	膠澱粉
starch	amylose	amylopectin
結構	結構簡單	結構複雜
葡萄糖	300-3000	1000-300000
加碘	黃色碘溶液→藍黑色	黃色碘溶液→紫紅色
黏性	容易結晶	產生黏性
顏色	透明	白色
代表	綠豆豌豆 60%以上	圓糯米 95%以上
冷水	不溶	不溶
溫水	溶解	不溶
熱水	溶解	溶解
水解	終端少，水解慢	終端多，水解放
綠豆	60%	40%
豌豆	35%	65%
玉米	25%	75%
馬鈴薯	18%	82%
在來米	30% 粒粒分明，口感偏硬	70%
蓬萊米	20%	80%
長糯米	10%	90%
圓糯米	5%	95% 特黏、胃不易排空、高升糖值



圖四 PASCO PS-3213 無線照度感應器正面



圖五 PASCO PS-3213 無線照度感應器背面



圖六 PASCO PS-3213 無線照度感應器紅色、綠色與藍色波長範圍



圖七 PASCO PS-3213 無線照度感應器分析時平板上的分析畫面

伍、研究結果與討論

一、在食材中加入優碘後直接觀察

為了避免購買的粉末成分複雜比例無法確定而影響實驗結果，因此我們到賣場選購幾種常見且成分單純的含澱粉食材進行實驗，我們選擇了高筋麵粉、中筋麵粉、低筋麵粉、太白粉、玉米粉和糯米粉(圖八)。在這些澱粉食材加入優碘前後的實驗觀察紀錄如下(表二):

表二 澱粉食材加入優碘前後顏色紀錄表

優碘\食材	低筋麵粉	中筋麵粉	高筋麵粉	太白粉	玉米粉	糯米粉
未加入優碘	白色微黃	白色微黃	白色微黃	白色	白色微黃	白色
加入優碘後	黑紫色	黑紫色	黑紫色	黑紫色	黑紫色	黑紫色



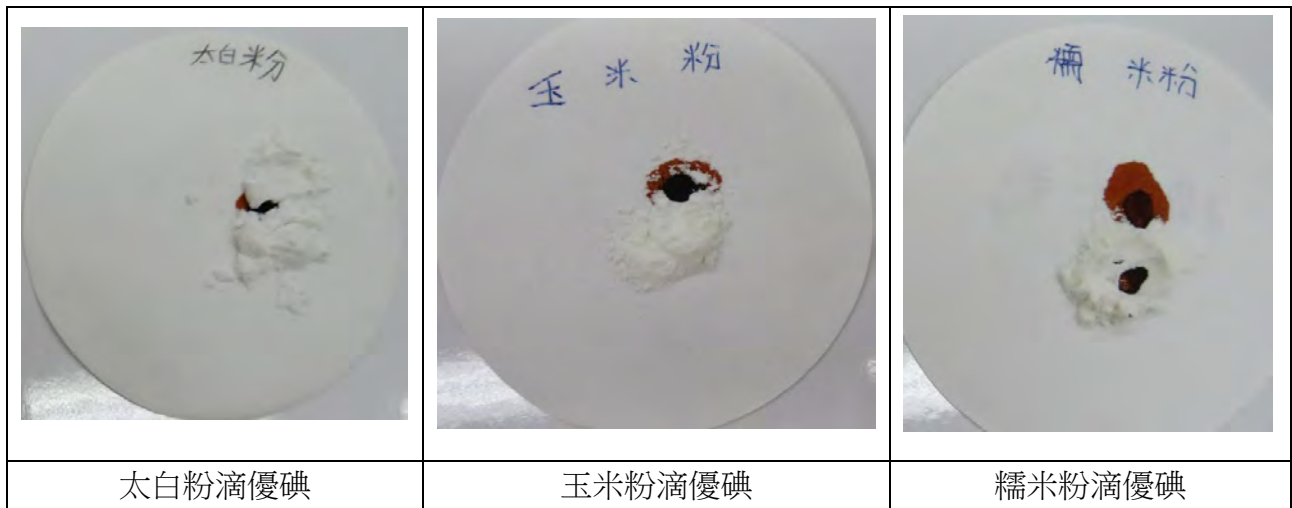
圖八 不同粉末在同一光源下照相比較



高筋麵粉滴優碘

中筋麵粉滴優碘

低筋麵粉滴優碘



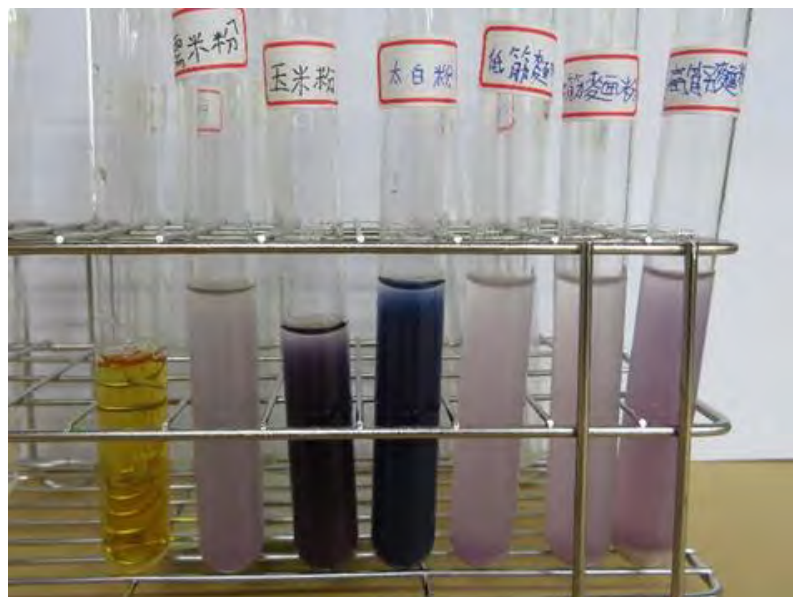
圖九 各種澱粉粉末直接滴入碘液的顏色變化

我們發現粉末直接滴入優碘觀察(圖九)，顏色太深無法判斷是藍黑色還是紫紅色，所以我們再嘗試將粉末加水後，再滴加優碘，看看是否比較容易進行觀察。

二、澱粉食材加水後再加入優碘觀察

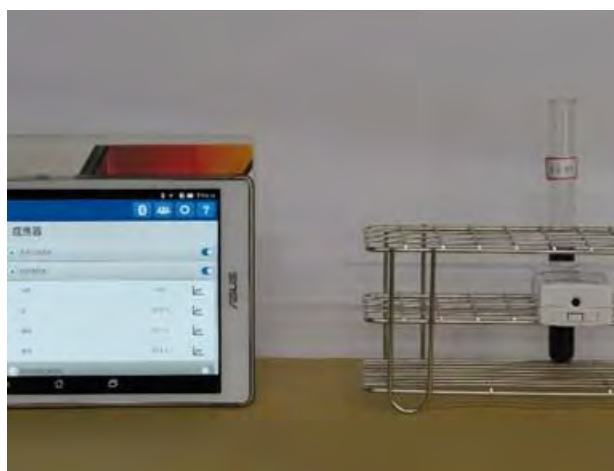
實驗過程如下：

(一) 準備中筋麵粉、低筋麵粉、高筋麵粉、糯米粉、太白粉、玉米粉六種，各取一平匙(約 2 克)於試管中，並於試管中加入 10c.c.的水，用玻棒攪拌均勻，並在每個試管中加入一滴優碘。加入一滴優碘後，顏色變化最大的是太白粉和玉米粉，呈深藍紫色(圖十)。



圖十 加入優碘後的變化

(二) 我們可以用肉眼觀察顏色不同，但要使用文字精準紀錄顏色與深淺不同，仍有其困難性。因此我們再利用 PASCO PS-3213 無線照度感應器進行檢測(圖十一)。



圖十一 利用光譜檢測儀測量

(三) 光譜檢測儀的檢測結果如下表三

表三 PASCO PS-3213 無線照度感應器檢顏色數值表

	顏色值	低筋麵粉	中筋麵粉	高筋麵粉	太白粉	玉米粉	糯米粉	水
未加優碘	白光	1251	1581	1675	1445	1479	1576	4653
	紅光	31.3%	31.3%	31.3%	27.8%	28.6%	29.4%	25.4%
	綠光	36%	35.3%	35.3%	35.4%	35.9%	35.2%	34.8%
	藍光	32.7%	33.4%	33.4%	36.7%	35.5%	35.4%	39.8%
加優碘	白光	3615	3860	3038	455	509	2898	4013
	紅光	27.3%	27.1%	28%	25.9%	32.5%	28.1%	29.3%
	綠光	34.9%	34.8%	34.9%	31.7%	29.8%	33.8%	36.1%
	藍光	37.8%	38.1%	37.1%	42.4%	37.7%	38.1%	34.6%

由上表我們可以發現，**藍光比例最高是太白粉(42.4%)**，其他各管的藍色比例都相似(除了水外，37.1%~38.1%)。此外，紅光比例最低是太白粉的(25.9%)，紅光比例最高的是玉米粉(32.5%)，其餘各管的紅色比例相似(除了水外，27.1%~32.5%)。若單純使用肉眼判斷，並不是很容易區分顏色，雖然各管添加粉末量都是一樣的，但反應的深淺似乎會容易影響顏色的判斷，但使用 PASCO PS-3213 無線照度感應器，儀器可以分析各種顏色所佔的比例，不會像眼睛觀測時會被顏色的深淺所干擾。

表四 直鏈澱粉與支鏈澱粉百分比整理自文獻相關資料

	直鏈澱粉	支鏈澱粉	包裝成分
低筋麵粉(註)	23	77	低筋麵粉
中筋麵粉	23	77	中筋麵粉
高筋麵粉	23	77	高筋麵粉
太白粉	30	70	樹薯澱粉
玉米粉	25	75	玉米澱粉
糯米	4-10%	90-96%	糯米粉

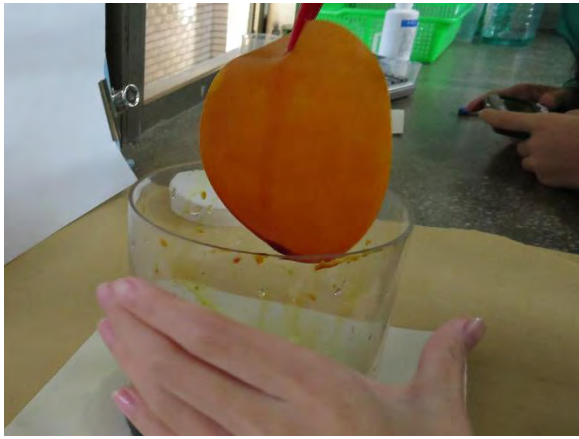
註:高筋麵粉蛋白質含量 12.5-13.5%，中筋麵粉 9-12%，低筋麵粉 7-9%。不同麵粉是依照小麥添加蛋白質量的多寡，所以分成高、中、低筋麵粉。

由上表(表四)知，理論上直鏈澱粉與碘液接觸時是呈現藍黑色，支鏈澱粉與碘液接觸時則變為紅棕色。因此太白粉理論上文獻指出含直鏈澱粉多所以藍色最深，實際上太白粉藍光最高，顯示藍光高低可以使用在判斷直鏈澱粉比例的多與少。直鏈澱粉多的食物會比支鏈澱粉多的食物好消化，透過藍光比例高低，可以作為生活中飲食的參考。

三、自製澱粉試紙的實驗

在實驗的過程中，我們意外發現碘滴到桌面上的紙，紙會呈藍紫色，推測紙裡可能含有澱粉類材質，但有些紙張滴到碘液不會變色，我們查了資料才發現，有些紙張會添加樹薯粉來增加紙張的張力，難怪優碘滴到某些紙張會呈現藍紫色。我們在五年級自然的酸鹼單元介紹到利用試紙測試酸鹼，因此我們想試試看自製澱粉試紙，可以運用來測試作為澱粉檢測試紙。我們先上網收集資料，發現有碘化鉀-澱粉試紙，當試紙中的碘化鉀遇上氧化劑，碘離子會變成碘分子。我們不是要製作碘化鉀-澱粉試紙，只是單純製作澱粉試紙，這樣就不用隨身帶著碘液或優碘液體瓶子，也不會有液體流出的風險。我們嘗試製作試紙的實驗過程如下：

(一) 利用學校現有的濾紙先進行測試，確認濾紙遇優碘不會變色。調製四種濃度的優碘，優碘和水的比例分別是 1:0、1:1、2:1、3:1、將濾紙浸泡到不同比例優碘裡再靜置晾乾(圖十二)。



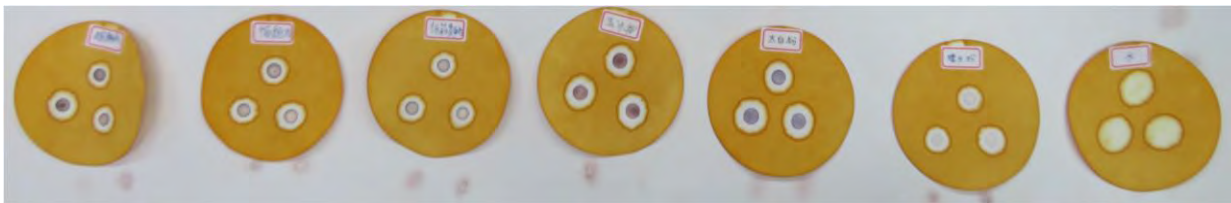
圖十二 自製試紙的過程

(二) 到大賣場中找尋原料不是混合食材的粉末，我們找到有低筋麵粉、中筋麵粉、高筋麵粉、糯米粉、太白粉、玉米粉六種，各取一平匙於燒杯中(約 2 克)，並於燒杯中加入 10c.c.的水，用玻棒充分攪拌後立刻用滴管取出。

(三) 在四種比例的試紙上各滴 3 滴低筋麵粉、中筋麵粉、高筋麵粉、糯米粉、太白粉、玉米粉以及水(當作對照組)等七種液體做觀察(圖十三)。我們發現除了滴水的試紙沒變色外，其他試紙都變藍紫色，可見我們自製的試紙可以用來測試澱粉，但是顏色變化沒有如上一個實驗有明顯的差異。

(四) 如果仔細區分，以玉米粉和太白粉變色較深為例。水和優碘比例 3:1，太白粉遇碘的紅色和玉米粉遇碘的藍色都不是很明顯。水和優碘比例 2:1 的區分效果最好，太白粉遇碘的紅色和玉米粉遇碘的藍色都大致明顯。水和優碘比例 1:1 的區分不佳，太白粉遇碘的紅色和玉米粉遇碘的藍色顏色都太深，反而區分不明顯。純優碘無加水，太白粉遇碘的紅色和玉米粉遇碘的藍色顏色非常深，完全無法區分。

高筋麵粉 → 中筋麵粉 → 低筋麵粉 → 玉米粉 → 太白粉 → 糯米粉 → 水



水和優碘比例 3:1



水和優碘比例 2:1



水和優碘比例 1:1



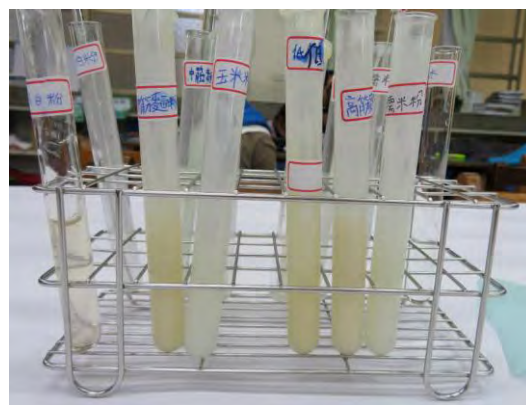
純優碘無加水

圖十三 水和優碘不同比例自製澱粉試紙

四、食材加熱後滴入優碘的實驗觀察

(一) 準備中筋麵粉、低筋麵粉、高筋麵粉、糯米粉、太白粉、玉米粉六種，各取一平匙於試管中，並於試管中加入 10c.c.的水，用玻棒攪拌攪拌均勻，再隔水加熱，在加熱的過程中一邊攪拌，我們發現加熱至水溫 85 度左右，大部分的試管已經攪動困難了，再利用光譜檢測儀進行檢測(圖十四、十五)。

(二) 在每個試管中加入一滴優碘，再利用光譜檢測儀進行檢測。



圖十四 六種澱粉水後再隔水加熱的情形



圖十五 利用光譜檢測儀測加入優碘前後的顏色變化

表五 食材加熱後滴入優碘的實驗觀察表

			低筋	中筋	高筋	太白	玉米	糯米	水
未加優碘	光譜檢測儀	白	1901	1661	1954	2944	2908	2162	4653
		紅	32.9%	31.7%	31.5%	27.8%	28.3%	29.9%	25.4%
		綠	35.3%	36%	35.1%	34.7%	35.1%	35.1%	34.8%
		藍	31.8%	32.3%	33.4%	37.4%	36.6%	35.1%	39.8%
加優碘	光譜檢測儀	白	1395	1204	1137	1961	1909	1720	4013
		紅	31.6%	31.9%	30.2%	26.2%	31.4%	32.6%	29.3%
		綠	34.4%	34%	34.4%	33.5%	33.6%	33.6%	36.1%
		藍	34%	34.2%	35.5%	40.3%	35%	33.8%	34.6%

我們可以發現各種澱粉加熱後，再滴入優碘，顏色變化仍是太白粉的藍色最高(表五)，顯示加熱前後對直鏈澱粉與支鏈澱粉的組成改變影響不是很大。和表三進行比較，所有澱粉食材藍光比例都下降，顯示加熱對澱粉仍有一定的熱分解效應。

四、在食物中加入優碘的實驗觀察

在進行實驗前，網路上相關訊息很多都拿丸子以及肉鬆來做實驗，所以這次的實驗我們在賣場中挑選兩個牌子的貢丸、兩個牌子的肉鬆、兩個牌子的粉絲以及成分標榜 100%在來米的新竹米粉，總共七種食物來做實驗觀察。實驗流程如下：

(一) 取義○純豬肉鬆、廣○香豬肉鬆各一克放於試管中並加入 10c.c.的水。取台○特級粉絲、龍○粉絲、新○純米粉少許，先用熱水泡軟再搗碎放於試管中並加入 10c.c.的水。將義○豬肉貢丸、達○上菜貢丸各切一片。

(二) 將這七種食物利用光譜檢測儀進行檢測，檢測加優碘前後的變化，整理數據如下表六。

表六 不同食物中加入優碘的實驗觀察表

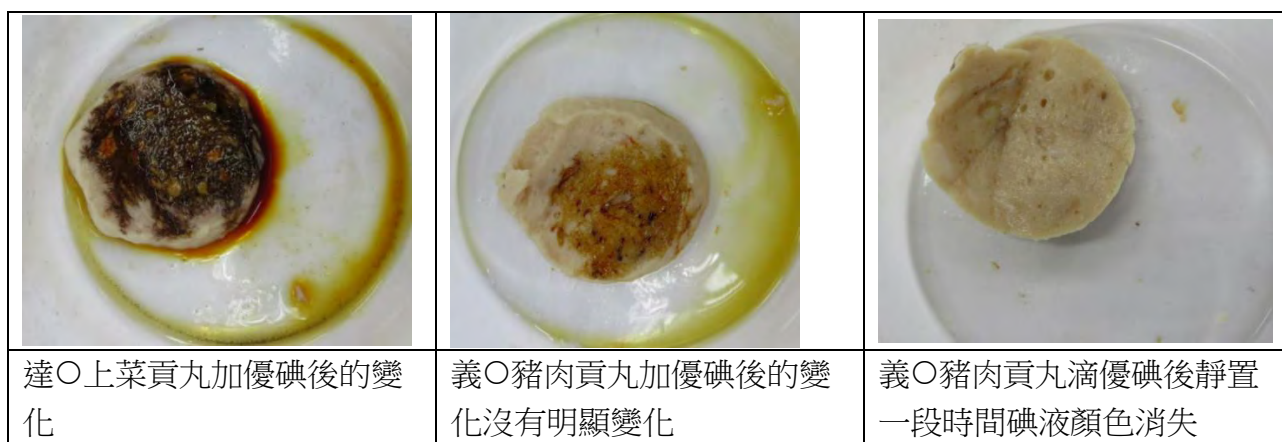
不同食物		達○上 菜貢 丸	義○豬 肉貢 丸	新○純 米粉	龍○粉 絲	台○特 級粉 絲	廣○香 豬肉 鬆	義○純 豬肉 鬆	水
未 加 優 碘	白	1101	1181	1958	2661	2830	2290	1612	3475
	紅	34.7%	33%	30.3%	28.7%	28.2%	31.1%	38%	26.8%
	綠	32.7%	33.5%	34.9%	34.7%	34.6%	35.3%	34.5%	34.3%
	藍	32.6%	33.5%	34.8%	36.7%	37.3%	33.6%	27.5%	38.9%
加 優 碘 後	白	888	1218	2074	1228	477	677	1473	3510
	紅	30.7%	32.9%	24.9%	21.5%	25%	36.6%	38.6%	30.4%
	綠	31.9%	33.1%	32.9%	32.5%	30.6%	30.6%	34.2%	35.2%
	藍	37.4%	34%	42.2%	46%	44.4%	35.8%	27%	34.4%

(三) 在澱粉食品中加入優碘的實驗發現如下：

1. 在貢丸部分：

達○上菜貢丸加入碘液後，藍色由 32.6% 上升到 37.4%，顯示裡面沒有添加澱粉原料，和包裝上說有添加澱粉一致。義○豬肉貢丸的紅、綠、藍三色比例沒有明顯變化，顯示裡面沒有添加澱粉原料，和包裝上說沒有添加澱粉一致。達○上菜貢丸成分說明含馬鈴薯澱粉，所以加入優碘後馬上變紫黑色，義○豬肉貢丸加入優碘後沒有明顯變色(圖十六)。不過我們也發現，義○豬肉貢丸加入優碘後雖然沒有明顯變色，但是靜置一段時間後，優碘的顏色不見了，推測義○豬肉貢丸裡可能含有一些還原劑，才能讓碘分子還原

成變成碘離子，讓藍色逐漸消失，但我們由包裝成分表無法推論是什麼成分造成的，以後我們將持續研究。



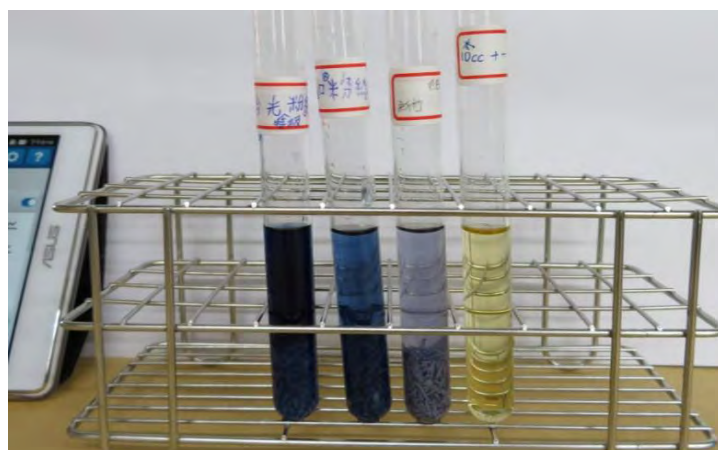
圖十六 兩種不同成分貢丸滴入優碘後的顏色變化

2.在粉類部分:

龍○粉絲、台○特級粉絲、新○純米粉等三種加入優碘後(圖十七)，台○特級粉絲包裝標示成分含馬鈴薯澱粉以及綠豆澱粉(比例未標示)，所以顏色最深，呈深的藍紫色；其次顏色第二深的是龍○粉絲，包裝標示成分是綠豆澱粉；最後顏色較淺呈淡紫色的是新○純米粉，包裝標示成分是百分之百在來米。由於直鏈澱粉與碘液接觸時是呈現藍黑色，支鏈澱粉與碘液接觸時則變為紅棕色。因此，理論上(表七)龍○粉絲藍色最深，新○純米粉藍色最淺。但使用肉眼觀察，似乎是台○特級粉絲顏色最深，是不是深藍色用肉眼觀察不易，需要使用儀器來進行輔助判斷。使用 PASCO PS-3213 無線照度感應器分辨藍色，可以發現的確龍○粉絲藍光比例最高(46%)，其次是台○特級粉絲藍光比例有 44.4%，再來是新○純米粉藍光比例有 42.0%。文獻指出，綠豆澱粉直鏈澱粉含量高，在來米的直鏈澱粉含量低，我們的實驗發現符合理論預測，顯示藍色所佔的比例的確可以判斷出直鏈澱粉的多寡，而且使用儀器會比肉眼判斷更加的精確。

表七 直鏈澱粉與支鏈澱粉百分比整理自文獻相關資料

	直鏈澱粉	支鏈澱粉	龍○粉絲 標示成分	台○特級粉 絲標示成分	台○特級粉 絲標示成分
綠豆粉	57.91%	42.09%	v	v	
馬鈴薯粉	18.21%	81.79%		v	
在來米粉	25-30%	70-75%			v



圖十七 試管加入優碘後的顏色變化
(由左而右分別是台○特級粉絲→龍○粉絲→新○純米粉→水)

3.在肉鬆類部分:

義○純豬肉鬆加入水攪拌後，上端的溶液顏色呈現較深且混濁的黃褐色，廣○香豬肉鬆上端的溶液顏色較淡且澄清。有別於前面幾個實驗，加入一滴優碘後，溶液立即有明顯的變化，在肉鬆的實驗裡，加入一滴並無明顯變化，在加第三滴優碘後開始有較明顯的變化，我們一直試到滴了六滴優碘就看出明顯的差別，義○純豬肉鬆顏色並無明顯變化，廣○香豬肉鬆因含豌豆粉及麵粉，所以顏色呈深的褐色(圖十八)。廣○香豬肉鬆因含豌豆粉及麵粉，加入優碘後，藍光比例上升(表八)，高於沒有明顯變化的義○純豬肉鬆，實驗結果符合理論預期以及成分標示。

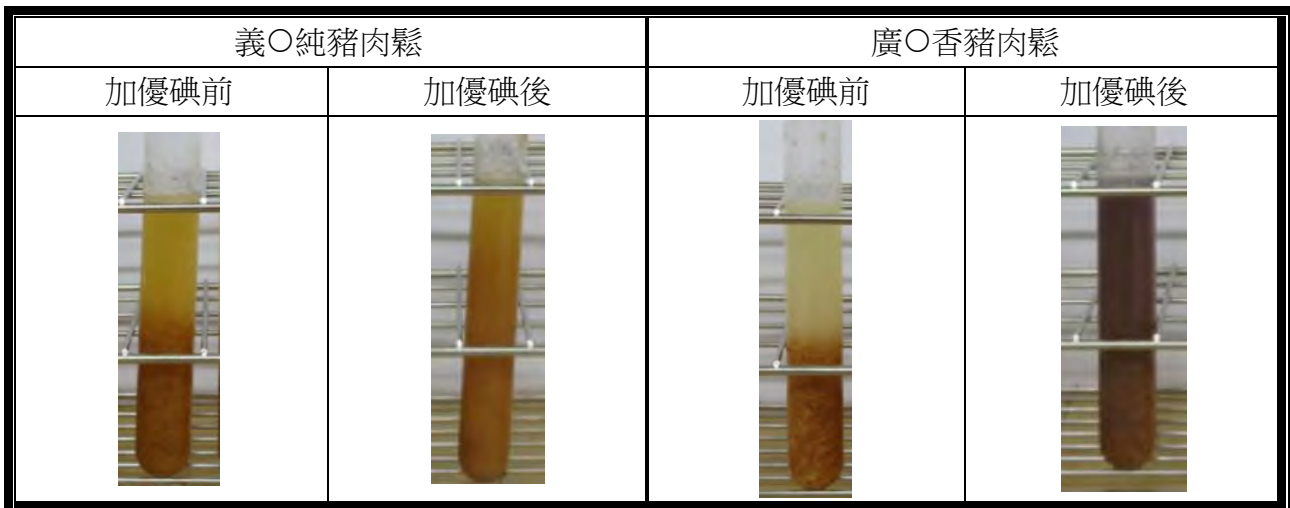


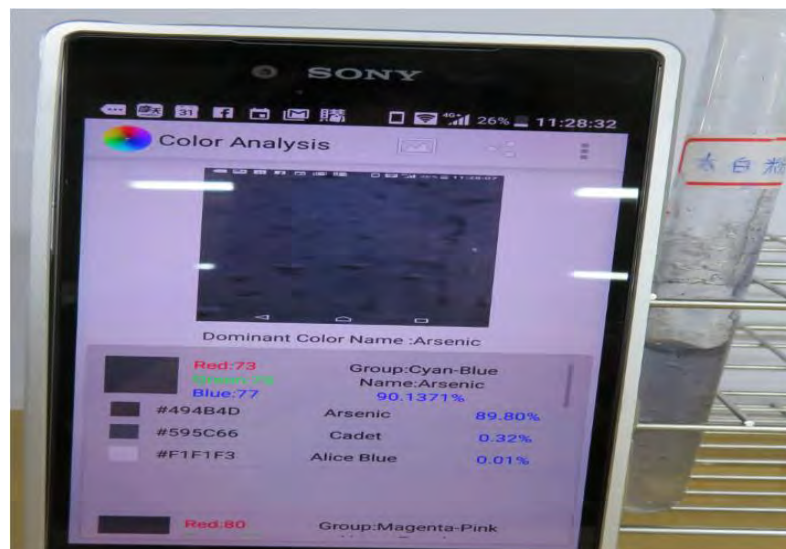
圖 十八 肉鬆加入優碘的顏色變化分析

表八 直鏈澱粉與支鏈澱粉百分比整理自文獻相關資料

	直鏈澱粉	支鏈澱粉
碗豆粉	35%	65%

五、利用手機 APP 程式測顏色的實驗分析

由於光譜檢測儀並非家中很普及的儀器，現在幾乎人人都會使用智慧型手機，因此我們找到一個 APP 軟體「Color Analysis」，利用這個軟體來進行檢測。



圖十九 利用手機軟體 Color Analysis 進行顏色分析

在「食材加熱後」這個實驗裡，加入優碘前後，我們分別用光譜檢測儀以及手機 APP 軟體進行檢測，檢測的結果整理如下表九。

表九 手機 APP 程式與 PASCO 無線照度感應器顏色分析比較表

	設備	分析顏色	低筋	中筋	高筋	太白	玉米	糯米
未加優碘	光譜檢測儀	白	1901	1661	1954	2944	2908	2162
		紅	32.9%	31.7%	31.5%	27.8%	28.3%	29.9%
		綠	35.3%	36%	35.1%	34.7%	35.1%	35.1%
		藍	31.8%	32.3%	33.4%	37.4%	36.6%	35.1%
	APP 軟體	紅	117	132	137	159	148	117
		綠	110	123	134	155	148	114
		藍	84	89	109	143	139	102
		紅轉成%	37.6%	38.4%	36.1%	34.8%	34.0%	35.1%
		綠轉成%	35.4%	35.8%	35.3%	33.9%	34.0%	34.2%
		藍轉成%	27.0%	25.9%	28.7%	31.3%	32.0%	30.6%
加優碘	光譜檢測儀	白	1395	1204	1137	1961	1909	1720
		紅	31.6%	31.9%	30.2%	26.2%	31.4%	32.6%
		綠	34.4%	34%	34.4%	33.5%	33.6%	33.6%
		藍	34%	34.2%	35.5%	40.3%	35%	33.8%
	APP 軟體	紅	117	129	141	73	106	126
		綠	114	129	140	75	91	115
		藍	102	112	133	77	82	97
		紅轉成%	35.1%	34.9%	34.1%	32.4%	38.0%	37.3%
		綠轉成%	34.2%	34.9%	33.8%	33.3%	32.6%	34.0%
		藍轉成%	30.6%	30.3%	32.1%	34.2%	29.4%	28.7%

經由光譜檢測儀和手機 APP 的分析比較，我們可以發現太白粉的藍色值都是最高，理論上太白粉遇到碘液藍色也是呈現深藍色，因此軟體的顏色分析具有的可信度。利用軟體的顏色數字將實際的顏色記錄下來，讓顏色有了精確的數值，我們就不需要再像傳統一樣，用文字來描述顏色變化，讓記錄更精準的。

利用手機 APP 軟體進行檢測是先用手機拍照再將照片匯入進行檢測，這個程序有一個需克服的地方，因為手機拍照無法針對小區域拍照，所以必須拍照後再進行局部截圖，再將圖片匯入進行分析，比較無法精確地做分析。

陸、結論

經過我們的研究發現，整理出重點如下：

一、煮過與未煮過澱粉都可以用優碘進行變色測試:

優碘的確可以當作澱粉類食材的測試液，不論是煮過還是未煮過澱粉類食材都可以進行測試。

二、優碘加水稀釋浸泡濾紙曬乾能製作成測試澱粉試紙:

由於碘液攜帶不便，因此製作成澱粉試紙後可以方便攜帶，市售優碘和純水以 1 比 2 的比例混和，浸泡濾紙後曬乾，測試澱粉的辨識效果最好，顏色變化不會太深，會較容易判斷出藍黑色或是深紫紅色。若要精準判斷優碘變色情況，建議使用儀器測量會較為精準。

三、利用色譜分析可以將直鏈與支鏈澱粉比例定量化:

利用 PASCO PS-3213 無線照度感應器，或是直接使用 Android 的 app “Color Analysis” 軟體進行照相分析光譜最為方便。PASCO PS-3213 無線照度感應器可以分析的較為精準，但一個設備採購成本約 4000 元，雖然價格不是很高，但學校不一定有經費可以採購使用。Android 的 app “Color Analysis” 軟體有免費版本，精準度相對差一點，但是仍比肉眼分析來的精準，可以作為初步的色譜分析使用。

過去我們將優碘滴在食材上做觀察，雖然可以觀察出比較藍的顏色表示含直鏈澱粉多，比較紅的顏色表示含支鏈澱粉多，但我們只能做顏色的定性描述，不容易科學化精準紀錄。藉由儀器與 APP 軟體，從藍光比例高低可以推論直鏈澱粉的高低。文獻得知，直鏈澱粉比較好消化，支鏈澱粉比較難消化，透過手機 APP 軟體的便利性，輕鬆做澱粉食品的檢測，從藍光比例的高低，做為生活上澱粉食品的食用參考。

參考資料

1. 大驚失色~碘—澱粉混合液變色的研究。中華民國第42屆全國科展-國小化學組第一名。
2. 解開「澱粉~碘」的藍色密碼。中華民國第47屆全國科展-國中理化科第一名。
3. 神奇的糯米紙。中華民國第52屆全國科展-國小化學組最佳創意獎。
4. 陳時欣(2013)。吃米食不迷食，科學月刊。20180227引自
http://scimonth.blogspot.tw/2013/07/blog-post_5223.html

【評語】 080214

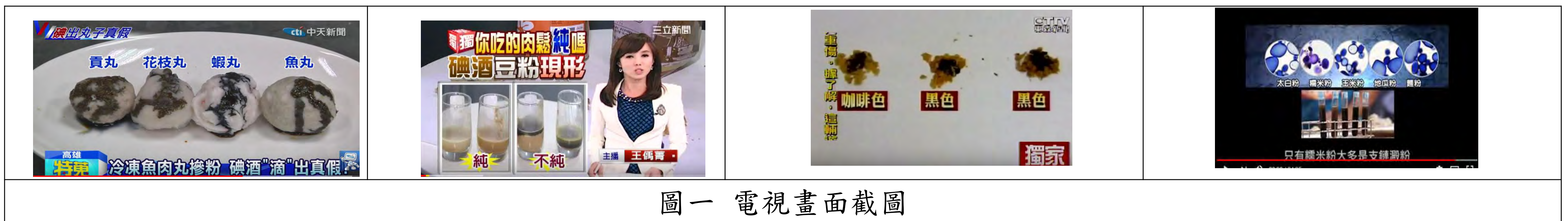
本研究使用簡易儀器分析顏色差異，探討澱粉食品遇碘後的顏色差異，了解優碘可當食材含澱粉類的測試液，考慮碘液攜帶不便，將濾紙浸泡優碘和純水(1:2)後乾燥自製試紙測試澱粉。利用方便可得的 Android 軟體進行照相分析，可作為日常生活中簡易分析方法，具有實用價值，實驗設計合理，若能定量澱粉成分更能符合實際應用；建議可稍加強內容與深度。

摘要

食品安全是近來重要的社會新聞議題，偶然在公視節目中看到一個食安主題「添加大量澱粉的貢丸在優碘之下無所遁形！」，節目中提到直鏈澱粉遇藥用優碘成深藍黑色，支鏈澱粉成深紫紅色，我們實驗後發現用目視法很難清楚判斷出深藍黑色與深紫紅色，為了探討澱粉食品遇碘後的顏色差異，決定設法使用儀器數據來探討顏色的差異。研究發現，優碘的確可當作澱粉類食材的測試液，由於碘液攜帶不便，因此將濾紙浸泡優碘和純水以1比2乾燥的試紙，測試澱粉辨識最好。顏色分析可以使用PASCO無線照度感應器較為精準，但設備成本較高，或使用Android的app “Color Analysis” 軟體進行照相分析顏色最為方便，精準度相對差一點，但是仍比肉眼分析來的精準，兩者可以作為顏色變化分析使用。

壹、研究動機

食品安全是近來重要的社會新聞議題（圖一），偶然間在電視節目中看到一個食安主題「添加大量澱粉的貢丸在優碘之下無所遁形！」，節目中提到，澱粉在分子結構上又分成直鏈澱粉和支鏈澱粉，直鏈澱粉遇碘成藍黑色，支鏈澱粉遇碘成紫紅色，我們實驗後發現用優碘加入含澱粉食物，用目視法很難清楚判斷出深藍黑色與深紫紅色。為了深入探討生活中常見的食品遇碘後的顏色差異，我們決定使用儀器軟體與手機App的顏色分析軟體，用儀器數據來探討顏色的差異。



圖一 電視畫面截圖

貳、研究目的

根據研究動機，我們決定在賣場中收集幾個常見食材的原料，在原料中加入優碘做觀察，之後再找幾種新聞中常被討論的食材來做實驗，根據我們的研究目的擬出下列幾個問題：

- 一、在不同澱粉「食材」中加入優碘其顏色變化如何精確判讀？
- 二、在不同澱粉「食品」中加入優碘其顏色變化如何精確判讀？

參、研究設備及器材

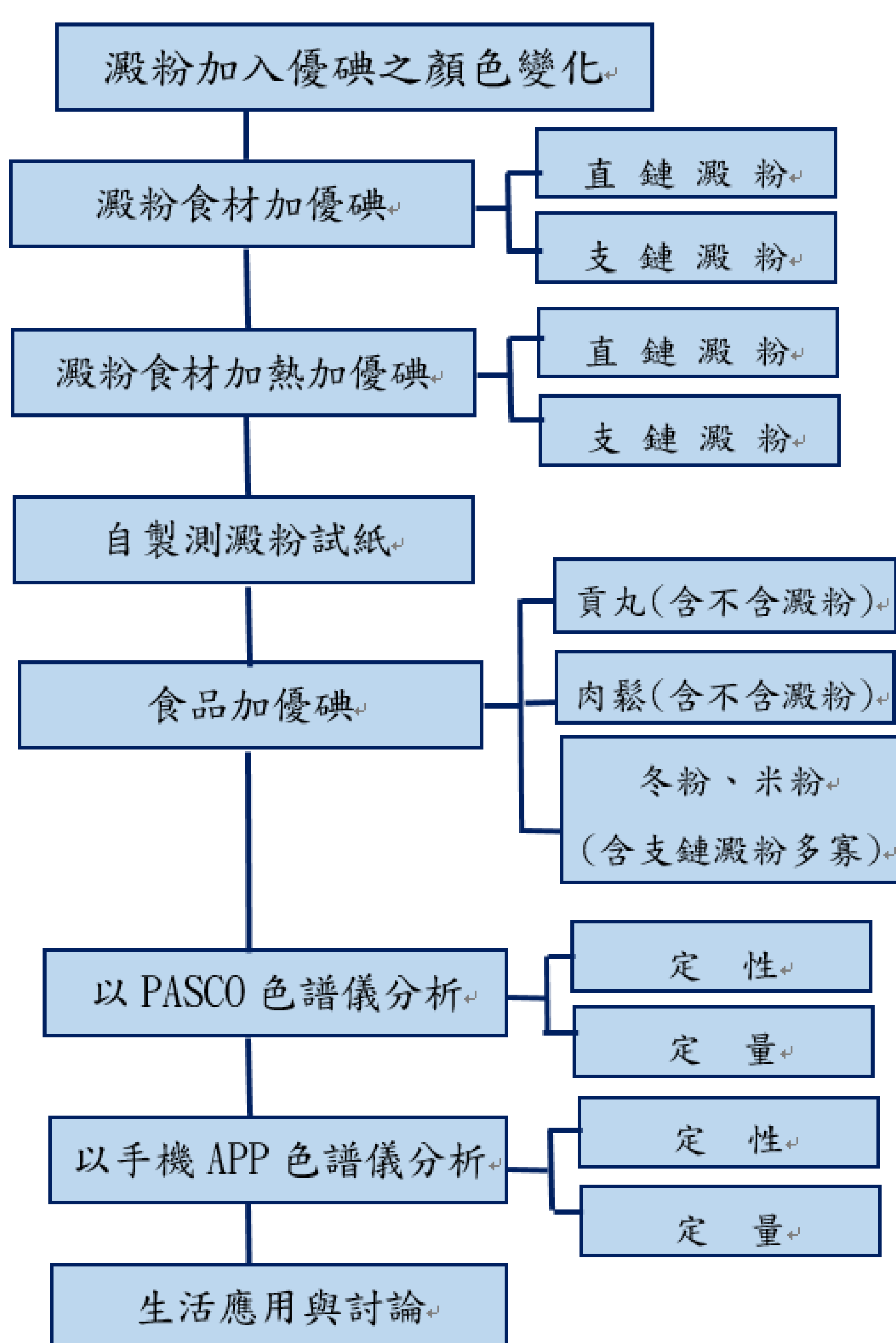
一、實驗器材：燒杯、鑷子、等臂天平、石綿芯網、酒精燈、酒精燈架、溫度計、量杯、試管、攪拌棒、數位相機、計時器、試紙、PASCO PS-3213無線照度感應器、PASCO Sparkvue分析軟體、SONY Z5P手機。

二、材料及成分：

實驗使用的材料及成分			
名稱	成分	名稱	成分
金碘(優碘)	Poridone-Iodine(100mg)(相當於有效碘10mg)	義○純豬肉鬆	豬肉、蔗糖、釀造醬油、葵花油
中筋麵粉	中筋麵粉	龍○粉絲	綠豆澱粉
玉米粉	玉米澱粉(非基因改造)	台○特級粉絲	馬鈴薯澱粉、綠豆澱粉、水
高筋麵粉	高筋麵粉	新○純米粉	在來米100%、水
糯米粉	糯米、水	廣○香豬肉酥	豬肉、糖、豬油、豌豆粉、麵粉、醬油、食鹽、豆乳、抗氧化劑(維他命E)、迷迭香抽出物
低筋麵粉	低筋麵粉	義○豬肉貢丸	豬肉、水、蔗糖、小麥蛋白、食鹽、葵花油、芝麻油、蒜頭、結著劑(多磷酸鈉)乾酪素鈉、白胡椒粉、酵母抽出物
太白粉	樹薯澱粉	達○上菜貢丸	冷凍豬肉、豬油脂、雞肉、磷酸二澱粉、馬鈴薯澱粉、糖、鹽

肆、研究過程

我們首先上網蒐集有關澱粉與碘液作用變色的資料，發現直鏈澱粉與支鏈澱粉和碘液作用會影響變色的情況。直鏈澱粉與碘液接觸時是呈現藍黑色，支鏈澱粉與碘液接觸時則變為紅棕色。後來又查詢以下數種澱粉的資料（表一），發現市售澱粉食材通常是直鏈與支鏈澱粉的混合澱粉，沒有完全的支鏈或是直鏈澱粉，各種澱粉的直鏈與支鏈比例是不一樣的，因此直鏈澱粉與碘液接觸時是呈現藍黑色，支鏈澱粉與碘液接觸時則變為紅棕色，兩種顏色是混合的再一起的，因此我們想要嘗試使用顏色分析儀(PASCO PS-3213無線照度感應器)進行分析（圖二-四），試圖藉由顏色分析，來推論澱粉遇到優碘後，其中所含的直鏈澱粉與支鏈澱粉不同顏色的變色深淺來判斷其所含的比例高低，整個研究設計如下：

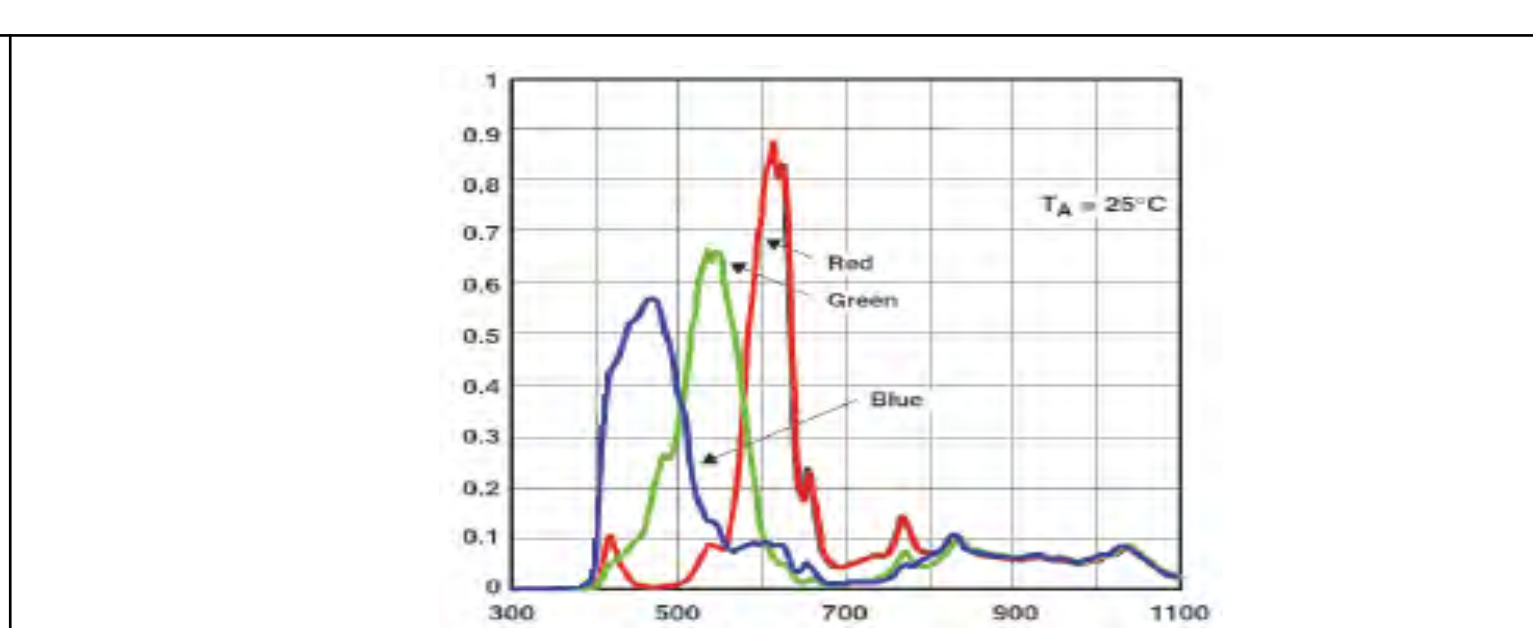


	直鏈澱粉	支鏈澱粉
又稱	糖澱粉	膠澱粉
starch	amylose	amylopectin
結構	結構簡單	結構複雜
葡萄糖	300-3000	1000-300000
加碘	黃色碘溶液→藍黑色	碘→紅紫色
黏性	容易結晶	產生黏性
顏色	透明	白色
代表	綠豆豌豆60%以上	圓糯米95%以上
冷水	不溶	不溶
溫水	溶解	不溶
熱水	溶解	溶解
水解	終端少，水解慢	終端多，水解快
綠豆	60%	40%
豌豆	35%	65%
玉米	25%	75%
馬鈴薯	18%	82%
在來米	30%粒粒分明，口感偏硬	70%
蓬萊米	20%	80%
長糯米	10%	90%
圓糯米	5%	95%特黏、胃不易排空、高升糖值

表一 直鏈澱粉與支鏈澱粉的比較



圖二 PASCO PS-3213無線照度感應器正面與背面



圖三 PASCO PS-3213無線照度感應器紅色、綠色與藍色波長範圍



圖四 PASCO PS-3213無線照度感應器分析時平板上的分析畫面

伍、研究結果與討論

一、澱粉食材中加入優碘後直接觀察

為了避免購買的粉末成分複雜比例無法確定而影響實驗結果，因此我們到賣場選購幾種常見且成分單純的含澱粉食材行實驗，我們選擇了高筋麵粉、中筋麵粉、低筋麵粉、太白粉、玉米粉和糯米粉。在這些澱粉食材加入優碘前後的實驗觀察紀錄如下(圖五-七)：

優碘\食材	低筋麵粉	中筋麵粉	高筋麵粉	太白粉	玉米粉	糯米粉
未加入優碘	白色微黃	白色微黃	白色微黃	白色	白色微黃	白色
加入優碘後	黑紫色	黑紫色	黑紫色	黑紫色	黑紫色	黑紫色





圖五 澱粉食材加入優碘前後顏色紀錄表

圖六 不同粉末在同一光源下照相比較

圖七 各種澱粉粉末直接滴優碘的顏色變化

我們發現粉末直接滴入優碘觀察，顏色太深無法判斷是藍黑色還是紫紅色，所以我們再嘗試將粉末加水後，再滴加優碘，看是否比較容易進行觀察。

二、澱粉食材加水後再加入優碘觀察

實驗過程如下：

(一) 準備中筋麵粉、低筋麵粉、高筋麵粉、糯米粉、太白粉、玉米粉六種，各取一平匙(約2克)於試管中，並於試管中加入10c.c.的水，用玻棒攪拌均勻，並在每個試管中加入一滴優碘。**加入一滴優碘後，顏色變化最大的是太白粉和玉米粉，呈深藍紫色。**

(二) 我們可以用肉眼觀察顏色不同，雖然可以使用拍照來存檔，但要使用文字來描述顏色與深淺不同，且要文字要精確紀錄顏色仍有其困難性。因此我們再利用PASCO PS-3213無線照度感應器進行檢測(圖八)。

(三) 光譜檢測儀的檢測結果如下表

	顏色值	低筋麵粉	中筋麵粉	高筋麵粉	太白粉	玉米粉	糯米粉	水
未加優碘	白光	1251	1581	1675	1445	1479	1576	4653
	紅光	31.3%	31.3%	31.3%	27.8%	28.6%	29.4%	25.4%
	綠光	36%	35.3%	35.3%	35.4%	35.9%	35.2%	34.8%
	藍光	32.7%	33.4%	33.4%	36.7%	35.5%	35.4%	39.8%
加優碘	白光	3615	3860	3038	455	509	2898	4013
	紅光	27.3%	27.1%	28%	25.9%	32.5%	28.1%	29.3%
	綠光	34.9%	34.8%	34.9%	31.7%	29.8%	33.8%	36.1%
	藍光	37.8%	38.1%	37.1%	42.4%	37.7%	38.1%	34.6%



圖八 澱粉水溶液加入優碘後再利用光譜檢測儀測量

直鏈澱粉與支鏈澱粉百分比整理自文獻相關資料			
	直鏈澱粉	支鏈澱粉	包裝成分
低筋麵粉(註)	23%	77%	低筋麵粉
中筋麵粉	23%	77%	中筋麵粉
高筋麵粉	23%	77%	高筋麵粉
太白粉	30%	70%	樹薯澱粉
玉米粉	25%	75%	玉米澱粉
糯米	4-10%	90-96%	糯米粉

註:高筋麵粉蛋白質含量 12.5-13.5%，中筋麵粉 9-12%，低筋麵粉 7-9%。不同麵粉是小麦添加蛋白質多寡，所以造成高、中、低筋麵粉。

圖九 直鏈澱粉與支鏈澱粉百分比的文獻資料整理

由上表我們可以發現，**藍光比例最高是太白粉的(42.4%)**，其他各管的藍色比例都相似(除了水外，37.1%~38.1%)。此外，紅光比例最低是太白粉的(25.9%)，**紅光比例最高的是玉米粉(32.5%)**，其餘各管的紅色比例相似(除了水外，27.1%~32.5%)。若單純使用肉眼判斷，並不是很容易區分顏色，雖然各管添加粉末量都是一樣的，但反應的深淺似乎會容易影響顏色的判斷，但使用PASCO PS-3213無線照度感應器，**儀器可以分析各種顏色所佔的比例，不會像眼睛觀測時會被顏色的深淺所干擾。**

理論上(圖九)直鏈澱粉與碘液接觸時是呈現藍黑色，支鏈澱粉與碘液接觸時則變為紅棕色。因此太白粉理論上文獻指出含直鏈多，所以藍色最深，實際上太白粉藍色也最深，顯示**藍深淺的判斷的確可以使用在判斷直鏈澱粉比例的多與少。**

三、自製澱粉試紙的實驗

在實驗的過程中，我們意外發現碘滴到桌面上的紙，紙會呈紫紅色，推測紙裡可能含有澱粉類材質，但有些紙張滴到碘液不會變色，我們查了資料才發現，有些紙張會添加樹薯粉來增加紙張的張力，難怪優碘滴到某些紙張會呈現深藍色。我們在五年級自然的酸鹼單元介紹到利用試紙測試酸鹼，因此我們想試試看自製澱粉試紙，可以運用來測試作為澱粉檢測試紙。我們先上網收集資料，發現有碘化鉀-澱粉試紙，當試紙中的碘化鉀遇上氧化劑，碘離子會變成碘分子。我們不是要製作碘化鉀-澱粉試紙，只是單純製作澱粉試紙，這樣就不用隨身帶著碘液或優碘液體瓶子，也不會有液體流出的風險。我們嘗試製作實驗過程如下：

(一) 利用學校現有的濾紙先進行測試，確認濾紙遇優碘不會變色。調製四種濃度的優碘，水和優碘的比例分別試1:0、1:1、2:1、3:1、將濾紙浸泡到不同比例優碘裡再靜置晾乾(圖十)。

(二) 到大賣場中找尋原料不是混合食材的粉末，我們找到有低筋麵粉、中筋麵粉、高筋麵粉、糯米粉、太白粉、玉米粉六種，各取一平匙於燒杯中(約2克)，並於燒杯中加入10c.c.的水，用玻棒充分攪拌後立刻用滴管取出。

(三) 在四種比例的試紙上各滴3滴低筋麵粉、中筋麵粉、高筋麵粉、糯米粉、太白粉、玉米粉以及水(當對照組)等七種液體做觀察。我們發現除了滴水的是試紙沒變色外，其他試紙都變藍紫色，可見我們自製的試紙可以用來測試澱粉，但是顏色變化沒有如上一個實驗有明顯的差異。

(四) 如果仔細區分，以玉米粉和太白粉變色較深為例，水和優碘比例3:1，太白粉遇碘的紅色和玉米粉遇碘的藍色都不是很明顯。**水和優碘比例2:1的區分效果最好**，太白粉遇碘的紅色和玉米粉遇碘的藍色都大致明顯。水和優碘比例1:1的區分不佳，太白粉遇碘的紅色和玉米粉遇碘的藍色顏色都太深，反而區分不明顯。純優碘無加水，太白粉遇碘的紅色和玉米粉遇碘的藍色顏色非常深，完全無法區分。

	高筋麵粉→中筋麵粉→低筋麵粉→玉米粉→太白粉→糯米粉→水
水和優碘比例3:1	
水和優碘比例2:1	
水和優碘比例1:1	
純優碘無加水	

表二 四種優碘濃度測試澱粉液體結果



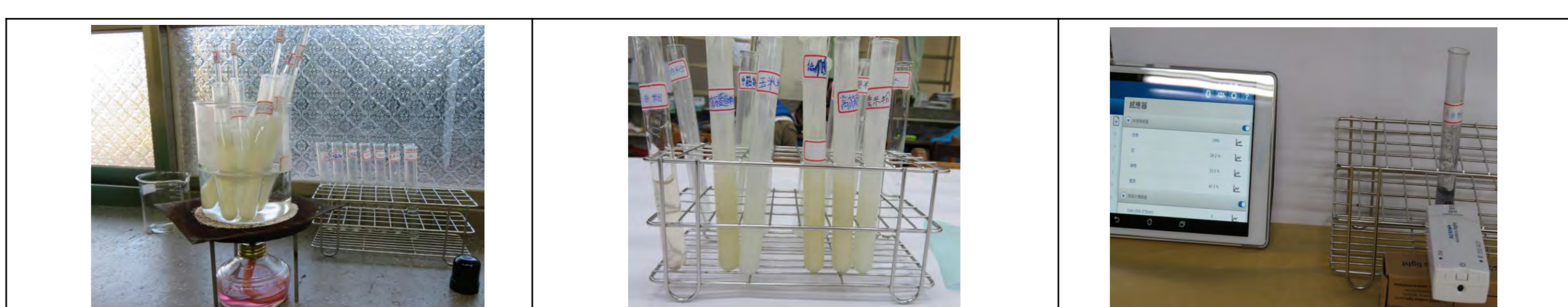
圖十 自製碘粉試紙的過程

四、食材加熱後滴入優碘的實驗觀察

(一) 準備中筋麵粉、低筋麵粉、高筋麵粉、糯米粉、太白粉、玉米粉六種，各取一平匙於試管中，於試管中加入10c.c.的水，用玻棒攪拌均勻，再隔水加熱，加熱的過程中一邊攪拌，我們發現加熱至水溫85度左右，大部分的試管已經攪動困難了，再用光譜檢測儀進行檢測(圖十一)。

(二) 在每個試管中加入一滴優碘，再利用光譜檢測儀進行檢測，結果如下表。

		低筋	中筋	高筋	太白	玉米	糯米	水	
未加優碘	光譜檢測儀	白	1901	1661	1954	2944	2908	2162	4653
		紅	32.9%	31.7%	31.5%	27.8%	28.3%	29.9%	25.4%
		綠	35.3%	36%	35.1%	34.7%	35.1%	35.1%	34.8%
		藍	31.8%	32.3%	33.4%	37.4%	36.6%	35.1%	39.8%
加優碘	光譜檢測儀	白	1395	1204	1137	1961	1909	1720	4013
		紅	31.6%	31.9%	30.2%	26.2%	31.4%	32.6%	29.3%
		綠	34.4%	34%	34.4%	33.5%	33.6%	33.6%	36.1%
		藍	34%	34.2%	35.5%	40.3%	35%	33.8%	34.6%



圖十一 澱粉水溶液隔水加熱後再利用光譜檢測儀檢測

我們可以發現**各種澱粉加熱後，再滴入優碘，顏色變化仍是太白粉的藍色最高**，顯示加熱前後這些澱粉水溶液對優碘的反應顏色差異不大。和無加熱實驗進行比較，仍可發現太白粉藍色數值降低了，由加熱前的42.4%下降至40.3%，顯示加熱對澱粉仍有一定的熱分解效應，相當有趣。

四、在食物中加入優碘的實驗觀察

在進行實驗前，網路上相關訊息很多都拿丸子以及肉鬆來做實驗，所以這次的實驗我們在賣場中挑選兩個牌子的貢丸、兩個牌子的肉鬆、兩個牌子的粉絲以及成分標榜100%在來米的新竹米粉總共七種食物來做實驗觀察。實驗流程如下：

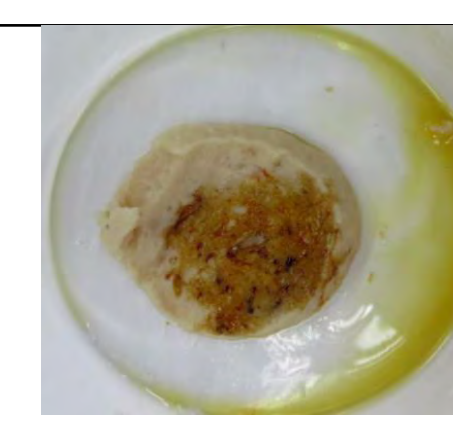
(一)取義○純豬肉鬆、廣○香豬肉鬆各一克放於試管中並加入10c.c.的水。取台○特級粉絲、龍○粉絲、新○純米粉少許，先用熱水泡軟再搗碎放於試管中並加入10c.c.的水。將義○豬肉貢丸、達○上菜貢丸各切一片。

(二)將這七種食物利用光譜檢測儀進行檢測，檢測加優碘前後的變化，整理數據如下表。

		達○上菜貢丸	義○豬肉貢丸	新○純米粉	龍○粉絲	台○特級粉絲	廣○香豬肉鬆	義○純豬肉鬆	水
未加優碘	白	1101	1181	1958	2661	2830	2290	1612	3475
	紅	34.7%	33%	30.3%	28.7%	28.2%	31.1%	38%	26.8%
	綠	32.7%	33.5%	34.9%	34.7%	34.6%	35.3%	34.5%	34.3%
	藍	32.6%	33.5%	34.8%	36.7%	37.3%	33.6%	27.5%	38.9%
加優碘後	白	888	1218	2074	1228	477	677	1473	3510
	紅	30.7%	32.9%	24.9%	21.5%	25%	36.6%	38.6%	30.4%
	綠	31.9%	33.1%	32.9%	32.5%	30.6%	30.6%	34.2%	35.2%
	藍	37.4%	34%	42.2%	46%	44.4%	35.8%	27%	34.4%



圖十二 達○上菜貢丸加優碘後的變化



圖十三 義○豬肉貢丸加優碘後的變化



圖十四 義○豬肉貢丸滴優碘後靜置一段時間碘液顏色消失

(三)在澱粉食品中加入優碘的實驗發現如下：

1. 在貢丸部分：

達○上菜貢丸加入碘液後，藍色由32.6%上升到37.4%，顯示裡面沒有添加澱粉原料，和包裝上說有添加澱粉一致。義○豬肉貢丸的紅、綠、藍三色比例沒有明顯變化，顯示裡面沒有添加澱粉原料，和包裝上說沒有添加澱粉一致。達○上菜貢丸成分說明含馬鈴薯澱粉，所以加入優碘後馬上變紫黑色(圖十二)，義○豬肉貢丸加入優碘後沒有明顯變色(圖十三)。不過我們也發現，義○豬肉貢丸加入優碘後雖然沒有明顯變色，但是靜置一段時間後，優碘的顏色不見了(圖十四)，推測義○豬肉貢丸裡可能含有一些還原劑，才能讓碘分子還原成變成碘離子，讓藍色逐漸消失，但我們由包裝成分表無法推論是什麼成分造成的，以後我們將持續研究。

2. 在粉類部分：

龍○粉絲、台○特級粉絲、新○純米粉等三種加入優碘後(圖十五)，台○特級粉絲包裝標示成分含馬鈴薯澱粉以及綠豆澱粉(比例未標示)，所以顏色最深，呈深的藍紫色；其次顏色第二深的是龍○粉絲，包裝標示成分是綠豆澱粉；最後顏色較淺呈淡紫色的是新○純米粉，包裝標示成分是百分之百在來米。由於直鏈澱粉與碘液接觸時是呈現藍黑色，支鏈澱粉與碘液接觸時則變為紅棕色。因此，理論上(圖十六)龍○粉絲藍色最深，新○純米粉藍色最淺。但使用肉眼觀察，似乎是台○特級粉絲顏色最深，但是不是深藍色用肉眼觀察不易，需要使用儀器來進行輔助判斷。使用PASCO PS-3213無線照度感應器分辨藍色，可以發現的確龍○粉絲藍色最深(46%)，其次是台○特級粉絲藍色有44.4%，再來是新○純米粉藍色有42.0%。符合理論預測，顯示藍色所佔的比例的確可以判斷出直鏈澱粉的多寡，而且使用儀器會比肉眼判斷更加的精確。

3. 在肉鬆類部分：

義○純豬肉鬆加入水攪拌後，上端的溶液顏色呈現較深且混濁的黃褐色(圖十七)，廣○香豬肉鬆上端的溶液顏色較淡且澄清(圖十九)。有別於前面幾個實驗，加入一滴優碘後，溶液立即有明顯的變化，在肉鬆的實驗裡，加入一滴並無明顯變化，在加第三滴優碘後開始有較明顯的變化，我們一直試到滴了六滴優碘就看出明顯的差別，義○純豬肉鬆顏色並無明顯變化(圖十九)，廣○香豬肉鬆因含豌豆粉及麵粉，所以顏色呈深的褐色(圖二十)。豌豆粉加入優碘應該呈現藍色，廣○香豬肉鬆確實藍光比例高於義○純豬肉鬆。



圖十五 粉絲與米粉加優碘後的變化

	直鏈澱粉	支鏈澱粉
綠豆	57.91%	42.09%
馬鈴薯粉	18.21%	81.79%
在來米	25-30%	70-75%
豌豆粉	35%	65%

圖十六 直鏈澱粉與支鏈澱粉百分比整理自文獻相關資料



圖十七 義○純豬肉鬆加優碘前



圖十九 義○純豬肉鬆加優碘後



圖十八 廣○香豬肉鬆加優碘前



圖二十 廣○香豬肉鬆加優碘後

五、利用手機APP程式測顏色的實驗分析

由於光譜檢測儀並非家中很普及的儀器，現在幾乎人人都會使用智慧型手機，因此我們找到一個APP軟體「Color Analysis」，利用這個軟體來進行檢測。在「食材加熱後」這個實驗裡，加入優碘前後，我們分別用光譜檢測儀以及手機APP軟體進行檢測，檢測的結果整理如下表。

	設備	分析顏色	低筋	中筋	高筋	太白	玉米	糯米
未加優碘	光譜檢測儀	白	1901	1661	1954	2944	2908	2162
		紅	32.9%	31.7%	31.5%	27.8%	28.3%	29.9%
		綠	35.3%	36%	35.1%	34.7%	35.1%	35.1%
		藍	31.8%	32.3%	33.4%	37.4%	36.6%	35.1%
	APP軟體	紅	117	132	137	159	148	117
		綠	110	123	134	155	148	114
		藍	84	89	109	143	139	102
		紅轉成%	37.6%	38.4%	36.1%	34.8%	34.0%	35.1%
		綠轉成%	35.4%	35.8%	35.3%	33.9%	34.0%	34.2%
藍轉成%	27.0%	25.9%	28.7%	31.3%	32.0%	30.6%		
加優碘	光譜檢測儀	白	1395	1204	1137	1961	1909	1720
		紅	31.6%	31.9%	30.2%	26.2%	31.4%	32.6%
		綠	34.4%	34%	34.4%	33.5%	33.6%	33.6%
		藍	34%	34.2%	35.5%	40.3%	35%	33.8%
	APP軟體	紅	117	129	141	73	106	126
		綠	114	129	140	75	91	115
		藍	102	112	133	77	82	97
		紅轉成%	35.1%	34.9%	34.1%	32.4%	38.0%	37.3%
		綠轉成%	34.2%	34.9%	33.8%	33.3%	32.6%	34.0%
藍轉成%	30.6%	30.3%	32.1%	34.2%	29.4%	28.7%		

經由光譜檢測儀和手機APP的分析比較，我們可以發現太白粉的藍色值都是最高，理論上太白粉遇到碘液藍色也是呈現深藍色，因此軟體的顏色分析具有的可信度。利用軟體的顏色數字將實際的顏色記錄下來，讓顏色有了精確的數值，我們就不需要在像傳統依樣，用文字來描述顏色變化。用文字來描述顏色變化，是相當的不精準的。

特別說明的是利用手機APP軟體進行檢測是先用手機拍照再將照片匯入進行檢測，這個程序有一個需克服的地方，因為手機拍照無法針對小區域拍照，所以必須拍照後再進行局部截圖，再將圖片匯入進行分析，比較無法精確地做分析。

陸、結論

經過我們的研究發現，整理出重點如下：

一、煮過與未煮過澱粉都可以用優碘進行變色測試：優碘的確可以當作澱粉類食材的測試液，不論是煮過還是未煮過澱粉類食材都可以進行測試。

二、優碘加水稀釋浸泡濾紙曬乾能製作成測試澱粉試紙：由於碘液攜帶不便，因此製作成澱粉試紙後可以方便攜帶，市售優碘和純水以1比2的比例混和，浸泡濾紙後曬乾，測試澱粉的辨識效果最好，顏色變化不會太深，會較容易判斷出藍黑色或是深紫紅色，可用以判斷所含澱粉是較多直鏈或是支鏈澱粉。若要精準判斷優碘變色情況，建議使用儀器測量會較為精準。

三、利用色譜分析可以將直鏈與支鏈澱粉比例定量化：利用PASCO PS-3213無線照度感應器，或是直接使用Android的app「Color Analysis」軟體進行照相分析光譜最為精準跟方便。PASCO PS-3213無線照度感應器可以分析的較為精準，但一個設備採購成本約4000元，雖然價格不是很高，但學校不一定有經費可以採購使用。Android的app「Color Analysis」軟體有免費版本，精準度相對差一點，但是仍比肉眼分析來的精準，可以作為初步的色譜分析使用。

過去我們將優碘滴在食材上做觀察，雖然可以觀察出比較藍的顏色表示含直鏈澱粉多，比較紅的顏色表示含支鏈澱粉多，但我們只能做顏色的定性描述，不容易科學化精準紀錄。藉由儀器與APP軟體，從紅光、藍光的比例，我們可以反推不同種類澱粉中，直鏈與支鏈澱粉所佔的比例，做定量描述，而不會受到整體澱粉量的影響。文獻得知，直鏈澱粉比較好消化，支鏈澱粉比較難消化，我們希望透過本研究搭配手機APP軟體，將來能推廣應用。