

# 臺北市第 43 屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

科 別：化學科

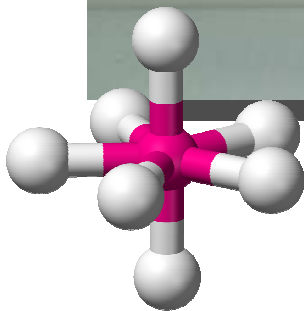
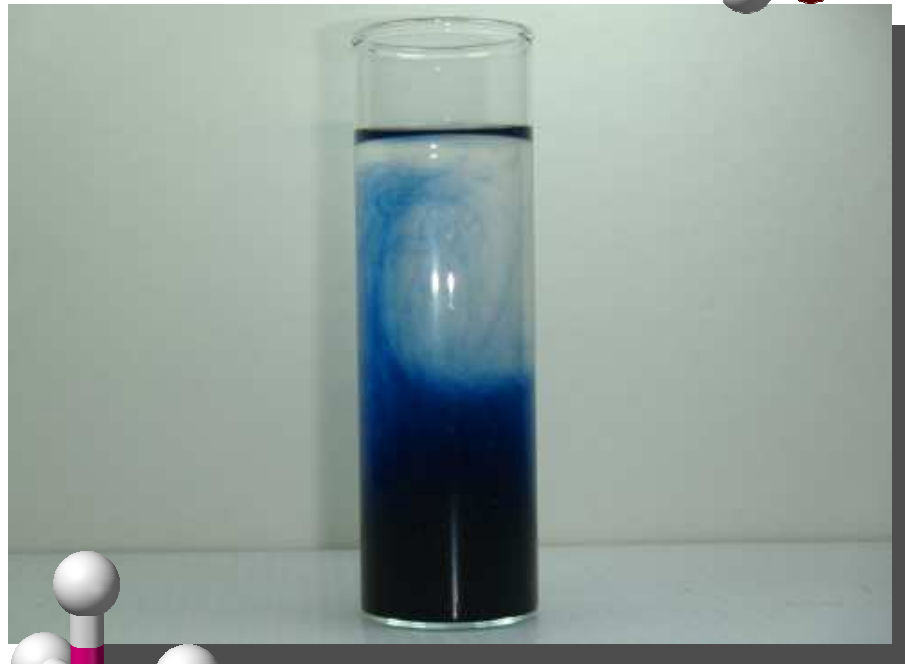
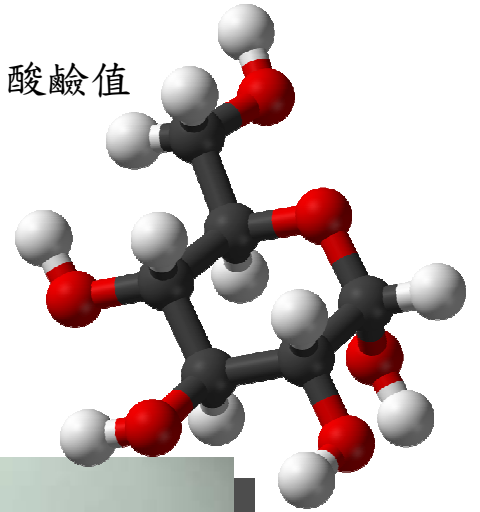
組 別：國小組

作品名稱：『碘』出澱粉彩色的世界

關 鍵 詞：「碘-澱粉」水溶液、透光度、酸鹼值

作者：511 陳育然、501 劉丞彧

指導老師：李麗春



# 『碘』出澱粉彩色的世界

## 摘要

澱粉加碘到底是甚麼顏色？從網路資料告訴我們是藍色，真的是藍色嗎？我們的答案：「不一定是藍色」！我們的研究主要是透過碘和澱粉的反應來探討「碘 - 澱粉」水溶液產生顏色變化的變因。結果發現，影響的因素有濃度、溫度、酸鹼性，成分（直、支鏈澱粉）及比例（碘、澱粉）。透過「碘 - 澱粉」的顏色變化，可以用於檢測食物中是否含澱粉。我們也發現，直鏈澱粉是決定藍色的關鍵，然而當碘液過量，顏色會由藍變綠；支鏈澱粉則產生紫紅色，當碘液過量，顏色會由紫紅變紅棕；直、支鏈澱粉在不同比例的混合下會產生紫色偏紅或藍。利用這種「比色法」，可以作為推測稻米中，直鏈澱粉含量高低的指標。

## 壹、研究動機

記得在學期快結束前的一天週末晚上，我們全家正享受著豐盛晚餐時，我不小心被骨頭刺到手，媽媽急忙從醫藥箱中拿起碘藥水往我的手指一倒，由於過量的關係，碘藥水正好滴到我熱騰騰的飯裡，我急忙的想把飯碗移開時，卻發現碗裡的飯變成黑色，和我手指上所擦拭的顏色不同。很快地，黑色的飯似乎又變成有一點深紫色。我很好奇，隔天早上，吃完早餐後，我拿了一點媽媽煮熟的稀飯，滴了幾滴的碘藥水，結果顏色又變成深藍色。我心中充滿疑惑，為甚麼乾飯與稀飯碰到碘藥水會變色？出現的顏色也不同？到底是甚麼原因改變了原先是棕色的碘藥水？難道是因為熱騰騰飯裡的溫度？還是因為飯桌上的日光燈照射？或是米飯中的某種物質所造成？在這一連串的問題與好奇下，決定在暑假期間來深入探討這個奇妙的現象，希望解開我心中的謎。



相關教學單元：自然與生活科技 3 上（康軒版），第一單元，植物的身體。

自然與生活科技 5 上（康軒版），第二單元，植物世界面面觀。

## 貳、研究目的

在我們的自然課程中經常提到植物中含有澱粉，但是沒有告訴我們它與碘藥水的關係，為了讓研究能夠進行，我們就從網路資料開始慢慢的認識它們之間的關係，我們的目的是希望藉由碘藥水與米飯的顏色變化來認識『碘』，並觀察生活中哪些食物也有相同的結果，找出變色原因。另一方面，臺灣盛產稻米，由於不同的澱粉成分（直、支鏈澱粉）會影響烹煮時的香 Q 和味道，所以常當作稻米特性的重要指標，我們希望透過澱粉成分和碘的反應，設計出「比色法」來推測直鏈澱粉的含量。所以根據以上的目的，我們提出了下面的研究問題：

- 一、 學習自製簡易型『透光度』分析裝置。
- 二、 認識碘藥水對環境因素的穩定性。
- 三、 觀察何種食物會使碘藥水產生顏色變化。
- 四、 分析澱粉的種類及最佳的檢驗方法
- 五、 探討影響「碘－澱粉」水溶液產生顏色變化的變因。

### 參、研究設備及器材

#### 一、 設備及裝置

紙箱、厚紙板、墨汁、雙面膠帶、照度計、白光燈、電源插座、燈座、樣品瓶、量筒、滴管、燒杯、玻棒、鋁薄紙、溫度計、酒精燈&酒精、三腳架、石棉網、試管夾、藥匙、研鉢&棒、酸鹼測定筆、培養皿、數位相機、透光度分析裝置、光源強度裝置。

#### 二、 藥品及材料

優碘藥水（普維酮碘，含有效碘 1%）、鹽酸、氫氧化鈉、乾飯、稀飯、稻米、小米、綠豆、玉米、馬鈴薯、蕃薯、芋頭、蓮藕、地瓜菜、高麗菜、豬肉、雞蛋、香蕉、蘋果、水梨、蕃石榴、太白粉（馬鈴薯澱粉）、糯米粉、糯米。

#### 三、 碘液配製

- (一) 0.1%碘液：量取 10ml 的優碘藥水（原液含碘量為 1%）放入燒杯，加水稀釋至 100ml。
- (二) 0.01%碘液：量取 2ml 的優碘藥水，加水稀釋至 200ml。
- (三) 0.02%碘液：量取 4ml 的優碘藥水，加水稀釋至 200ml。
- (四) 0.001%碘液：量取 10ml 的 0.01%碘液放入燒杯，加水稀釋至 100ml。

#### 四、 澱粉液配製

- (一) 水煮前：
  1. 配製 1%澱粉液：秤取 1g 食品太白粉（或糯米研磨粉）放入燒杯中，加入 100ml 水均勻攪拌。
  2. 配製 0.1%澱粉液：取步驟 1 水溶液 10ml，加入 90ml 水。
  3. 配製 0.01%澱粉液：取步驟 2 水溶液 10ml，加入 90ml 水。
  4. 配製 0.001%澱粉液：取步驟 3 水溶液 10ml，加入 90ml 水。
- (二) 水煮後：

同水煮前的步驟 1 配製 1%澱粉液，但先加入 20ml 冷水攪拌，再加入 80ml 熱水（約 80°C）均勻攪拌，以酒精燈煮沸 1 分鐘後，同水煮前的步驟 2、3、4 配製 0.1%、0.01%、0.001%澱粉液，但改成熱水稀釋，冰浴冷卻後再使用。

## 肆、研究過程或方法

### 一、文獻探討

#### (一) 碘液

碘液又稱盧戈氏碘液，是由法國醫生盧戈在 1835 年發明。碘本身很難溶於水中，但是很容易溶解在酒精中，當溶解在酒精後，我們稱之為碘酒。由於酒精容易燃燒和揮發，有時會有副作用，因此很少人使用，而以大家所熟悉的碘藥水取代。碘液在化學和醫學中有很多種用途，大家所知道的就是醫療用殺菌、消毒碘藥水及驗證澱粉是否存在的指示劑。

#### (二) 澱粉

澱粉是一種多醣類，澱粉通常儲存在植物的根、莖、種子等處。澱粉可分為直鏈澱粉和支鏈澱粉，一般澱粉顆粒內，直鏈澱粉約佔 20%，支鏈澱粉約佔 80%。直鏈澱粉溶於水，尤其易溶於熱水；支鏈澱粉則不溶於水，加熱後會糊化。直鏈澱粉是一個具有螺旋狀的線性形狀，遇到碘會產生藍黑色；支鏈澱粉是一個具有樹枝形分支形狀，遇到碘會產生紫紅色。

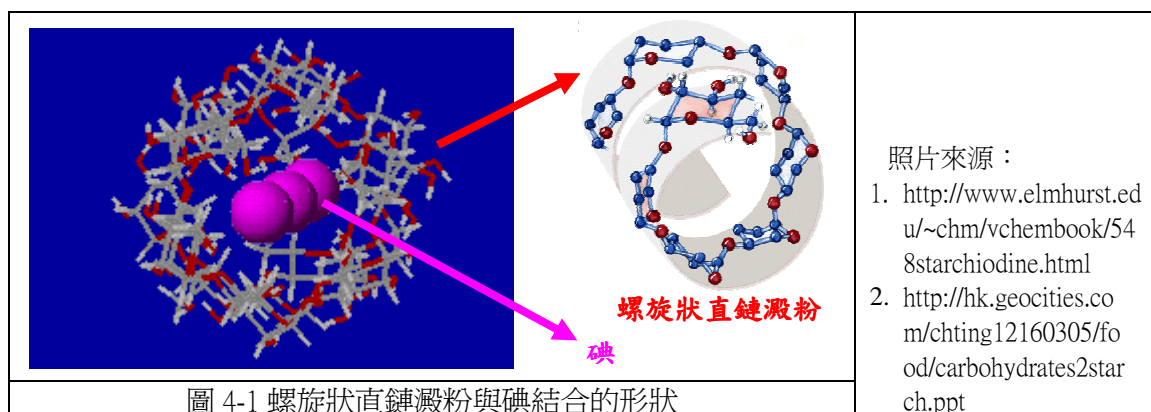


圖 4-1 螺旋狀直鏈澱粉與碘結合的形狀

#### (三) 透光度

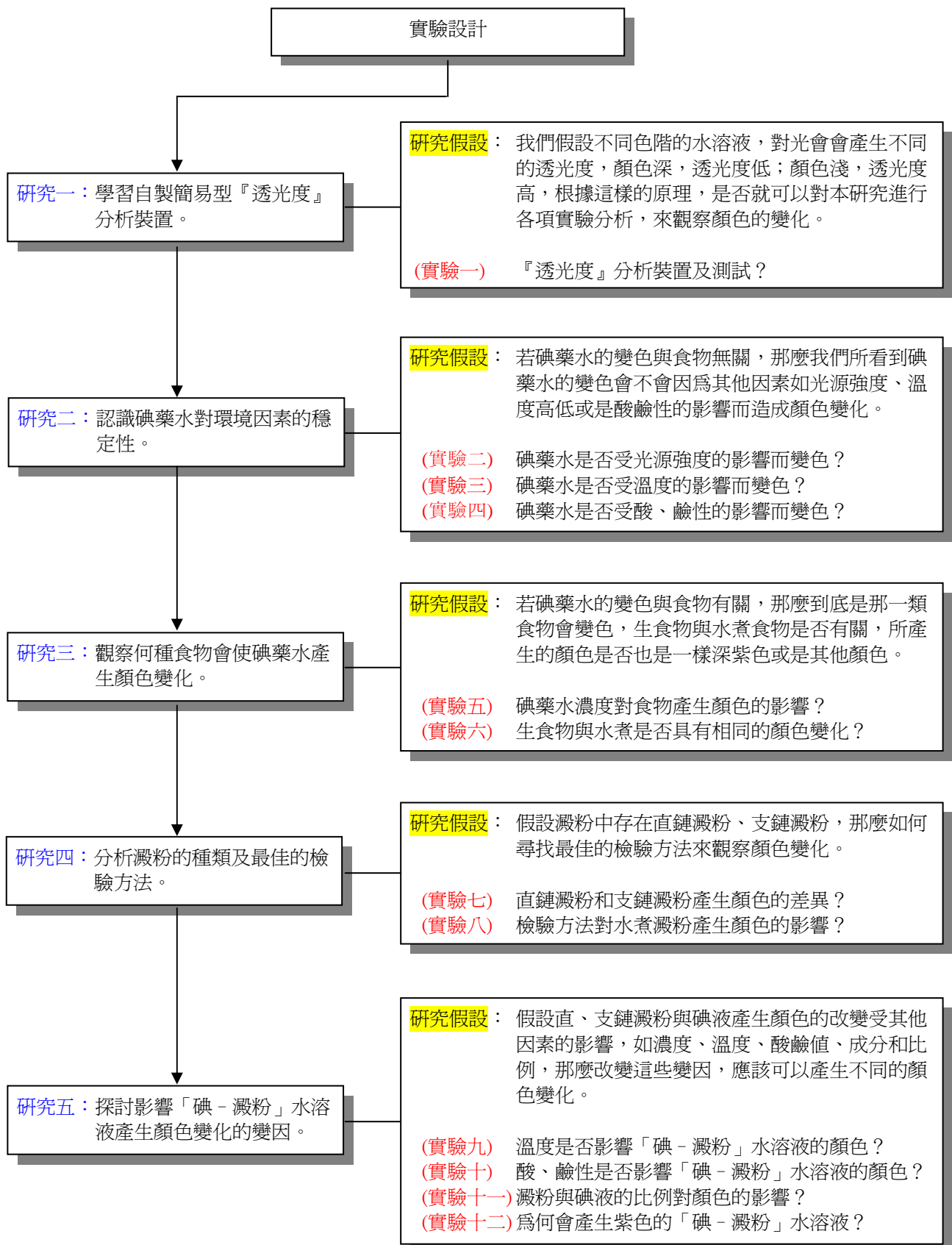
我們研究中的「透光度」是指，當光線經過固定的長度後，光線強度在路徑中被穿透物所吸收後所剩下的光線強度。因此當「透光度」越低，就表示穿透物的色度越深或是含懸浮顆粒越多。

#### (四) 酸鹼值

酸鹼值又可稱為 pH 值，它是用來判斷溶液是酸性或鹼性的單位。pH 值的範圍在 0 ~14 之間，當 pH=7，溶液為中性；當 pH<7，溶液為酸性，pH 值越低，酸性越強；當 pH>7，溶液為鹼性，pH 值越高，鹼性越強。常用的測量方式有酸鹼指示劑、酸鹼試紙、酸鹼計。

## 二、實驗設計

根據研究目的，我們將研究分成五大部份，並設計成十二項實驗進行探討。



### 三、 實驗說明、步驟和紀錄

#### [研究一]：學習自製簡易型『透光度』分析裝置

##### 實驗一：『透光度』分析裝置及測試？

###### (一) 實驗說明

爲了能夠更準確的測量顏色的變化，我們參考了全國科展國小組作品，以照度計當作光線的接收器，再改量成我們所需要的『透光度』分析裝置，希望透過此裝置，對我們研究進行各項實驗分析。

###### (二) 實驗步驟

###### 1 分析裝置設計與製做。

- (1) 取紙箱及厚紙板，將厚紙板製作一個  $1 \times 4 \text{cm}^2$  的長方形光柵、樣品架和樣品環，並固定於紙箱內。
- (2) 將透光接收裝置部位的內部紙箱以墨汁塗黑。
- (3) 使用照度計製作透光接收裝置，並固定於紙箱內。
- (4) 固定電源插座及燈座，使用 120W 白光燈當做光源，即完成透光度分析裝置。

###### 2 進行透光度測試實驗。

- (1) 進行未照射前及照射後測驗，打開燈光開關後，待照度計數值穩定後，讀取照度值。我們以此照度值當作『透光度』。
- (2) 進行歸零校正及空樣品測試。
- (3) 配製稀釋碘藥水（40ml 的水分別以滴管加入 5、10、15 和 20 滴碘藥水）。
- (4) 取自來水、稀釋碘藥水和原液分別放入樣品瓶（直徑 2cm）進行測試。

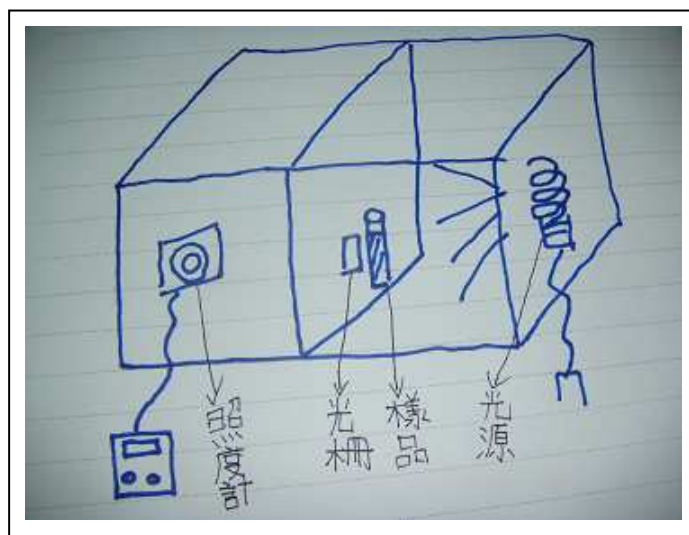


圖 4-2 『透光度』分析裝置設計草圖

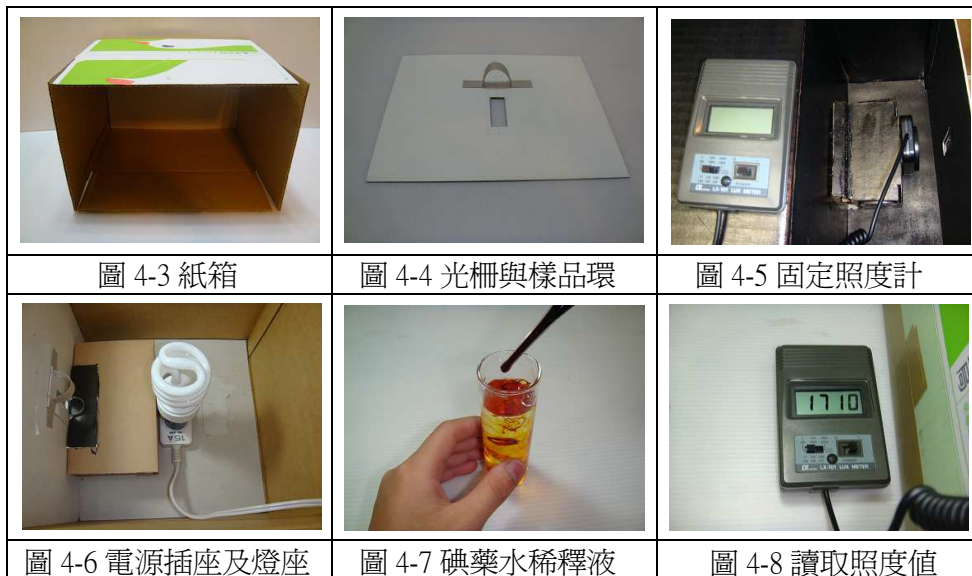


圖 4-3 紙箱

圖 4-4 光柵與樣品環

圖 4-5 固定照度計



圖 4-6 電源插座及燈座



圖 4-7 碘藥水稀釋液



圖 4-8 讀取照度值

### (三) 實驗紀錄

(表 1) 透光度分析裝置製測試紀錄-空樣品

分析裝置設計	光柵	光徑長度 (照度計+燈源)	測試 1	測試 2	測試 3	測試 4	測試 5	平均值
設計一	2x5cm <sup>2</sup>	25cm (5cm+20cm)	1418	1416	1416	1416	1417	1417
設計二	1x4cm <sup>2</sup>	25cm (5cm+20cm)	896	895	895	895	894	895
設計三	1x4cm <sup>2</sup>	17cm (3cm+14cm)	1710	1709	1709	1710	1710	1710

■ 照射前：經 5 次開關測試，照度平均值為 0 Lux  
 ■ 當光源打開時，透光度值會不穩定，我們測試結果須要 60 分鐘以後，透光度值才不會往下掉，因此我們所有的測試都從光源打開 60 分鐘後，才開始測量，實驗期間只有控制照度計的開關。

設計一：



圖 4-9 照度計原始位置



圖 4-10 調整後位置

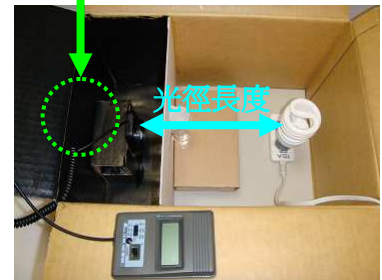


圖 4-11 光徑長度

(表 2) 透光度分析裝置製測試紀錄-光柵 2x5cm<sup>2</sup>、樣品瓶直徑 3cm、光徑長度 25cm

被測水溶液 / 透光度 (Lux)						
	自來水	碘藥水 (5 滴)	碘藥水 (10 滴)	碘藥水 (15 滴)	碘藥水 (20 滴)	碘藥水 (原液)
測試 1	1404	833	287	169	74	3
測試 2	1400	830	286	169	74	3
測試 3	1402	838	285	169	73	3
平均值	1402	834	286	169	74	3

1. 在相同濃度下，樣品瓶的直徑會影響色階或透光度，直徑大，顏色較深，直徑小，顏色較淡。但顏色太深，不容易分辨，因此我們將原先使用直徑為 3cm 的樣品瓶改成直徑為 2cm。
2. 由於直徑的不同，我們將原光柵為  $2 \times 5 \text{cm}^2$  的長方形，修改成光柵為  $1 \times 4 \text{cm}^2$  的長方形。



圖 4-12 不同直徑的色階

設計二：

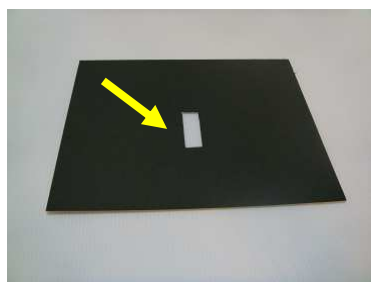








圖 4-13 光柵- $2 \times 5 \text{cm}^2$



圖 4-14 光柵- $1 \times 4 \text{cm}^2$

(表 3) 透光度分析裝置製測試紀錄-光柵  $1 \times 4 \text{cm}^2$ 、樣品瓶直徑 2cm、光徑長度 25cm

被測水溶液 / 透光度 (Lux)						
	自來水	碘藥水 (5 滴)	碘藥水 (10 滴)	碘藥水 (15 滴)	碘藥水 (20 滴)	碘藥水 (原液)
測試 1	704	446	185	132	63	1
測試 2	703	445	184	131	62	1
測試 3	704	445	185	131	62	1
平均值	704	445	185	131	62	1

1. 當光柵變小時，照度計接收的光也比較少，可以偵測的範圍也變得較窄。
2. 為了使偵測的範圍較寬廣，我們再次修改設計，縮短光徑長度（照度計+燈源）。

設計三：



圖 4-15 縮短照度計與光柵的距離









圖 4-16 縮短光源與光柵的距離





(表 4) 透光度分析裝置製測試紀錄-光柵 1x4cm<sup>2</sup>、樣品瓶直徑 2cm、光徑長度 17cm

被測水溶液 / 透光度 (Lux)						
	自來水	碘藥水 (5 滴)	碘藥水 (10 滴)	碘藥水 (15 滴)	碘藥水 (20 滴)	碘藥水 (原液)
測試 1	1760	1177	569	290	184	4
測試 2	1761	1178	568	290	184	4
測試 3	1760	1178	569	290	184	4
平均值	1760	1178	569	290	184	4

1. 照度計共分成三段 (0-1999、2000-19990、20000-50000 Lux)，當照度值超過 1999 Lux 時，必須用第二段，對於低照度值無法偵測，因此將照度值控制在第一段。
2. 當光徑長度低於 15cm (照度計+燈源=1cm+14cm) 時，空樣品的照度值會超過 2500 Lux，最後將光徑長度調整為 17cm (3cm+14cm)。

### [研究二]：認識碘藥水對環境因素的穩定性

#### 實驗二：碘藥水是否受光源強度的影響而變色？

##### (一) 實驗說明

利用不同光源的白光燈，了解碘藥水是否會因光源強度而變色。

##### (二) 實驗步驟

- 1 自製「光源強度裝置」，使用 3 個白光燈 (60W、120W、120W) 互相搭配出不同光源強度。
- 2 取 0.01% 碘液，以量筒分別量取 12ml 放入 6 支標示的樣品瓶 (直徑 2cm) 內。並將樣品瓶用鋁箔紙包起來，不要受到日光燈照射。
- 3 將樣品瓶放在暗室中，使用自製光源強度裝置，分別以不同光源的白光燈 (60W、120W、180W、240W 和 300W) 照射 10 分鐘。
- 4 將照射完的樣品瓶放入『透光度』分析裝置內測量並紀錄。



圖 4-17 放入樣品瓶









圖 4-18 鋁箔包裹密封



圖 4-19 暗室中照射

##### (三) 實驗紀錄

(表 5) 不同光源強度對碘藥水的測試紀錄

光源強度 (W) / 透光度 (Lux)						
	未照射	60W	120W	180W	240W	300W
測試 1	712	713	713	715	714	713
測試 2	713	714	712	715	713	713
測試 3	713	714	712	714	714	712
平均值	713	714	712	715	714	713

### 實驗三：碘藥水是否受溫度的影響而變色？

#### (一) 實驗說明

利用不同的溫度，了解碘藥水是否會因溫度高低而變色。

#### (二) 實驗步驟

- 1 將水加溫到不同溫度範圍（20-100℃），分別取 36ml 的熱水放入樣品瓶（直徑 3cm）內，溫度盡可能維持在每隔 10℃ 的範圍內（使用酒精燈加熱）。
- 2 取 0.1% 碘液，分別以量筒量取 4ml，加入不同溫度的樣品瓶內，均勻攪拌，再測量混合後的實際溫度（當溫度下降很多時，可使用水浴法加熱，維持溫度）。
- 3 將樣品瓶放入『透光度』分析裝置內測量並紀錄。



圖 4-20 酒精燈將水加熱











圖 4-21 加入碘液



圖 4-22 水浴法加熱

#### (三) 實驗紀錄

(表 6) 溫度對碘藥水測試紀錄

溫度 (℃) / 透光度 (Lux)								
測量範圍	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80	80~90	90~100
實際溫度	26	35	45	55	66	76	85	92
測試 1	207	210	616	961	1125	1200	1250	1361
測試 2	206	209	615	959	1125	1199	1249	1360
測試 3	206	208	615	958	1124	1200	1248	1359
平均值	206	209	615	959	1125	1200	1249	1360

\*由於直徑 2cm 的小樣品瓶容量太小，無法放入溫度計，因此實驗改採用直徑 3cm 的大樣品瓶。

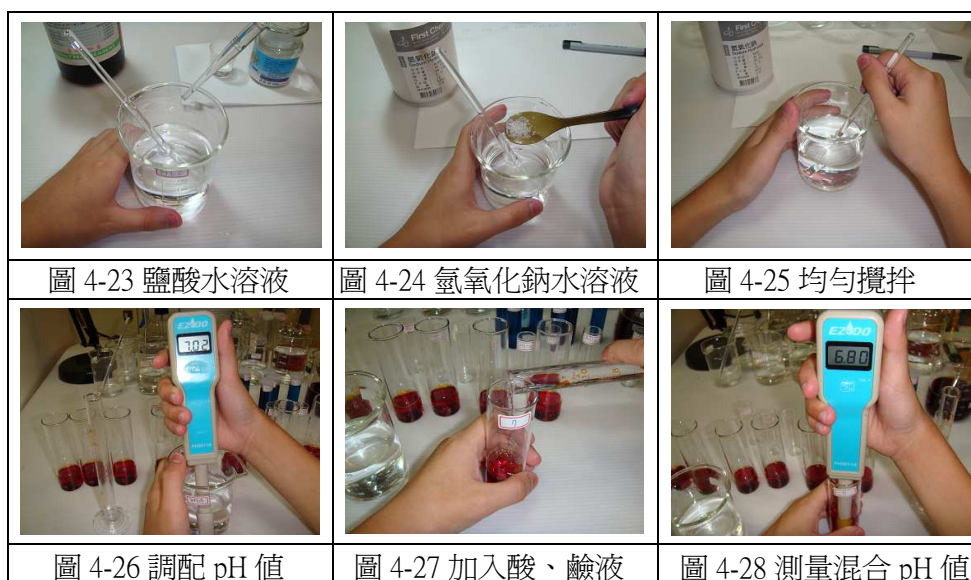
## 實驗四：碘藥水是否受酸、鹼性的影響而變色？

### (一) 實驗說明

利用不同強弱的酸、鹼性，了解碘藥水是否會因 pH 值的改變而變色。

### (二) 實驗步驟

- 1 製備酸性水溶液：以滴管吸取少量鹽酸慢慢加入 100ml 的水中，用玻棒攪拌後，使用「酸鹼測定筆」控制 pH 值，再以水稀釋，調配出 pH=0~7 的水溶液。
- 2 製備鹼性水溶液：以藥匙取少量氫氧化鈉慢慢加入 100ml 的水中，用玻棒攪拌後，使用「酸鹼測定筆」控制 pH 值，再以水稀釋，調配出 pH=8~14 的水溶液。
- 3 取 0.02% 碘液，分別以量筒量取 20ml 放入 15 個已標示的瓶內。
- 4 取步驟 1、2 中不同 pH 值的酸、鹼、中性水溶液各 20ml，分別倒入 15 個已標示的瓶內，測量混合後實際 pH 值。
- 5 將混合溶液分別取 12ml 放入待測樣品瓶（直徑 2cm）內，觀察並測量。



### (三) 實驗紀錄

(表 7) 碘藥水在不同 pH 值下測試紀錄

不同 pH 值 / 透光度 (Lux)	pH=0	pH=1	pH=2	pH=3	pH=4	pH=5	pH=6	pH=7	pH=8	pH=9	pH=10	pH=11	pH=12	pH=13
水溶液 pH 值	0.20	1.01	2.02	3.04	4.02	5.01	6.00	7.02	8.03	9.03	10.03	11.02	12.02	12.40
混合後 pH 值	0.58	1.32	2.36	3.43	4.60	5.93	6.29	6.80	7.29	7.60	8.51	9.59	11.61	12.19
測試 1	220	195	535	673	778	810	790	807	811	790	964	1353	1736	1737
測試 2	220	195	535	673	778	809	791	807	810	791	963	1352	1736	1738
測試 3	220	195	534	672	779	810	791	806	810	791	963	1353	1735	1738
平均值	220	195	535	673	778	810	791	807	810	791	963	1353	1736	1738
**先測試自來水 pH 值，約 7.51														

### [研究三]：觀察何種食物會使碘藥水呈色

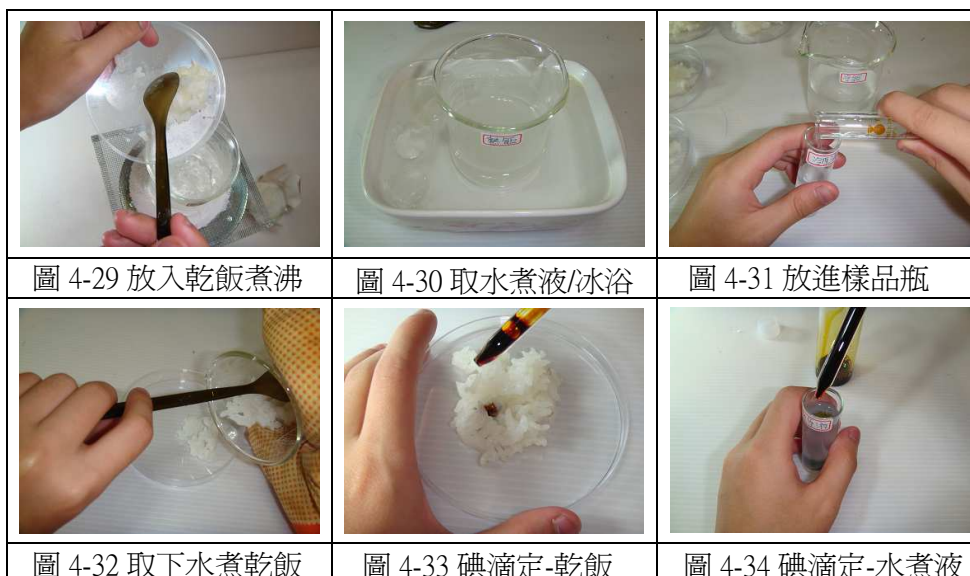
#### 實驗五：碘藥水濃度對食物產生顏色的影響？

##### (一) 實驗說明

到底多少濃度的碘藥水及滴定量，才能更容易觀察食物的顏色變化？因此，我們設計不同濃度的碘藥水，希望透過乾飯的浸泡液和水煮液的顏色變化，找出最適合的濃度及滴定量。





















##### (二) 實驗步驟

- 1 秤取乾飯約 7-8g 放於培養皿內。
- 2 另秤取約 7-8g 的乾飯放入燒杯，加入 100ml 的冷水，攪拌及浸泡約 5 分鐘，將浸泡液倒入另一燒杯內靜置，以量筒量取 12ml 水溶液放進樣品瓶（直徑 2cm）。
- 3 取 100ml 的熱水放進燒杯，先使用酒精燈加熱至沸騰，再秤取 7-8g 的乾飯放入燒杯，煮沸約 5 分鐘，停止加熱，將水煮液倒入另一燒杯內，冰浴冷卻，以量筒量取 12ml 水煮液放進樣品瓶。同時取下剩餘水煮的乾飯放入培養皿上。
- 4 配製碘液（原液、0.1%、0.01%、0.001%）。以滴管分別加入 5 滴，觀察顏色。



##### (三) 實驗紀錄

(表 8) 不同濃度的碘藥水對浸泡冷、熱水乾飯的顏色紀錄

碘藥水	乾飯	浸泡液	水煮乾飯	水煮液
				
原液	紫 (5)	棕 (5)	紫(5)	藍 (5)
				
0.1%	紫 (4)	藍 (3)	紫 (4)	藍 (4)
				
0.01%	紫 (1)	無 (0)	紫 (1)	無 (0)
				
0.001%	無 (0)	無 (0)	無 (0)	無 (0)
*色度強弱：(5) 非常深、(4) 深、(3) 正常、(2) 淡、(1) 非常淡、(0) 無色				

### 實驗六：生食物與水煮是否具有相同的顏色變化？

#### (一) 實驗說明







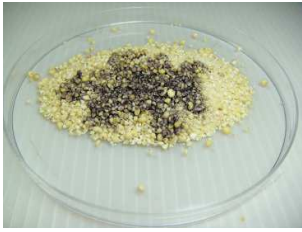






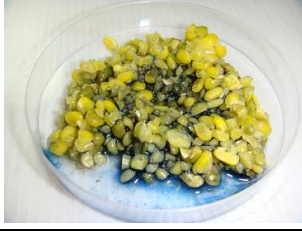






從實驗五發現 0.1% 碘液最適合觀察乾飯的顏色變化，因此我們進一步以相同濃度的碘液來觀察何種食物會使碘藥水變藍色，同時也比較生食與熟食有何不同。

#### (二) 實驗步驟

- 1 準備各種生食物（種子、葉菜、根、莖、蛋白質、肉、水果）約 7-8g 放於培養皿上。
- 2 同實驗五的步驟 2 和 3，取得待測樣品（生食物、生食浸泡液、水煮食物、水煮液）。再分別以滴管加入 0.1% 的碘液，一直滴到待測樣品產生顏色變化（食物約 10-15 滴，水溶液約 5-10 滴），停止滴定並紀錄顏色。











#### (三) 實驗紀錄

(表 9) 種子類食物對碘藥水的顏色變化

食物	生食物	浸泡液	水煮食物	水煮液
				
稻米	紫 (5)	綠 (3)	紫藍 (5)	藍 (3)
				
小米	紫 (4)	綠 (3)	紫紅 (5)	紫紅 (3)
				
綠豆	紫 (3)	棕 (1)	藍 (3)	藍綠 (5)
				
玉米	紫 (4)	綠 (3)	藍 (4)	藍 (4)

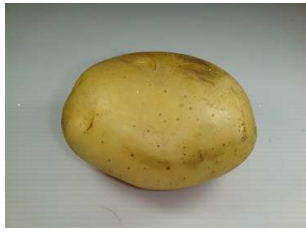
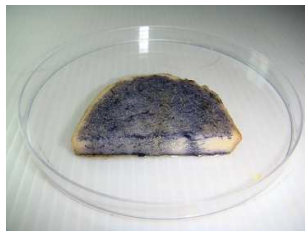



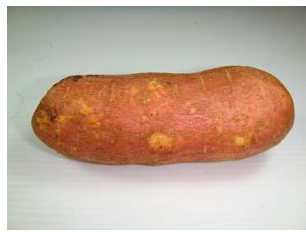














\*色度強弱：(5) 非常深、(4) 深、(3) 正常、(2) 淡、(1) 非常淡、(0) 無色

(表 10) 葉菜類食物對碘藥水的顏色變化

食物	生食物	浸泡液	水煮食物	水煮液
				
地瓜菜	棕 (3)	綠 (2)	棕 (3)	綠 (2)
				
高麗菜	棕 (3)	黃綠 (2)	藍 (2)	無 (0)


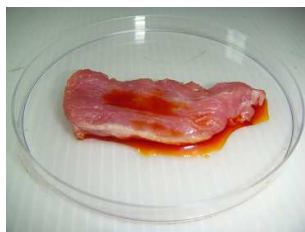




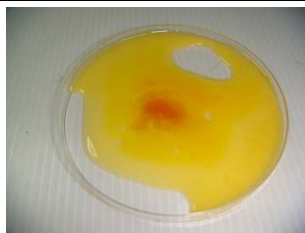



\*色度強弱：(5) 非常深、(4) 深、(3) 正常、(2) 淡、(1) 非常淡、(0) 無色

(表 11) 根、莖類食物對碘藥水的顏色變化

食物	生食物	浸泡液	水煮食物	水煮液
				
馬鈴薯	紫 (4)	綠 (2)	藍 (3)	藍 (3)
				
蕃薯	紫 (3)	棕 (2)	藍 (3)	藍 (3)
				
芋頭	紫 (3)	綠 (4)	藍 (4)	藍 (3)
				
蓮藕	棕 (3)	棕 (1)	藍 (2)	藍 (2)

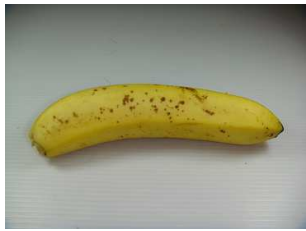
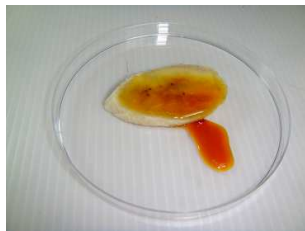

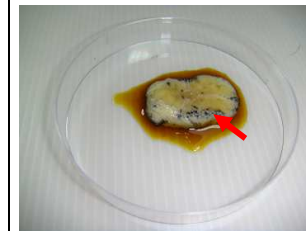





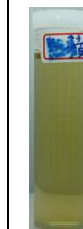










\*色度強弱：(5) 非常深、(4) 深、(3) 正常、(2) 淡、(1) 非常淡、(0) 無色

(表 12) 蛋白質、肉類食物對碘藥水的顏色變化

食物	生食物	浸泡液	水煮食物	水煮液
				
豬肉	棕 (3)	無 (0)	棕 (3)	無 (0)
				
雞蛋	棕 (3)	棕 (1)	棕 (3)	無 (0)

\*色度強弱：(5) 非常深、(4) 深、(3) 正常、(2) 淡、(1) 非常淡、(0) 無色

(表 13) 水果類食物對碘藥水的顏色變化

食物	生食物	浸泡液	水煮食物	水煮液
				
香蕉	棕 (3)	棕 (3)	藍 (4)	綠 (3)
				
蘋果	棕 (3)	棕 (3)	棕 (3)	黃綠(2)
				
水梨	棕 (3)	黃綠 (2)	棕 (3)	黃綠(2)
				
蕃石榴	棕 (3)	棕 (2)	棕 (2)	棕 (1)

\*色度強弱：(5) 非常深、(4) 深、(3) 正常、(2) 淡、(1) 非常淡、(0) 無色

### [研究四]：分析澱粉的種類及最佳的檢驗方法

#### 實驗七：直鏈澱粉和支鏈澱粉產生顏色的差異？

##### (一) 實驗說明

我們發現根、莖及種子類可以使碘藥水變藍色，這類食物大多含有豐富的澱粉顆粒，然而卻發現小米產生紫紅色，我們希望了解是否因澱粉的種類不同而造成？因此進一步以太白粉及糯米粉來觀察「碘 - 澱粉」水溶液的顏色變化。

##### (二) 實驗步驟

1. 取市售太白粉（馬鈴薯澱粉）、糯米粉（兩種不同品牌）及自己研磨糯米，放入培養皿中。
2. 滴入 10 滴的 0.1% 碘液，觀察並紀錄。





### (三) 實驗紀錄

(表 14) 比較直鏈澱粉與支鏈澱粉對碘液的顏色變化

澱粉種類	直鏈澱粉		支鏈澱粉	
商品-材料	A-太白粉	B-糯米粉	C-糯米粉	D-糯米研磨粉-自製
呈色				
	藍黑色 (深)	紫藍色 (深)	褐色 (深)	紫紅色 (深)

### 實驗八：檢驗方法對水煮澱粉產生顏色的影響？

#### (一) 實驗說明

雖然 0.1% 碘液可以觀察食物的顏色變化，但只能用幾滴，不容易定量，若想使用較多的碘液就必須降低碘液濃度。為了找出澱粉產生顏色變化最適當的檢驗方法，我們設計下面實驗。



圖 4-36 水研磨糯米粉

#### (二) 實驗步驟

##### 1 水煮前：

- (1) 製備 1%、0.1%、0.01%、0.001% 澱粉液。（糯米粉先以 5ml 冷水研磨）
- (2) 太白粉水溶液：使用 0.01% 和 0.001% 碘液，以 1:1 的比例混合（10ml 澱粉液 + 10ml 碘液），量取 12ml 混合液放入樣品瓶，觀察並測量。
- (3) 糯米粉水溶液：使用 0.01% 和 0.02% 碘液，以 1:1 的比例混合（10ml 澱粉液 + 10ml 碘液），量取 12ml 混合液放入樣品瓶，觀察並測量。



圖 4-37 秤取太白粉



圖 4-38 加冷水(水煮前)



圖 4-39 取 10ml 澱粉液



圖 4-40 加入 10ml 碘液



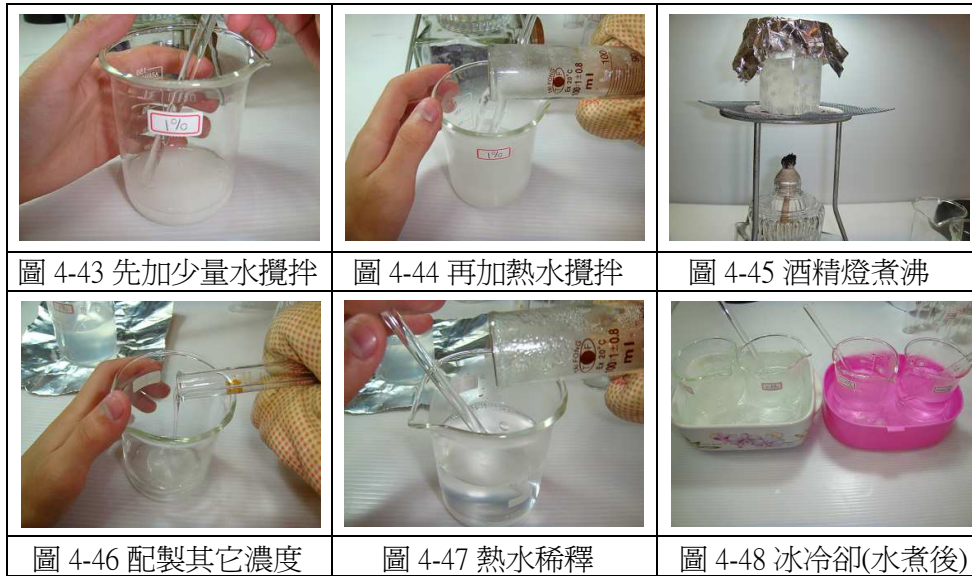
圖 4-41 取 12ml 混合液



圖 4-42 放入樣品瓶

##### 2. 水煮後：

- (1) 製備 1%、0.1%、0.01%、0.001% 水煮澱粉液。
- (2) 同步驟 1-(2) 和 1-(3) 的實驗，觀察並測量。



(三) 實驗紀錄

(表 15) 比較不同含量的直鏈澱粉與碘液的顏色變化測試紀錄

透光度 (Lux)		水煮前				水煮後			
	澱粉含量	1%	0.1%	0.01%	0.001%	1%	0.1%	0.01%	0.001%
太白粉 (馬鈴薯澱粉)	澱粉水溶液								
	顏色	白濁	微白濁	澄清	澄清	半透明	澄清	澄清	澄清
碘含量 0.01%	「碘-澱粉」水溶液								
	顏色	藍色	淡綠	黃綠	黃綠	深藍	深藍	綠色	淡綠
	測試 1	33	790	991	1052	2	3	441	1200
	測試 2	34	791	992	1052	2	3	442	1201
	測試 3	35	792	992	1053	2	3	442	1201
平均值	34	791	992	1052	2	3	442	1201	
碘含量 0.001%	「碘-澱粉」水溶液								
	顏色	白濁	微白濁	澄清	澄清	淡藍	澄清	澄清	澄清
	測試 1	531	1247	1663	1777	1362	1628	1738	1784
	測試 2	532	1248	1662	1776	1361	1627	1738	1785
	測試 3	533	1249	1662	1775	1362	1628	1738	1784
平均值	532	1248	1662	1776	1362	1628	1738	1784	

(表 16) 比較不同含量的支鏈澱粉與碘液的顏色變化測試紀錄

透光度 (Lux)		水煮前				水煮後			
澱粉含量		1%	0.1%	0.01%	0.001%	1%	0.1%	0.01%	0.001%
糯米粉	澱粉水溶液								
	顏色	白濁	微白濁	澄清	澄清	白濁	微白濁	澄清	澄清
碘含量 0.01%	「碘 - 澱粉」水溶液								
		紫紅	黃棕	黃棕	黃棕	紫紅	紅棕	黃棕	黃棕
	測試 1	56	486	1092	1090	33	281	1055	1018
	測試 2	57	487	1093	1090	36	282	1055	1018
	測試 3	57	488	1093	1090	37	282	1054	1019
平均值	57	487	1093	1090	35	282	1055	1018	
碘含量 0.02%	「碘 - 澱粉」水溶液								
		深紫紅	紅棕	棕	棕	深紫紅	深紅棕	棕	棕
	測試 1	8	223	526	634	6	139	523	659
	測試 2	8	224	527	635	6	139	524	659
	測試 3	8	224	527	635	6	140	524	660
平均值	8	224	527	635	6	139	524	659	

### [研究五]：探討影響「碘 - 澱粉」水溶液產生顏色變化的變因

#### 實驗九：溫度是否影響「碘 - 澱粉」水溶液的顏色？

##### (一) 實驗說明

從實驗三，我們發現碘藥水會在高溫下產生不穩定，但是「碘 - 澱粉」水溶液是否也會因溫度高低而變色呢？









##### (二) 實驗步驟

- 1 製備 0.1% 水煮太白粉澱粉液和 1% 水煮糯米粉澱粉液。
- 2 太白粉「碘 - 澱粉」水溶液：澱粉和碘液 8:2 混合比例配製。（160ml 的 0.1% 澱粉液加入 40ml 的 0.01% 碘液）
- 3 糯米粉「碘 - 澱粉」水溶液：澱粉和碘液 4:6 混合比例配製。（80ml 的 1% 澱粉液加入 120ml 的 0.02% 碘液）。









- 4 分別取 20ml 混合後的水溶液放入樣品瓶（直徑 3cm）內。再取 20ml 的冷、熱水加入樣品瓶內，測量混合後的實際溫度（當溫度下降很多時，可使用水浴法加熱，維持溫度）。並放入『透光度』分析裝置內測量。

### (三) 實驗紀錄

(表 17) 溫度對「碘 - 澱粉」水溶液測試紀錄：直鏈澱粉

溫度 (°C) / 透光度 (Lux) **採用背光攝影								
測量範圍	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80	80~90	90~100
實際溫度	26	35	45	55	65	74	82	91
測試 1	79	121	306	859	1762	2070	2080	2170
測試 2	78	121	306	858	1762	2070	2080	2170
測試 3	78	120	305	857	1762	2070	2080	2170
平均值	78	121	306	858	1762	2070	2080	2170

(表 18) 溫度對「碘 - 澱粉」水溶液測試紀錄：支鏈澱粉

溫度 (°C) / 透光度 (Lux) **採用背光攝影								
測量範圍	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80	80~90	90~100
實際溫度	26	35	44	54	65	74	85	92
測試 1	10	82	262	520	634	683	733	838
測試 2	10	83	263	520	633	684	733	838
測試 3	10	83	263	519	632	685	734	838
平均值	10	83	263	520	633	684	733	838

### 實驗十：酸、鹼性是否影響「碘 - 澱粉」水溶液的顏色？

#### (一) 實驗說明















從實驗四，我們發現碘藥水會在不同的酸、鹼性下產生不穩定，但是「碘 - 澱粉」水溶液是否也會因為酸鹼值的改變而變色呢？

#### (二) 實驗步驟















- 1 同實驗四的步驟 1 和 2，製備酸、鹼水溶液。
- 2 同實驗九的步驟 1 到 3 製備水煮澱粉液和「碘 - 澱粉」水溶液。
- 3 分別取 10ml 的「碘 - 澱粉」水溶液放入燒杯，再分別加入 10ml 不同的酸、鹼水溶液，測量混合後 pH 值。
- 4 取混合後的水溶液 12ml 放入樣品瓶（直徑 2cm），觀察並測量。

### (三) 實驗紀錄

(表 19) 「碘 - 澱粉」水溶液在不同 pH 值下測試紀錄：直鏈澱粉

不同 pH 值 / 透光度 (Lux)														
**採用背光攝影														
水溶液 pH 值	0.15	1.00	2.04	3.07	4.01	5.03	6.02	7.00	8.04	9.02	10.02	11.03	12.01	12.40
混合後 pH 值	0.46	1.29	2.35	3.41	4.40	5.48	6.13	6.88	7.19	7.41	8.99	10.21	11.59	12.19
測試 1	95	117	171	178	183	183	187	188	185	188	671	1585	1748	1750
測試 2	95	118	171	177	184	183	187	188	184	189	672	1584	1747	1749
測試 3	95	117	171	178	184	183	188	188	184	189	672	1583	1746	1738
平均值	95	117	171	178	184	183	187	188	184	189	672	1584	1747	1746

(表 20) 「碘 - 澱粉」水溶液在不同 pH 值下測試紀錄：支鏈澱粉

不同 pH 值 / 透光度 (Lux)														
**採用背光攝影														
顏色	紅棕	紅棕	紅棕	紅棕	紫紅	紫紅	紫紅	紫紅	紫紅	紫紅	紫紅	白濁	白濁	白濁
水溶液 pH 值	0.14	1.00	2.01	3.02	4.01	5.03	6.01	7.01	8.03	9.02	10.04	11.02	12.01	12.35
混合後 pH 值	0.85	1.40	2.38	3.40	4.70	5.59	6.05	6.63	7.01	7.32	8.49	10.03	11.46	12.03
測試 1	51	106	128	129	92	93	103	126	159	173	212	1005	1005	1005
測試 2	51	106	129	130	92	94	104	126	159	173	212	1004	1003	1005
測試 3	51	106	130	130	92	94	104	126	160	174	212	1003	1003	1005
平均值	51	106	129	130	92	94	104	126	159	173	212	1004	1004	1005

### 實驗十一：澱粉與碘液的比例對顏色的影響？

#### (一) 實驗說明

在實驗六的過程中，我們發現食物對碘藥水的顏色變化，除了有紫色與藍色外，有時也會產生綠色，我們懷疑是因為澱粉含量太少所造成。因此，有必要進一步探討澱粉液與碘液的比例是否會影響顏色的變化。

#### (二) 實驗步驟

- 1 太白粉水溶液：取 0.1% 水煮液從 10ml、9.5ml、9ml、8ml……1ml、0.5ml、0ml，分別加入 0.01% 碘液 0ml、0.5ml、1ml、2ml……9ml、9.5ml、10ml。混合後再加入 2ml 水。混合液放入樣品瓶（直徑 2cm），觀察並測量。
- 2 糯米粉水溶液：同步驟 1 但是取 1% 水煮液加入 0.02% 碘液。

#### (三) 實驗紀錄

(表 21) 「碘-澱粉」水溶液顏色測試紀錄：0.1%直鏈澱粉+0.01%碘液

碘與澱粉混合液 / 透光度 (Lux)  **採用背光攝影														
	顏色	無	淡藍	淺藍	藍	深藍	深藍	深藍	藍綠	深綠	綠	淺綠	黃綠	棕
	澱粉溶液 (ml)	10	9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0.5	0
	碘液 (ml)	0	0.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	9.5	10
	水 (ml)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	測試 1	1748	658	425	24	5	4	3	4	14	38	123	234	712
	測試 2	1749	658	425	24	5	4	3	4	14	38	123	234	712
	測試 3	1748	659	425	24	5	4	3	4	14	38	123	234	711
	平均值	1748	658	425	24	5	4	3	4	14	38	123	234	712

(表 22) 「碘-澱粉」水溶液顏色測試紀錄：1%支鏈澱粉+0.02%碘液

碘與澱粉混合液 / 透光度 (Lux)  **採用背光攝影														
	顏色	白濁	白濁	白濁	微紫紅	淡紫紅	淡紫紅	紫紅	深紫紅	深紅棕	深紅棕	紅棕	紅棕	棕
	澱粉溶液 (ml)	10	9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0.5	0
	碘液 (ml)	0	0.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	9.5	10
	水 (ml)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	測試 1	321	319	314	290	190	72	15	8	5	10	26	54	301
	測試 2	322	319	315	291	191	73	15	8	5	10	26	54	300
	測試 3	322	320	316	292	192	74	15	8	5	10	26	54	300
	平均值	322	319	315	291	191	73	15	8	5	10	26	54	300

## 實驗十二：為何會產生紫色的「碘-澱粉」水溶液？

### (一) 實驗說明

我們發現市售糯米粉有時所產生的顏色並非支鏈澱粉的紫紅色，而是紫色（或紫藍色），是否有些市售糯米粉混入了其他直鏈澱粉？我們也發現米經過水煮後也會有紫藍色。因此，是否可以使用不同比例的直鏈與支鏈澱粉水溶液混合的顏色變化來觀察直鏈與支鏈澱粉含量的高低。














### (二) 實驗步驟

- 1 分別製備水煮前、後 0.1%太白粉澱粉液和 1%糯米粉澱粉液。
- 2 取水煮前、後 1%糯米粉澱粉液 6ml、5.5ml、5ml……0.5ml、0ml，分別加入水煮前、後 0.1%太白粉澱粉液 0ml、0.5ml、1ml……5.5ml、6ml。混合後加入 6ml 的 0.02%碘液，再加入 12ml 的水。













3 取 12ml 混合後的「碘 - 澱粉」水溶液，放入樣品瓶（直徑 2cm），觀察並測量。

### (三) 實驗紀錄

(表 23) 直鏈及支鏈澱粉混合水溶液的顏色測試紀錄：水煮前

直、支鏈澱粉 混合液 / 透光度 (Lux)  **採用背光攝影														
	顏色	紅棕	紅棕	紅棕	紅棕	紅棕	紅棕	紅棕	黃棕	黃棕	黃棕	黃綠	黃綠	黃綠
	直鏈澱粉 (ml)	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6
	支鏈澱粉 (ml)	6	5.5	5	4.5	4	3.5	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0
	碘液 (ml)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	水 (ml)	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	測試 1	90	107	113	146	148	192	235	270	385	447	581	819	1170
	測試 2	90	107	113	146	148	192	235	271	386	448	582	820	1171
	測試 3	91	108	114	146	149	192	235	272	388	450	584	822	1172
	平均值	90	107	113	146	148	192	235	271	386	448	582	820	1171

(表 24) 直鏈及支鏈澱粉混合水溶液的顏色測試紀錄：水煮後

直、支鏈澱粉 混合液 / 透光度 (Lux)  **採用背光攝影														
	顏色	紫紅	紫紅	紫紅	紫	紫	深紫	紫藍	紫藍	藍	深藍	深藍	深藍	深藍
	直鏈澱粉 (ml)	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6
	支鏈澱粉 (ml)	6	5.5	5	4.5	4	3.5	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0
	碘液 (ml)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	水 (ml)	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	測試 1	109	82	76	56	47	26	43	45	35	20	19	18	18
	測試 2	109	83	76	56	47	26	43	45	35	20	19	18	18
	測試 3	110	84	76	57	47	26	43	45	35	20	19	18	18
	平均值	109	83	76	56	47	26	43	45	35	20	19	18	18

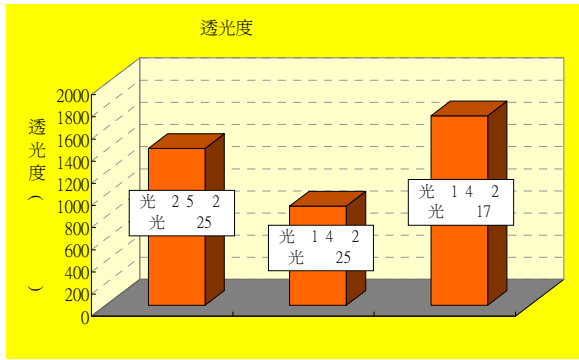
## 伍、研究結果

### 一、『透光度』分析裝置製做及測試

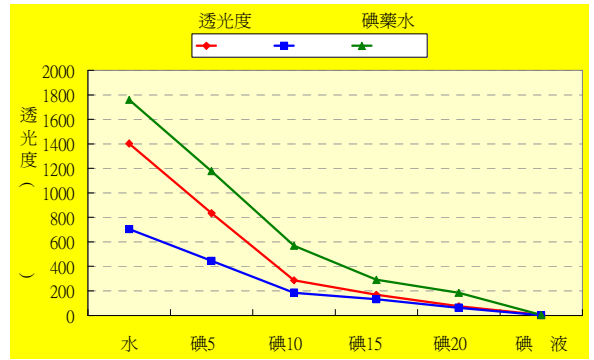
- (一) 歸零校正測試結果，照度值為 0 Lux。
- (二) 空樣品及碘藥水透光度測試結果，以設計三的裝置，光柵 1x4cm<sup>2</sup>、光徑長度（照度計+燈源）17cm、樣品瓶直徑 2cm 的照度值最佳。
- (三) 水溶液的顏色會隨著加入碘藥水愈多而顏色愈深。透光度也會隨顏色愈深而愈低。



圖 5-1 歸零校正



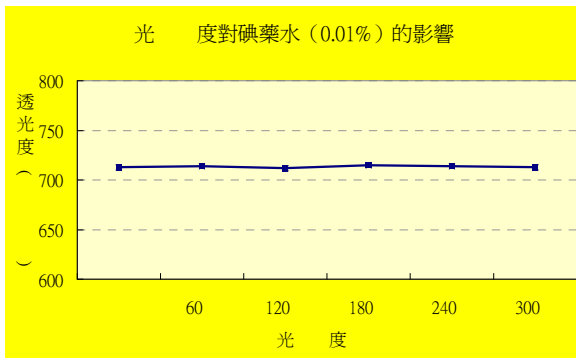
5 2 對 度的影響



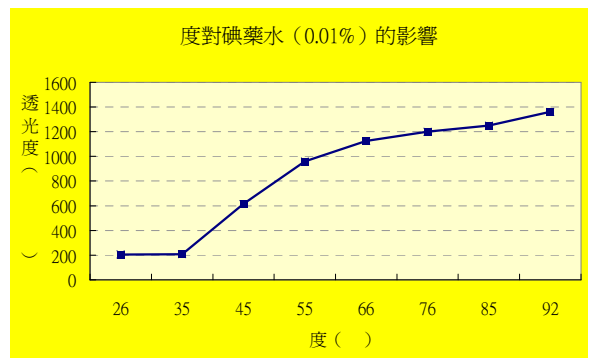
5 3 度的碘藥水對透光度的影響

碘藥水 度 光 度的影響  
度 碘藥水的透光度

碘藥水 度的影響  
碘藥水透光度 35 度的

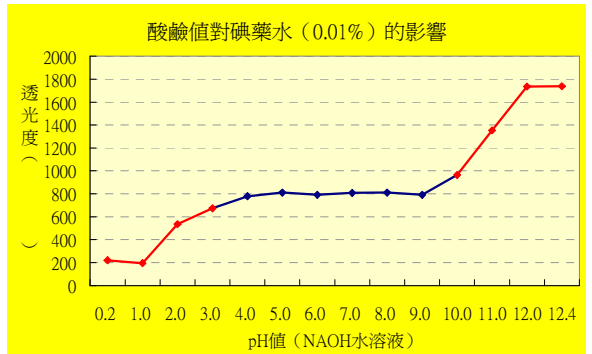


5 4 光 度對碘藥水透光度的影響



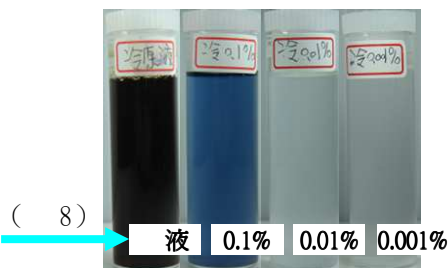
5 5 度對碘藥水透光度的影響

碘藥水 酸 鹼 的影響  
碘藥水 酸 鹼  
酸 碘藥水透光度  
pH 3  
pH 1  
鹼 碘藥水透光度  
pH 10  
12

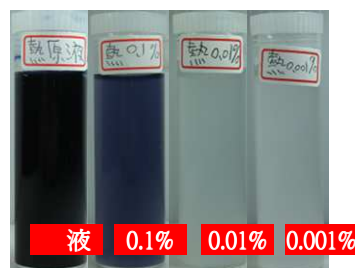


5 6 酸 鹼 對碘藥水透光度的影響

碘藥水 度對 的影響  
液 (1%) 碘液 的 液 水 液  
0.1% 碘液 的 液 水 液 的  
0.01% 0.001% 碘液 的 液 水 液的



( 8 )  
液 ( )



5 8 水 液 ( )



## 六、生食物與水煮是否具有相同的顏色變化

- (一) 生食物對碘液的顏色變化比較不明顯。
- 1 種子、根、莖類食物會使碘液產生紫色，但葉菜、蛋白質、肉、水果類就沒有顏色變化。
  - 2 所有浸泡液顏色變化不明顯（與棕色的碘液或食物的綠色、黃綠、無色相同）。
- (二) 水煮食物對碘液的顏色變化非常明顯。
- 1 種子、根、莖類食物會使碘液產生藍色，其中稻米和小米分別產生紫藍和紫紅色。然而葉菜、蛋白質、肉、水果類大多沒有顏色變化。但是我們很驚訝的發現香蕉及高麗菜有少量的藍色反應。
  - 2 種子、根、莖類水煮液會產生藍色，其中小米和綠豆分別產生紫紅和藍綠色。然而葉菜、蛋白質、肉、水果類就沒有顏色變化。

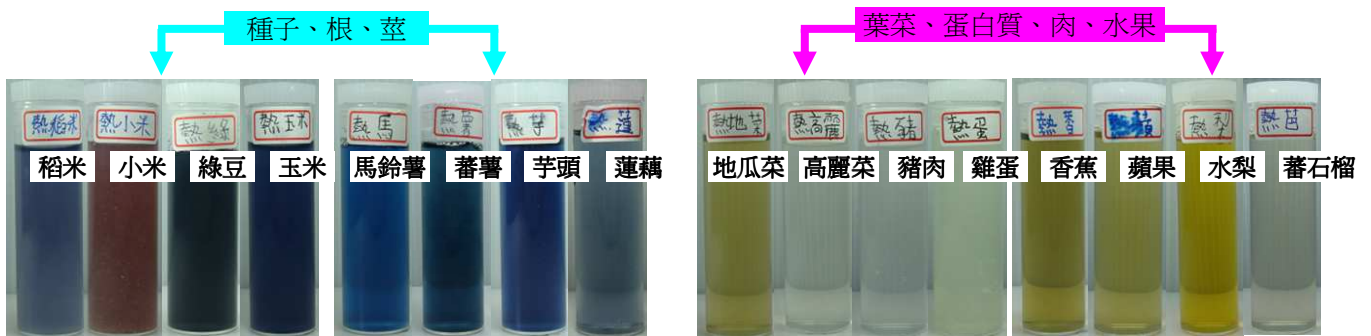


圖 5-9 比較各類食物水煮液的碘液顏色

## 七、直鏈澱粉和支鏈澱粉產生顏色的差異

- (一) 直鏈澱粉：太白粉會產生藍黑色。
- (二) 支鏈澱粉：糯米粉會因市面品牌不同有不一樣的顏色變化，商品 B 為紫藍色，商品 C 為褐色，商品 D 是純糯米研磨則產生紫紅色。

## 八、檢驗方法對水煮澱粉產生顏色的影響

- (一) 直鏈澱粉：
- 1 在水煮前為白色濁狀，會產生沉澱；水煮後為白色半透明糊狀，不會產生沉澱。
  - 2 在水煮前或後，0.001%碘液幾乎與澱粉液不會產生顏色。
  - 3 在 0.01%碘液時，水煮前只有在 1%澱粉液時才會明顯出現藍色；水煮後的澱粉液只要 0.1%就明顯出現深藍色。
- (二) 支鏈澱粉：
- 1 在水煮前為白色混濁狀，水煮後為白色糊狀；兩者靜置後都會產生沉澱。
  - 2 在 0.01%碘液時，水煮前只有在 1%澱粉液時才會明顯出現紫紅色；水煮後的澱粉液也只有 1%才出現紫紅色，而 0.1%為紅棕色，但是所產生的顏色都很淡。
  - 3 在 0.02%碘液時，不管是水煮前或後，都必須在 1%時才會明顯出現深紫紅色。

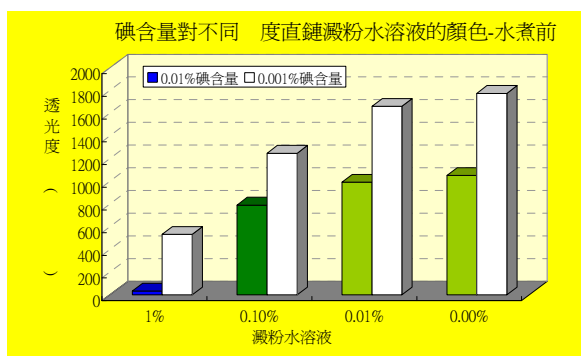


圖 5-10 碘含量對直鏈澱粉水溶液的顏色-水煮前

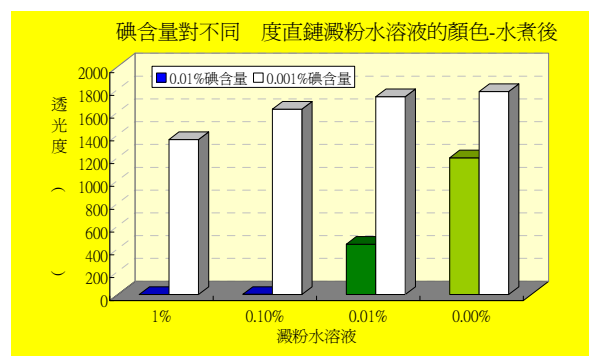


圖 5-11 碘含量對直鏈澱粉澱粉液的顏色-水煮後

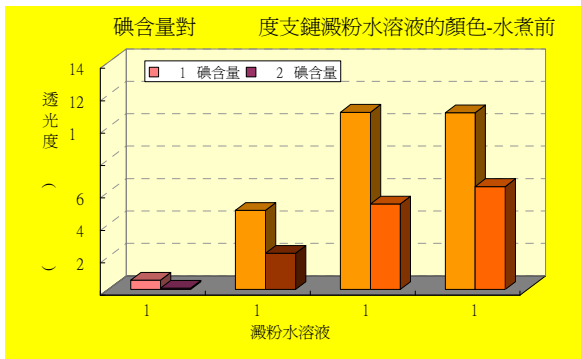


圖 5-12 碘含量對支鏈澱粉水溶液的顏色-水煮前

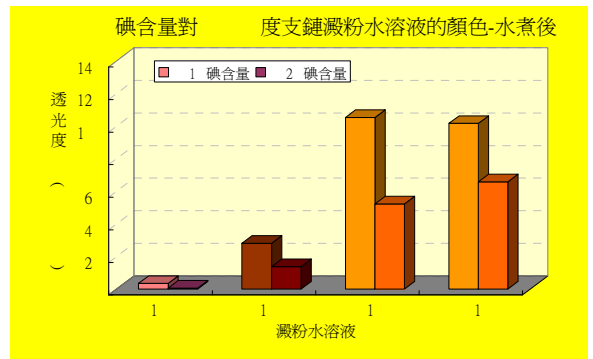


圖 5-13 碘含量對支鏈澱粉水溶液的顏色-水煮後

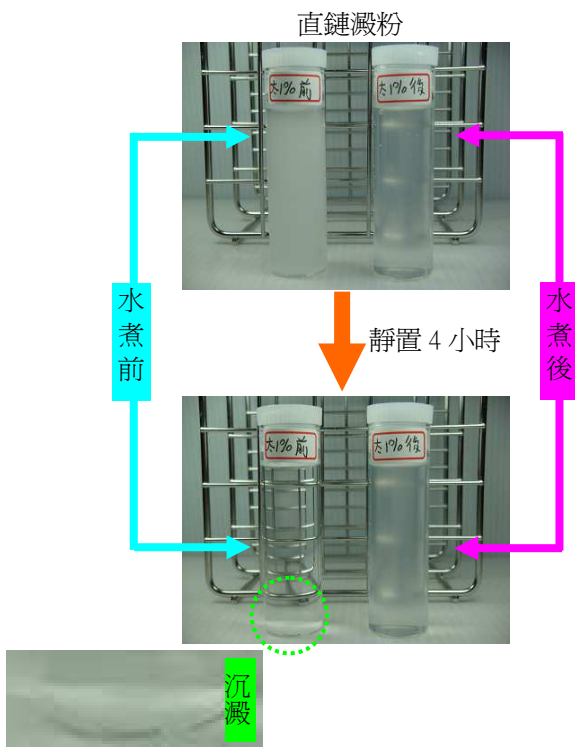
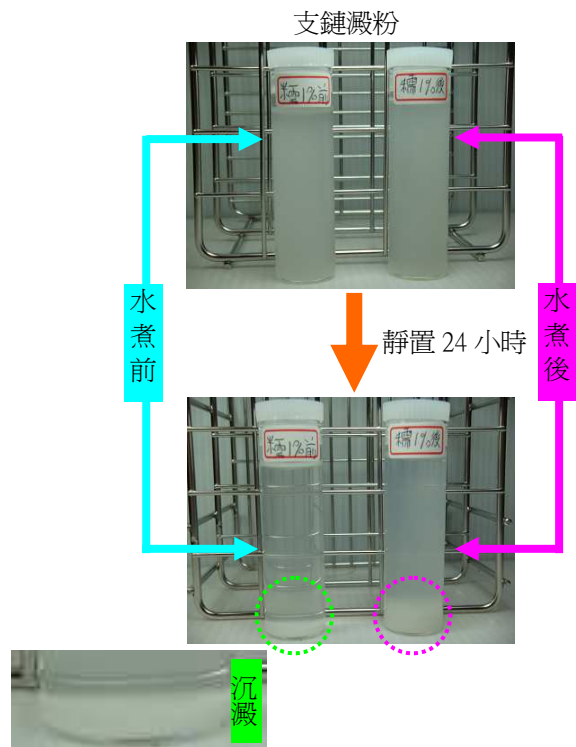


圖 5-14 澱粉水溶液靜置前後的比較



### 九、溫度是否影響「碘-澱粉」水溶液的顏色

是直鏈 支鏈澱粉 透光度 35 後 溫度的 顏色

直鏈澱粉 後 色 是支鏈澱粉 色

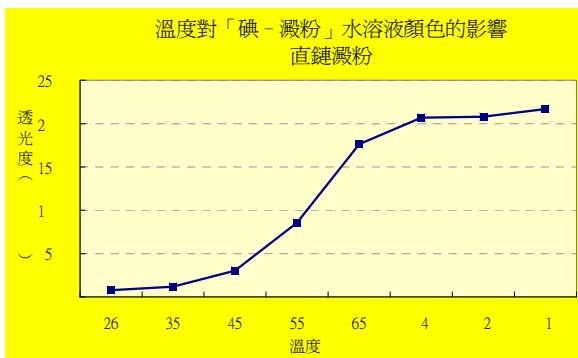


圖 5-15 溫度對直鏈澱粉透光度的影響

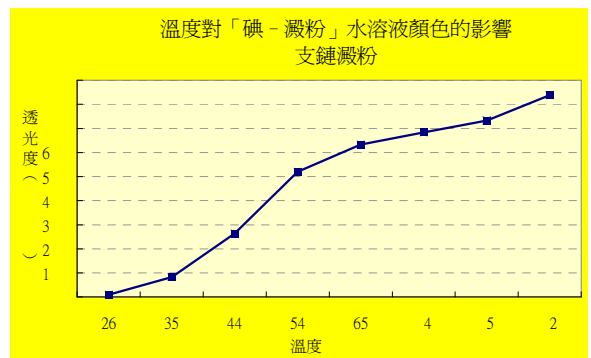


圖 5-16 溫度對支鏈澱粉透光度的影響

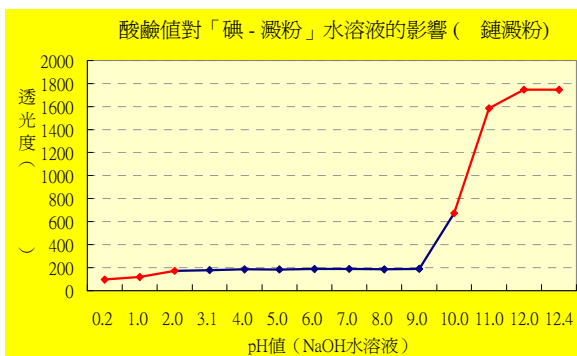
十、酸、鹼性是否影響「碘-澱粉」水溶液的顏色

(一) 鏈澱粉

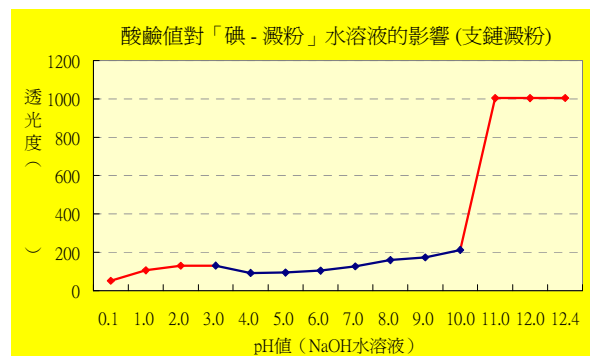
- 1 顏色 是 色
- 2 酸性 透光度 是 pH 2 顏色 pH
- 1 顏色
- 3 鹼性 透光度 pH 10 顏色 pH
- 11 顏色 色

( ) 支鏈澱粉

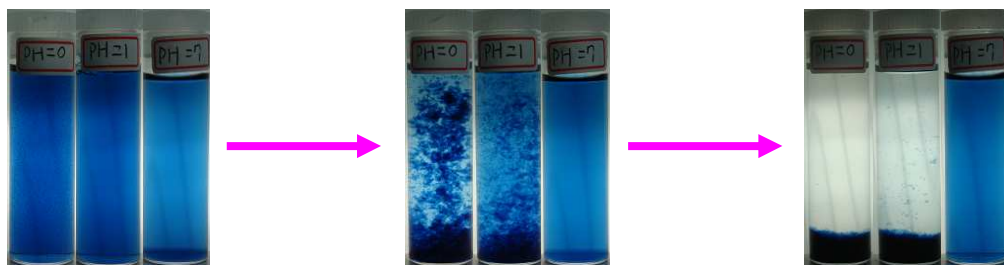
- 1 顏色 是 色 (pH 0 3) 色 (pH 4 10)
- 2 酸性 透光度 是 pH 2 顏色 pH
- 1 顏色
- 3 鹼性 透光度 pH 顏色 pH 11 顏色 色



5-17 酸、鹼性對 鏈澱粉透光度的影響



5-18 酸、鹼性對支鏈澱粉透光度的影響



5-19 鏈澱粉 酸 (pH 0 1) 澱

十一、澱粉與碘液的比例對顏色的影響

(一) 鏈澱粉

- 1. 碘液 「碘-澱粉」水溶液的顏色 色 色 色
- 2. 碘液 「碘-澱粉」水溶液的透光度 碘 水與澱粉
- 水溶液的比例 5 5 透光度

( ) 支鏈澱粉

- 1. 碘液 「碘-澱粉」水溶液的顏色 色
- 2. 碘液 「碘-澱粉」水溶液的透光度 碘 水與澱粉
- 水溶液的比例 7 3 透光度 顏色 色 色

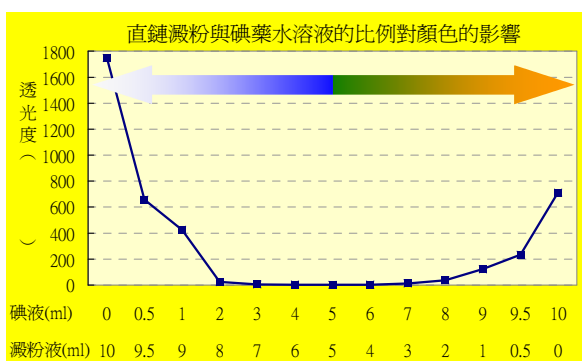


圖 5-20 直鏈澱粉與碘液的比例對透光度的影響

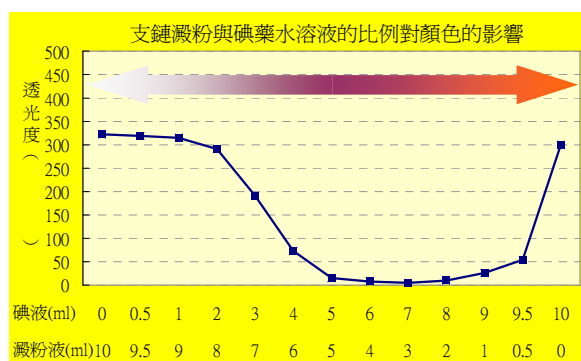


圖 5-21 支鏈澱粉與碘液的比例對透光度的影響

## 十二、為何會產生紫色的「碘-澱粉」水溶液

### (三) 水煮前：

1. 當支鏈澱粉量減少而直鏈澱粉增加，「碘-澱粉」水溶液的顏色會由紅棕→黃棕→黃綠。水溶液的透光度也會隨著支鏈澱粉遞減而上升。

### (四) 水煮後：

1. 當支鏈澱粉量減少而直鏈澱粉增加，「碘-澱粉」水溶液的顏色會由紫紅→紫色→紫藍→藍色→深藍。
2. 水溶液的透光度在比例為 3：3 時也會明顯產生一個波峰。3：3 以前顏色偏紫到紅色；而 3：3 以後顏色偏紫到藍色。當直鏈與支鏈比例為 4：2 時，顏色為藍色，此時在澱粉中的直鏈澱粉含量至少 16.7%。

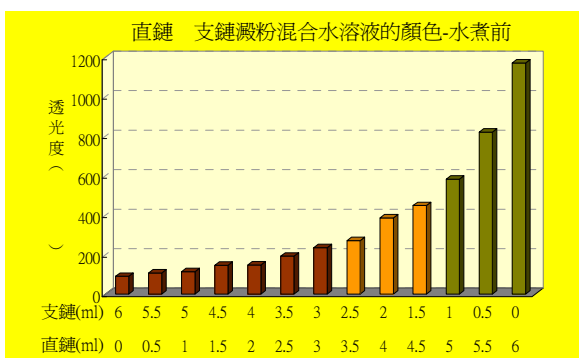


圖 5-22 直、支鏈澱粉混合水溶液的顏色-水煮前

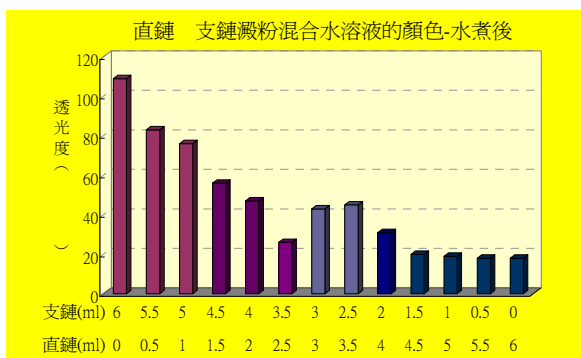


圖 5-23 直、支鏈澱粉混合水溶液的顏色-水煮後

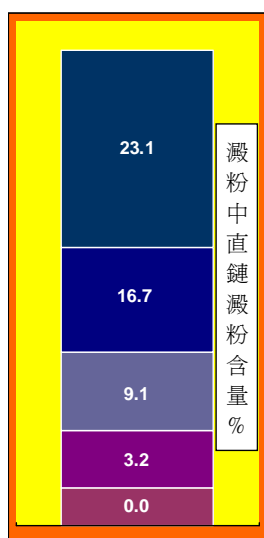


圖 5-24 直鏈澱粉含量與顏色的關係

(表 5-1) 直鏈澱粉含量的高低對碘液顏色變化的影響-水煮後

直鏈 (ml)	支鏈 (ml)	顏色	直(0.1%): 支(1.0%)	直(0.1%): 支(0.1%)	直%	支%
0	6	紫紅	--	--	0%	100%
0.5	5.5	紫紅	1 : 11	1 : 110	0.9%	99.1%
1	5	紫紅	2 : 10	2 : 100	2.0%	98.0%
1.5	4.5	紫	3 : 9	3 : 90	3.2%	96.8%
2	4	紫	4 : 8	4 : 80	4.8%	95.2%
2.5	3.5	深紫	5 : 7	5 : 70	6.7%	93.3%
3	3	紫藍	6 : 6	6 : 60	9.1%	90.9%
3.5	2.5	紫藍	7 : 5	7 : 50	12.3%	87.7%
4	2	藍	8 : 4	8 : 40	16.7%	83.3%
4.5	1.5	深藍	9 : 3	9 : 30	23.1%	76.9%
5	1	深藍	10 : 2	10 : 20	33.3%	66.7%
5.5	0.5	深藍	11 : 1	11 : 10	52.4%	47.6%
6	0	深藍	--	--	100%	0%

## 陸、討論

### 一、學習自製簡易型『透光度』分析裝置

- (一) 製作時，光徑長度（照度計與光源的距離）不宜太遠，否則透光度會偏低，不容易分辨。
- (二) 當光源打開時，透光度值會不穩定，透光度值會往下掉，因此測試時必須打開光源一段時間後（約 60 分鐘），才開始測量。
- (三) 樣品瓶的直徑會影響顏色的深淺，在相同濃度下，直徑大，顏色較深，直徑小，顏色較淡。但顏色太深，不容易分辨。因此，選擇直徑小的樣品瓶較佳。

### 二、認識碘藥水對環境因素的穩定性

- (一) 碘藥水在光照下穩定性高，顏色有太大變化。
- (二) 溫度對碘藥水影響較大，當溫度大  $^{\circ}\text{C}$  上，顏色會 棕色變成黃綠色，這是碘藥水的化學物 碘，到高溫 變成，我們在樣品瓶上 淡 色。
- (三) 碘藥水 然在 （小 2）顏色會較深，但是在 性下 是較穩定。在 性下 變化較大，當 大 10 時顏色會變淡，其在 時顏色會 原成透 色。

**我們的觀察：**

- 在水溫沸騰下，馬上加入碘藥水時，水溶液會變成黃綠色又有一點偏暗，這和我們在  $92^{\circ}\text{C}$  高溫下觀察到的淡黃棕色是不一樣。
- 冷卻後，除了原先高溫在  $92^{\circ}\text{C}$  下仍然是黃棕色，其餘又會恢復到棕色。

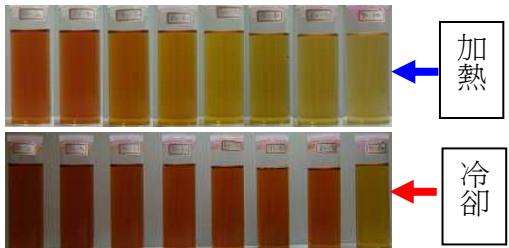
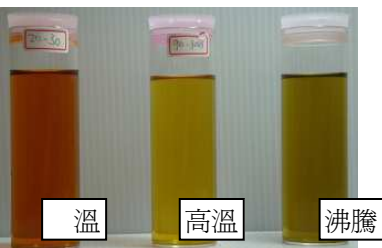


圖 6-1 碘藥水顏色在高溫與沸騰的不同

圖 6-2 碘藥水加熱與冷卻的比較

### 三、觀察何種食物會使碘藥水產生顏色變化

- (一) 碘液濃度的高低，會影響食物的顏色，太高會使 顏色變深 偏 色，不容易 太低會使 顏色 淡，顏色不 。 我們 須 加入 的碘液，  
01 碘液較 。
- (二) 有 碘液加在水 液，才會 色， 碘液直 加在生食物上，不 會 色， 澱粉 會與碘液 產生 色的物 是溶 水 液，這 是 生食物 的澱粉 水 後大量的 ，溶 水 。
- (三) 種食物水 液，除了種 、 、 類會產生 色，其 和 小 分 產生 和 色，因此 論 有不同成 的澱粉。

### 四、分析澱粉的種類及最佳的檢驗方法

- (一) 由於太白粉水溶液未經水煮，大部份的直鏈澱粉還是不溶於水中，所以碘液滴定後會產生沉澱。
- (二) 太白粉水溶液經水煮後，可以使直鏈澱粉溶於水中，所以我們只要取濃度 0.1%的太白粉水溶液與 0.01%碘液來滴定即可。
- (三) 市售糯米粉因品牌不同，成分也不一樣，爲了不影響實驗結果，我們決定自己研磨純糯米。
- (四) 糯米粉水溶液不管有沒有水煮過，都不可以使支鏈澱粉溶於水中，因此我們採用濃度較高的 1%糯米粉水溶液來實驗。另一方面，若使用 0.01%碘液來滴定，產生的紫紅色很快就褪色，所以爲了能夠觀察顏色，我們將碘液濃度提高到 0.02%來滴定。

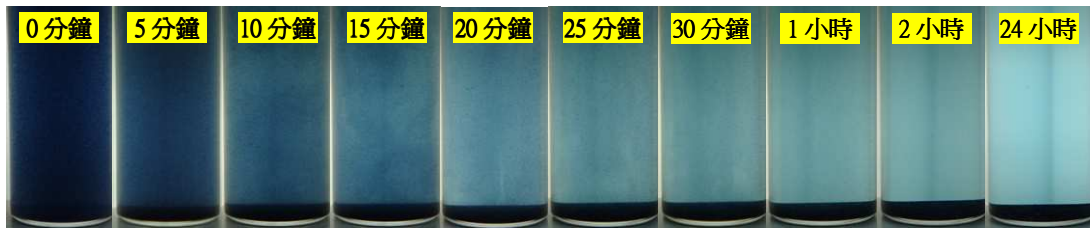


圖 5-9 水煮前「碘 - 澱粉」水溶液靜置前後-直鏈澱粉

## 五、探討影響「碘 - 澱粉」水溶液產生顏色變化的變因

- (一) 我們發現直鏈的「碘 - 澱粉」水溶液呈現藍色比支鏈的紫紅色穩定，這可能是直鏈澱粉溶於水中而支鏈澱粉不溶於水中。由於支鏈不溶於水，當加入碘液時會慢慢沉澱，以至於造成顏色變淡。
- (二) 使用不同比例的直鏈與支鏈澱粉水溶液混合的顏色變化，由於顏色明顯變化很大，確實可以用來觀察直鏈與支鏈澱粉含量的高低。我們雖然沒有用很精密的儀器來測量，但是透過我們的『透光度』分析裝置及背光攝影仍然可以清楚地分辨顏色變化。

## 柒、結論

- 一、使用『透光度』分析裝置製，可以更準確的測量碘液和「碘 - 澱粉」水溶液的顏色變化，而不是用眼睛來判斷。
- 二、碘和「碘 - 澱粉」水溶液的穩定性不好，雖然受到光的影響比較低，但是在高溫（大於 35°C）、強酸（pH 小於 1）或強鹼（pH 大於 11）下，會被破壞而產生變色。
- 三、種子、根、莖類的食物含有大量的澱粉，會使碘液產生顏色變化（生食物爲紫色，水煮食物爲藍色），而葉菜、蛋白質、肉及水果類就不改變顏色。
- 四、澱粉經過水煮後才會使直鏈澱粉大量釋放出來，溶於水煮液中，而使碘液產生藍色。其中小米的水煮液會使碘液產生紫紅色，而且不溶於水，所以小米主要含支鏈澱粉，與糯米一樣。
- 五、使用不同比例的澱粉和碘液，會影響「碘 - 澱粉」水溶液的顏色變化。
- 六、直鏈澱粉的水溶液呈現藍色，當碘液含量較高時，水溶液由藍色變綠色。
- 七、支鏈澱粉的水溶液呈現紫紅色，當碘液含量較高時，水溶液由紫紅變紅棕色。
- 八、觀察顏色時以 0.1%-0.01%碘液比較容易，若使用 1%碘液，顏色會非常深，接近黑色，不容易觀察。
- 九、在碘液用量低的情況下，以 0.1%碘液比較適合。然而碘液用量高時，直鏈澱粉就必須採用 0.01%碘液；支鏈澱粉採用 0.02%碘液，否則顏色會非常快就褪色。

十、直、支鏈澱粉在不同比例的混合下，會產生紫色偏紅或藍色，所以利用這種「比色法」，可以觀察直鏈和支鏈澱粉含量的高低。當顏色出現藍色時（透光度 35Lux），在澱粉中的直鏈澱粉含量至少 16.7%；當顏色出現深藍色時（透光度 20Lux），直鏈澱粉含量至少有 23.1%。

## 捌、參考資料及其他

### 一、中文部分

- (一) 王暉律、郭主歆、邱耀慶（2007）。解開澱粉－碘的藍色密碼。**中華民國第 47 屆中小學科學展覽作品**，國中組。
- (二) 林憶心、廖常、陳怡君、賴慧如（2002）。舞台上的光與葉：研究光合作用產物及碘液呈色的改良方法。**中華民國第 42 屆中小學科學展覽作品**，國中組。
- (三) 柯孫謙、李家瑋、陳均豪、劉柏岑、黃暘喻、李承芳（2007）。驚光失色：維他命 B2 的變色密碼與紫外線量測。**中華民國第 47 屆中小學科學展覽作品**，國小組。
- (四) 柯雨彤、侯承睿、吳嘉毓、劉人鳳（2008）。染出一片光明：染料敏化太陽能電池特性探討。**中華民國第 48 屆中小學科學展覽作品**，國小組。
- (五) 洪梅珠、盧訓（1997）。糯米粉及樹薯粉純度檢驗之研究。**台中區農業改良場研究彙報**，56，11-21。

### 二、網路資源

- (一) 梁弘人。食品化學-碳水化合物(2)。**元培科技大學食品科學系**。2009 年 10 月 9 日，取自：<http://hk.geocities.com/chtng12160305/food/carbohydrates2starch.ppt>。
- (二) 盧戈氏碘液、澱粉、直鏈澱粉、支鏈澱粉、pH 值。**維基百科網**。2009 年 10 月 9 日，取自：<http://zh.wikipedia.org>。
- (三) 糯米與一般米的成份有何不同。**行政院農業委員會台中區農業改良場網**。2009 年 10 月 9 日，取自：<http://tdares.coa.gov.tw/view.php?catid=4591>。