

# 中華民國第 56 屆中小學科學展覽會 作品說明書

---

國小組 化學科

第三名

080215

強「酶」來襲，「菜頭」無敵

學校名稱：彰化縣鹿港鎮文開國民小學

作者：  小四 吳秀萱 小四 林宣均 小四 許芮綺 小四 黃韋翔 小四 黃新恩 小四 施芃妤	指導老師：  謝淑鳳 施淑娟
---	-------------------------

關鍵詞：白蘿蔔、澱粉酶、透光度

## 摘要

白蘿蔔又稱「菜頭」，不但是營養的蔬菜，還含有天然澱粉酶，能促進澱粉消化。為了證明白蘿蔔能促進澱粉消化，我們設計以碘澱粉比色法和自製透光度儀器來進行檢測，實驗證明：(1)白蘿蔔澱粉酶的活性最強，最能幫助消化，其中又以白蘿蔔肉澱粉酶活性最強，皮的活性也不錯，所以吃白蘿蔔時可以不必削皮直接磨成泥吃。(2)市售的蘿蔔種類中，以白蘿蔔的澱粉酶活性最強。(3)白蘿蔔澱粉酶在溫度 50~60 度，酸鹼值 pH5.5 之下活性最強，而且添加醋更可增強澱粉酶活性。(4)白蘿蔔和抗性澱粉(好的澱粉)反應形成寡糖，其中以隔夜飯含抗性澱粉多。(5)最後，我們將白蘿蔔泥和隔夜飯反應，製造出健康又能讓好菌生長的「菜頭健康糖」。

## 壹、研究動機

這學期我們班上同學過重及超重的人數加起來超過一半了，護士阿姨說班上必須要實行減重計畫了，我也是其中一個。某天中午我吃了三碗飯，導致消化不良，護士阿姨說學校的生態園有消化法寶---「白蘿蔔」，磨成泥來吃可以幫助消化，老師就帶著我們去生態園尋寶。吃完白蘿蔔泥後，果然全身舒暢，於是我們開始對法寶---「白蘿蔔」產生好奇，為什麼他能幫助消化？

我們找了資料發現，白蘿蔔就像刀子一樣可以把飯的澱粉切斷，讓我們的身體好消化，而且我們還發現白蘿蔔泥可以幫助減重。到底白蘿蔔是怎麼切斷澱粉的？用什麼方法可以證明他有這種能力呢？記得我借的書---《廚房裡的小科學家 1》裡面的實驗 32 就是說明可以利用優碘顏色變化來證明澱粉存在與否，我們想到可以用這個方法來檢驗。另外，我們又想到四上自然課「奇妙的光」單元時，有一個實驗是用雷射光去照射不同的液體，並觀察雷射光行進的路線。我們在想除了優碘之外，可不可以用雷射光透光的程度來驗證白蘿蔔切斷澱粉的能力？這使我們決定對「白蘿蔔」的消化澱粉能力，徹底研究一番。

## 貳、研究目的及問題

為了深入了解白蘿蔔，於是我們針對白蘿蔔的資料以及特性進行研究，探討白蘿蔔的澱粉酶在不同條件下與澱粉作用的關係，以及可不可以用白蘿蔔泥製造出寡糖，所以我們定了以下三點的研究目的：

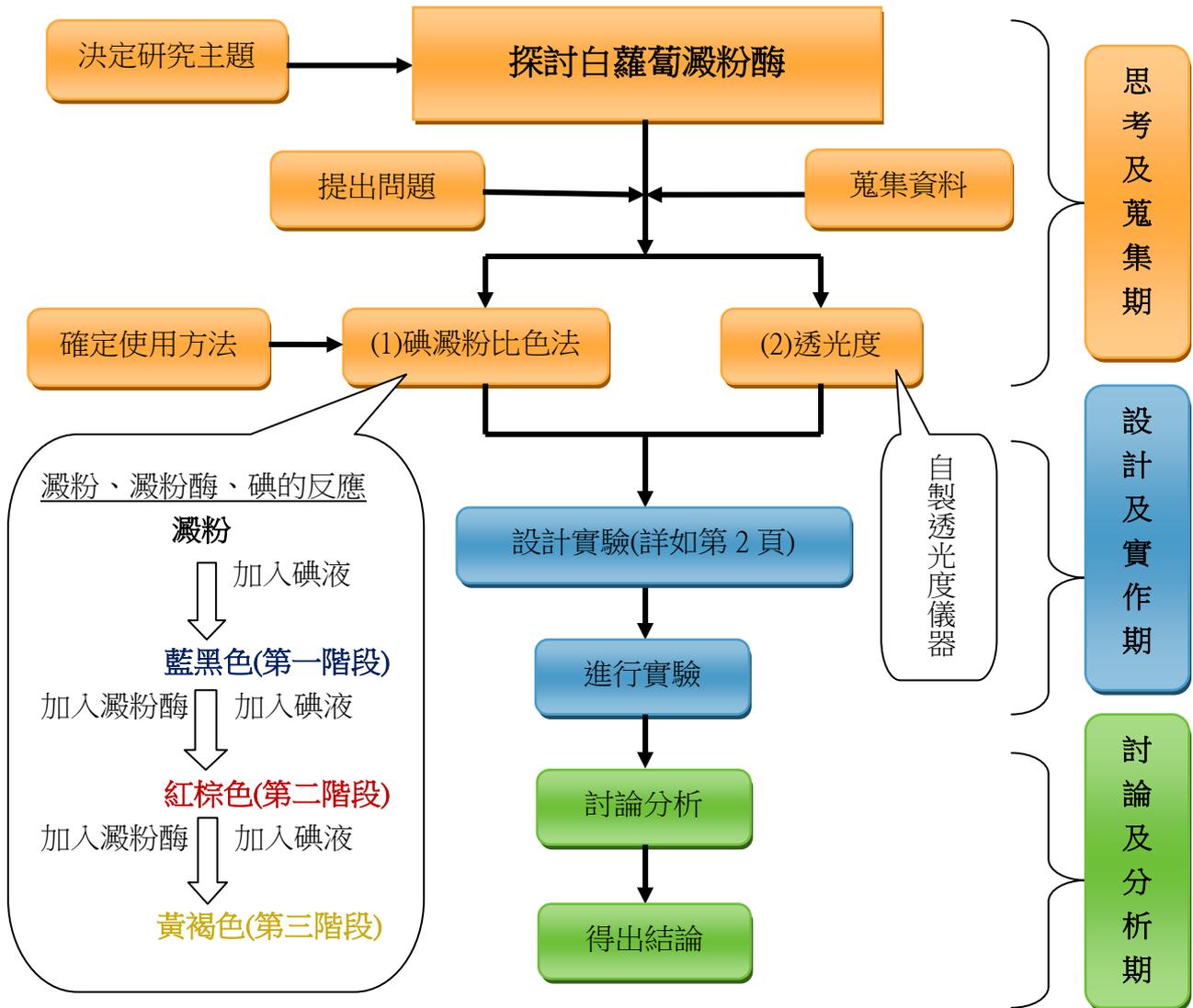
1. 探討幫助消化蔬果與澱粉的關係，找出幫助消化蔬果中澱粉酶活性最強的。
2. 找出影響白蘿蔔澱粉酶的原因，並驗證白蘿蔔澱粉酶與不同澱粉的反應。
3. 研究以白蘿蔔泥和隔夜飯製造出寡糖的可能性。

根據以上研究目的，我們提出要探討的問題及進行的實驗名稱，整理如下：

提出要探討的問題	解決問題的實驗名稱
問題 1：什麼方法可以測定消化蔬果含有澱粉酶？	實驗 1：用優碘來測定，消化蔬果是否真的含有澱粉酶？
問題 2：消化蔬果中澱粉酶活性如何測定？	實驗 2：用自製透光度儀器來測定，哪一種消化蔬果所含的澱粉酶活性最強？
問題 3：不同種類的蘿蔔所含的澱粉酶活性是否不同？	實驗 3：什麼種類的蘿蔔，所含的澱粉酶活性最強？
問題 4：白蘿蔔的不同部位所含的澱粉酶活性是否不同？	實驗 4：白蘿蔔的什麼部位具有活性強的澱粉酶？
問題 5：溫度會不會影響白蘿蔔澱粉酶活性？	實驗 5：相同酸鹼度下，不同溫度對白蘿蔔澱粉酶活性的影響？
問題 6：酸鹼度會不會影響白蘿蔔澱粉酶活性？	實驗 6：相同溫度下，不同酸鹼度對白蘿蔔澱粉酶活性的影響？
問題 7：什麼添加物會影響白蘿蔔澱粉酶活性？	實驗 7：同溫度、同酸鹼度下，不同添加物對白蘿蔔澱粉酶活性的影響？
問題 8：在相同條件下白蘿蔔和不同澱粉的反應如何？	實驗 8：同溫度、同酸鹼度下，不同澱粉與白蘿蔔澱粉酶的反應？
問題 9：白蘿蔔和隔夜飯反應製作成寡糖是否可以？	實驗 9：在 50 度，弱酸性條件下，使用白蘿蔔泥和隔夜飯自製菜頭健康糖？

## 參、研究架構

一、研究流程圖：我們將本研究分為三個期程，分別為思考及蒐集期、設計及實作期、討論及分析期

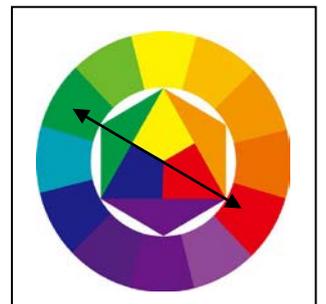


二、使用方法說明：我們將本研究所使用的方法特別做說明

(一) 碘澱粉比色法：澱粉、澱粉酶、碘的反應

(二) 透光度原理：當澱粉酶越強澱粉被分解越多，光線透過去越多，所以透光度值高。所以我們自製透光度儀器來進行澱粉酶活性檢測。

(三) 紅色雷射光：右圖為 12 色相環，而我們選擇使用紅色雷射光，是因為我們的澱粉酶澄清液多為白色、綠色、淺橘，所以我們才會使用綠色的對比色：紅色雷射光。



## 肆、研究設備與器材

### 一、材料：

#### (一) 七種幫助消化蔬果：



#### (二) 三種不同種類的蘿蔔、蘿蔔葉、六種添加物：

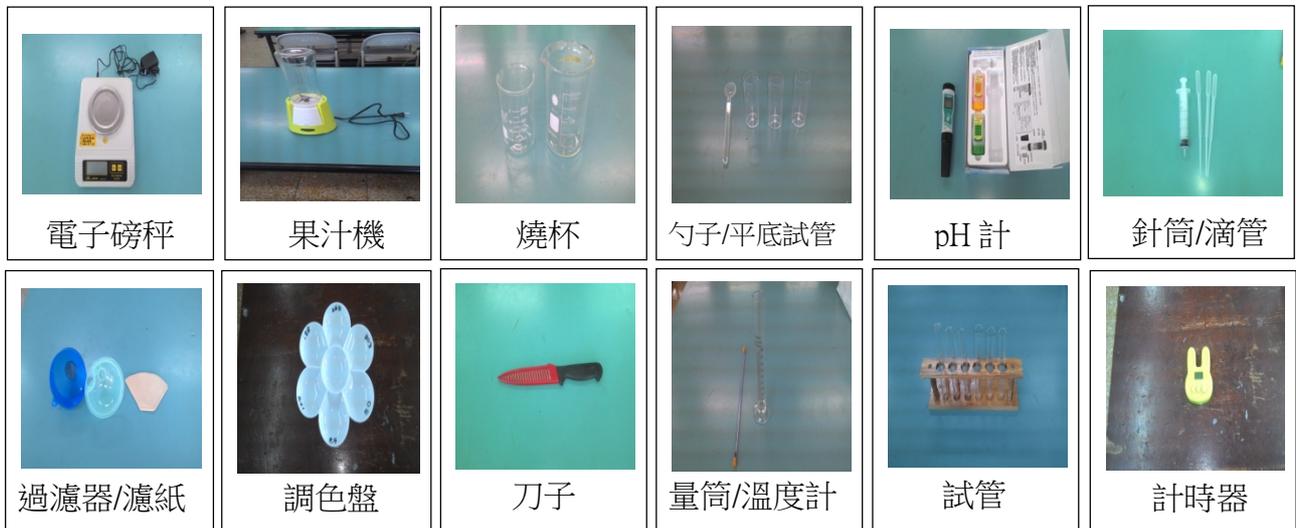


#### (三) 六種不同澱粉



### 二、設備及器材：

#### (一) 各種器材、藥品：



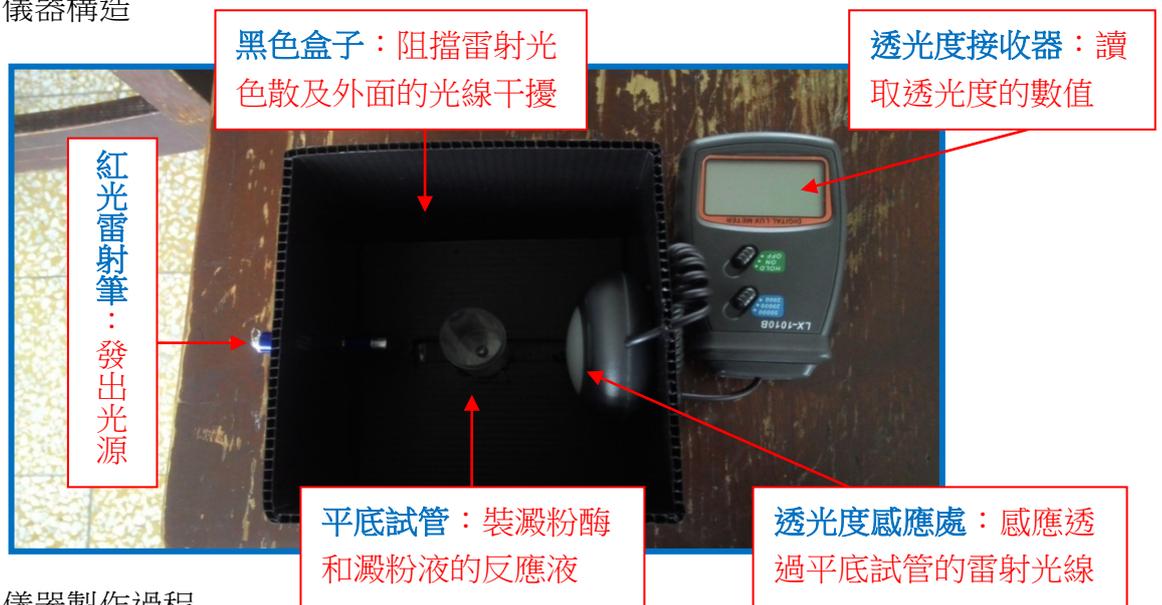


(二) 澱粉液的配置：取白飯 4 克加入 200 毫升的蒸餾水。放入果汁機中打碎，過濾沈澱物取得澱粉液，並測得 pH 值為 6.8，透光度為 3.3。(實驗 2-5 用到的澱粉液配置方式皆是如此，在下面實驗步驟中不再列出)



(三) 自製透光度儀器：

1. 儀器構造



2. 儀器製作過程



## 伍、研究過程或方法

### 一、實驗 1：用優碘來測定，消化蔬果是否真的含有澱粉酶？

#### (一) 本研究的測定方法資料蒐集與分析：

1. 唾液碘澱粉變色原理：每一個人每天大約會分泌 1~1.5 公升的口水到口腔中，口水可以使我們的口腔保持濕潤，幫忙清潔口腔，潤滑食物使易於吞嚥，同時還具有幫助消化的作用，這是因為口水中含有澱粉酶，可以將澱粉分解為小分子的寡糖或麥芽糖。由於澱粉會和碘反應產生藍黑色，因此我們利用碘與反應液(澱粉液和澱粉酶)混合，觀察顏色變化，就可以判斷澱粉被澱粉酶分解的程度，分解所需的時間越短，表示澱粉酶的活性越強。以下是澱粉與唾液澱粉酶作用並與碘液呈色的三個階段：<取自：誰是口水王《大學普通化學實驗》>

澱粉+碘液  
澱粉(藍黑色)  
(第一階段)

澱粉+澱粉酶+碘液  
寡糖(紅棕色)  
(第二階段)

澱粉+澱粉酶+碘液  
麥芽糖(黃褐色)  
(第三階段)

2. 從以上資料顯示，要檢測幫助消化食物是否含有澱粉酶，只要消化蔬果加入澱粉作用並使用碘液檢測，跟唾液碘澱粉有一樣的顏色變化，就知道食物是否含有澱粉酶所以我們決定此實驗使用碘澱粉變色來測定消化蔬果是否真的能幫助消化澱粉。

#### (二) 幫助消化蔬果資料蒐集與分析：

1. 幫助消化蔬果：白蘿蔔含有促進五穀根莖類消化的澱粉酶，能幫助消化。胡蘿蔔的粗纖維，可促進腸胃蠕動，有助消化功能。萵苣能增強胃液，幫助消化，增進食欲，並具有鎮痛和催眠的作用。山藥含有澱粉酶、多酚氧化酶等物質，有利於脾胃消化吸收功能。不論脾陽虧或胃陰虛，都可以食用。鳳梨可改善腹瀉、消化不良，也有助於解決食慾不振的困擾。木瓜中含有木瓜酵素能夠幫助消化、吸收蛋白質。奇異果富含維他命 C，可養顏美容、助消化。<取自：《圖解食物營養素》蘋果屋出版社；《超級酵素》世茂出版社>
2. 分析與提問：從我們蒐集資料中，知道能幫助消化的蔬果為：白蘿蔔、胡蘿蔔、萵苣、山藥、鳳梨、木瓜、奇異果。這些食物真的能幫助澱粉消化嗎？針對此問題我

們進行實驗，將這些蔬果進行碘澱粉變色實驗，實驗的步驟則參考<誰是口水王>的實驗來進行，如果有澱粉酶的食物加入碘澱粉溶液中則藍黑色會逐漸變色，表示能幫助澱粉消化，如果食物中不含澱粉酶，則藍黑色不會消失，表示不能幫助澱粉消化。

### (三) 實驗步驟：

1. 唾液澱粉酶液的配置：同學刷牙後喝茶，取乾淨的唾液 10 毫升於燒杯中，加入 100 毫升的蒸餾水。
2. 蔬果澱粉酶液的配置：取白蘿蔔 10 公克加入 100 毫升蒸餾水，放入果汁機中打碎過濾沈澱物，取得白蘿蔔澱粉酶液。重複以上步驟分別取得其他蔬果澱粉酶液。
3. 以滴管取碘液一滴，依格數滴在透明投影片上。
4. 唾液及蔬果澱粉酶與碘液反應的顏色變化：取 10 毫升的澱粉液和 10 毫升的唾液澱粉酶混合攪拌並開始計時，混合後的反應液立刻以滴管取 1 滴，滴在透明投影片上與碘液混合，以計時器計時每隔 1 分鐘滴一滴，觀察顏色並記錄 20 分鐘的變化。
5. 重複步驟 2~4 取得其他消化蔬果澱粉酶與澱粉液的反應，觀察顏色變化並記錄。

### (四) 實驗流程：



①取同學的口水  
10ml 加蒸餾水



②切 10 克的蔬果  
加蒸餾水 100ml



③蔬果和蒸餾水倒  
入果汁機打成汁



④將打成汁液的蔬  
果過濾取得澱粉酶



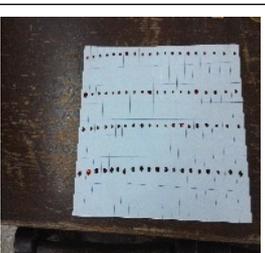
⑤唾液澱粉酶 10ml  
加 10ml 澱粉液



⑥蔬果澱粉酶液  
10ml 加 10 澱粉液



⑦八種澱粉酶液加  
澱粉液混合攪拌



⑧以滴管取碘液一  
滴滴在透明投影片



⑨每隔 1 分鐘滴一  
滴



⑩八種反應液各滴  
20 滴觀察顏色變化

## (五) 實驗結果：

表一 唾液及蔬果澱粉酶液與澱粉液反應後加入碘液的顏色變化

食材	唾液	白蘿蔔	胡蘿蔔	萵苣	山藥	鳳梨	木瓜	奇異果
0 分鐘	藍黑色							
1 分鐘	紅棕色	藍黑色						
2 分鐘	紅棕色	藍黑色						
3 分鐘	紅棕色	藍黑色						
4 分鐘	紅棕色	藍黑色						
5 分鐘	紅棕色	藍黑色						
6 分鐘	紅棕色	藍黑色						
7 分鐘	紅棕色	藍黑色						
8 分鐘	紅棕色	紅棕色	藍黑色	藍黑色	藍黑色	藍黑色	藍黑色	藍黑色
9 分鐘	紅棕色	紅棕色	藍黑色	藍黑色	藍黑色	藍黑色	藍黑色	藍黑色
10 分鐘	紅棕色	紅棕色	藍黑色	藍黑色	藍黑色	藍黑色	藍黑色	藍黑色
11 分鐘	黃褐色	紅棕色	藍黑色	藍黑色	藍黑色	藍黑色	藍黑色	藍黑色
12 分鐘	黃褐色	紅棕色	藍黑色	藍黑色	藍黑色	藍黑色	藍黑色	藍黑色
13 分鐘	黃褐色	紅棕色	藍黑色	藍黑色	藍黑色	藍黑色	藍黑色	藍黑色
14 分鐘	黃褐色	紅棕色	藍黑色	藍黑色	藍黑色	藍黑色	藍黑色	藍黑色
15 分鐘	黃褐色	紅棕色	藍黑色	藍黑色	藍黑色	藍黑色	藍黑色	藍黑色
16 分鐘	黃褐色	紅棕色	藍黑色	藍黑色	藍黑色	紅棕色	藍黑色	藍黑色
17 分鐘	黃褐色	紅棕色	藍黑色	藍黑色	藍黑色	紅棕色	藍黑色	藍黑色
18 分鐘	黃褐色	紅棕色	藍黑色	藍黑色	藍黑色	紅棕色	紅棕色	藍黑色
19 分鐘	黃褐色	紅棕色	藍黑色	藍黑色	藍黑色	紅棕色	紅棕色	藍黑色
20 分鐘	黃褐色	紅棕色	藍黑色	藍黑色	藍黑色	紅棕色	紅棕色	藍黑色

## (六) 實驗討論：

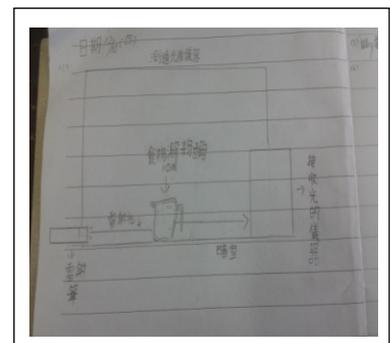
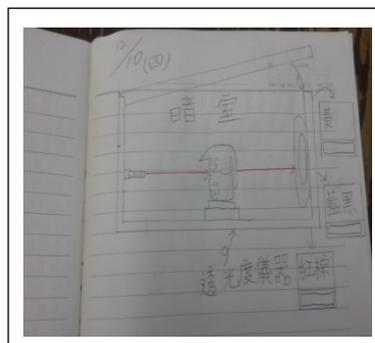
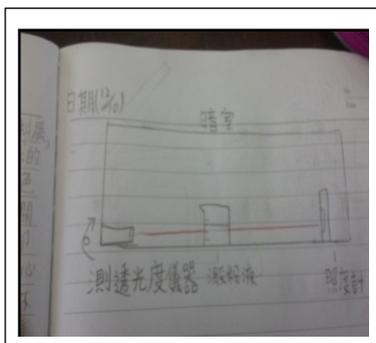
1. 從以上實驗發現，用眼睛不容易判斷顏色的變化，只有唾液很清楚可以判斷出紅棕色及黃褐色，白蘿蔔在大約 8 分鐘的時候顏色由藍黑變成紅棕色，鳳梨大約 16 分鐘、木瓜大約 18 分鐘，紅蘿蔔、萵苣、山藥、奇異果的顏色好像都是藍黑色。
2. 我們認為這個實驗方法受到許多因素的影響，如：每個人攪拌的速度不一樣、投影片上的顏色不太容易分辨、蔬果澱粉酶的配置濃度會不會太低而讓反應時間拉長，這些因素都會影響消化蔬果澱粉酶與澱粉的反應，這是我們做了第一個實驗所遇到的問題，也是我們接下來要解決的問題。

3. 因為以上的問題，所以我們想到以下幾個解決方法：

- (1) 除了使用碘澱粉比色的方法之外，我們還想到利用四上自然課的<奇妙的光>單元中雷射光的透光程度來測量反應液的濃度，這樣一來證據就可以更充分了。
- (2) 蔬果澱粉酶液的配置濃度太低，所以反應比較慢，我們想將蔬果澱粉酶液的配置更改為取白蘿蔔 100 公克加入 200 毫升的蒸餾水，反應比較快比較好觀察。
- (3) 澱粉酶液加入澱粉液反應，因為每個人攪拌的速度不一樣會造成影響，所以我們決定只要將澱粉酶液及澱粉液混合靜置，都不攪拌才不會因為攪拌的速度不一樣而造成影響。
- (4) 投影片上的顏色不太容易分辨，所以我們想到利用水彩用的調色盤來進行比色，並且決定不要每隔 1 分鐘滴一滴，而是控制反應時間為 30 分鐘，30 分鐘後取反應液 5 滴加碘液 1 滴觀察顏色變化，再配合透光度的數值，就可以比較清楚知道誰的澱粉酶活性比較強。

## 二、實驗 2：用自製透光度儀器來測定，哪一種消化蔬果所含的澱粉酶活性最強？

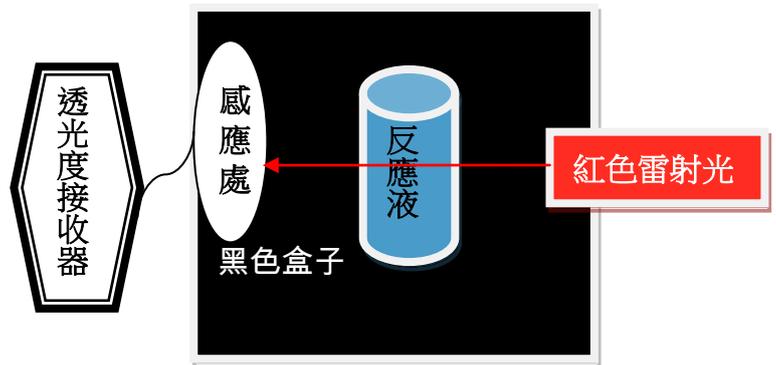
(一) 自製透光度儀器構想：從實驗 1 可以了解，我們必須使用更準確的方法來檢測澱粉酶，記得四上自然課的<奇妙的光>單元有一個實驗是使用雷射筆進行光的行進路線實驗。我們想到可以利用雷射光照射反應液，如果澱粉液沒有被分解，雷射光就會穿透不過去，或者只是穿透一點點光，所以透光度低；如果澱粉液被分解，那麼雷射光就會穿透過去，所以透光度高，於是我們就著手進行透光度儀器的設計。我們想到護士阿姨曾拿一台儀器到教室測照明度，可以使用這台儀器來測量光通過反應液的透光度，所以我們畫出儀器構想圖(一)、透光度儀器圖(二)、透光度儀器反應示意圖(三)如下：



圖(一)三位同學畫的透光度儀器構想圖



圖(二) 透光度儀器圖



圖(三)透光度儀器反應示意圖

(二) **實驗步驟**：透光度儀器的製作過程已經在**設備及器材**詳細說明，在此不再說明

1. 透光度儀器的測試：

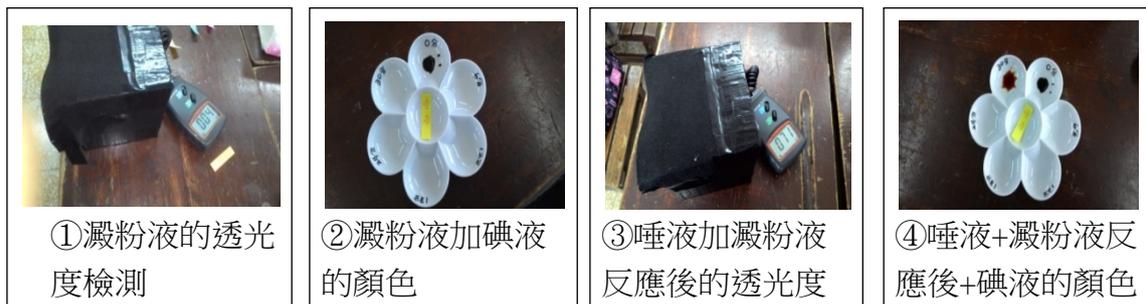
- (1) 取 5 滴澱粉液加入碘液 1 滴進行反應前的顏色觀察，再取澱粉液 20 毫升放入平底試管中，放入儀器中間，蓋上黑布，觀察並記進行透光度測量三次。
- (2) 取反應 30 分鐘後的唾液加澱粉液 5 滴加入碘液進行反應後的顏色觀察，再取 20 毫升放入試管中，放入儀器中間蓋上黑布，觀察並進行透光度測量三次。

2. 七種不同蔬果澱粉酶液的透光度測量及顏色變化：

- (1) 蔬果澱粉酶液的配置：取白蘿蔔 100 公克加入 200 毫升的蒸餾水，放入果汁機中打碎，過濾沈澱物取得白蘿蔔澱粉酶液。重複以上步驟分別取得其他蔬果澱粉酶液。
- (2) 將 100 毫升的澱粉液和 100 毫升的白蘿蔔澱粉酶液混合為反應液並開始計時。
- (3) 30 分鐘後取反應液 5 滴加入 1 滴碘液進行反應後的顏色觀察，再取 20 毫升放入平底試管，進行透光度測量三次。
- (4) 重複以上步驟(3)取得其他消化蔬果澱粉酶液的透光度及顏色變化。

(三) **實驗流程**：

1. 透光度儀器的測試：澱粉液的透光度以及唾液加澱粉液反應後的透光度



2. 七種不同蔬果澱粉酶液的透光度測量及顏色變化：

①切 100 克的白蘿蔔加蒸餾水 200ml	②白蘿蔔和蒸餾水倒入果汁機打成汁	③將白蘿蔔汁液過濾取澱粉酶液	④重複以上步驟取得蔬果澱粉酶液	⑤將澱粉液和蔬果澱粉酶液混合
⑥混合後讓其反應 30 分鐘	⑦取反應液 5 滴加入 1 滴碘液	⑧加入碘液後再觀察顏色變化	⑨針筒取反應液 20ml 放平底試管	⑩平底試管放入儀器進行透光度測量

(四) 實驗結果：

表二 透光度儀器的測試

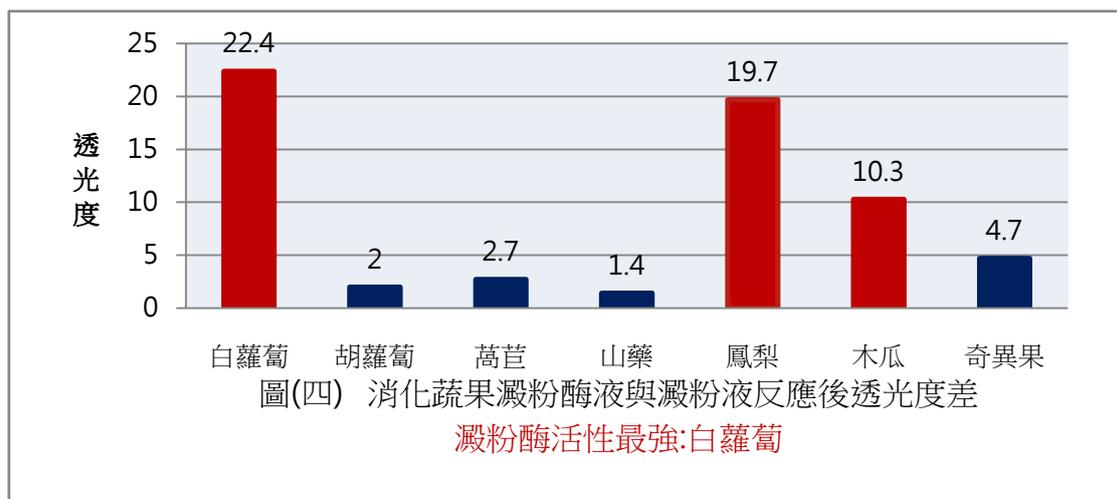
澱粉液	唾液+澱粉液	澱粉液+碘液	唾液+澱粉液+碘液
$(3+3+4)/3=3.3$	$(71+71+71)/3=71$	藍黑色	黃褐色

表三 七種不同消化蔬果澱粉酶液與澱粉液互相反應後的顏色變化及透光度差

(澱粉液：pH 值為 6.8，反應前透光度為 3.3) (溫度：20-25 度)

食材	反應後的透光度				透光度差 (後-前)	反應 30 分鐘後加碘液的顏色變化		
	(一)	(二)	(三)	平均		反應前	反應後	圖
白蘿蔔	26	26	25	25.7	22.4	藍黑色	紅棕色	
胡蘿蔔	5	5	6	5.3	2	藍黑色	藍黑色	
萵苣	6	6	6	6	2.7	藍黑色	藍黑色	

山藥	5	4	5	4.7	1.4	藍黑色	藍黑色	
鳳梨	23	2	25	23	19.7	藍黑色	紅棕色	
木瓜	15	12	14	13.6	10.3	藍黑色	紅棕色	
奇異果	8	8	8	8	4.7	藍黑色	藍黑色	



#### (五) 實驗討論：

1. 在製作透光度儀器時，要畫出 12 公分正立方體展開圖時，我們畫了好久才終於畫好，在黏貼的過程也花費許多時間，儀器終於完成。
2. 從表二我們發現，澱粉液的透光度是 3.3，澱粉液和唾液反應 30 分鐘後的透光度是 71，這表示澱粉液沒有被分解時，光線不容易穿透過去，透光度是低的；當澱粉液被唾液分解後，光線容易穿透過去，透光度是高的，也就是說溶液中的澱粉濃度越高，透光度越低；溶液中的澱粉濃度越低，透光度越高。
3. 從表三中知道，白蘿蔔、鳳梨、木瓜都是紅棕色，表示這三種蔬果都將澱粉分解，

所以都含有澱粉酶，可以幫助消化；而胡蘿蔔、萵苣、山藥、奇異果仍然是藍黑色，表示這四種蔬果可能不含澱粉酶。但是由顏色變化只能知道食物是否含有澱粉酶，無法知道澱粉酶的活性，所以要從透光度來判斷澱粉酶活性。

4. 從圖四發現，白蘿蔔的透光度差是 22.4，表示在 30 分鐘內白蘿蔔澱粉酶將澱粉分解到讓光透過 22.4，鳳梨在 30 分鐘內將澱粉分解到讓光透過 19.7，木瓜在 30 分鐘內將澱粉分解到讓光透過 10.3，所以白蘿蔔澱粉酶活性最強，同一個時間內將澱粉分解最多，第二是鳳梨，第三是木瓜。
5. 胡蘿蔔、萵苣、山藥、奇異果透光度都很低表示沒有將澱粉分解，所以他們沒有澱粉酶，這和顏色變化的結果是一樣的。
6. 白蘿蔔是七種能幫助消化的蔬果中含有最強的澱粉酶，我們又想知道市面上賣的蘿蔔種類中，白蘿蔔是不是澱粉酶活性最強的，於是我們著手進行下一個實驗。

### 三、實驗 3：什麼種類的蘿蔔，所含的澱粉酶活性最強？

(一) 市售蘿蔔種類資料蒐集與分析：既然白蘿蔔是消化性蔬果中澱粉酶活性最強的，我們又想知道白蘿蔔是不是所有蘿蔔種類中最強的，於是我們上網尋找有關於蘿蔔的種類：市場上的蘿蔔種類有，胡蘿蔔、青蘿蔔、白蘿蔔和水蘿蔔等，各有各的強項。胡蘿蔔含有胡蘿蔔素、維生素 A，可抗氧化保護視力；青蘿蔔富含維生素 C 和膳食纖維，清熱舒肝的效果極佳。水蘿蔔在夏天較多見，其利尿消食的功效顯著。<取自：《抗氧化的威力》沐康健康管理><取自：維基百科《本草綱目》>由資料中可以知道蘿蔔分為白蘿蔔、胡蘿蔔、青蘿蔔、水蘿蔔，青蘿蔔在臺灣不常見，所以本實驗我們就以白蘿蔔、胡蘿蔔、水蘿蔔的澱粉酶活性做檢測。

#### (二) 實驗步驟：

1. 蔬果澱粉酶液的配置：取水蘿蔔 100 公克加入 200 毫升的蒸餾水，放入果汁機中打碎，過濾沈澱物取得水蘿蔔澱粉酶液。
2. 取 100 毫升的澱粉液和 100 毫升的水蘿蔔澱粉酶液混合成為反應液。
3. 30 分鐘後取反應液 5 滴加入 1 滴碘液進行反應後的顏色觀察，再取 20 毫升放入平底試管，進行透光度測量三次。

### (三) 實驗流程：



①100 克的白蘿蔔肉加蒸餾水 200ml



②倒入果汁機中打成汁液



③澱粉液和澱粉酶液反應 30 分鐘



④取反應液 5 滴加入 1 滴碘液



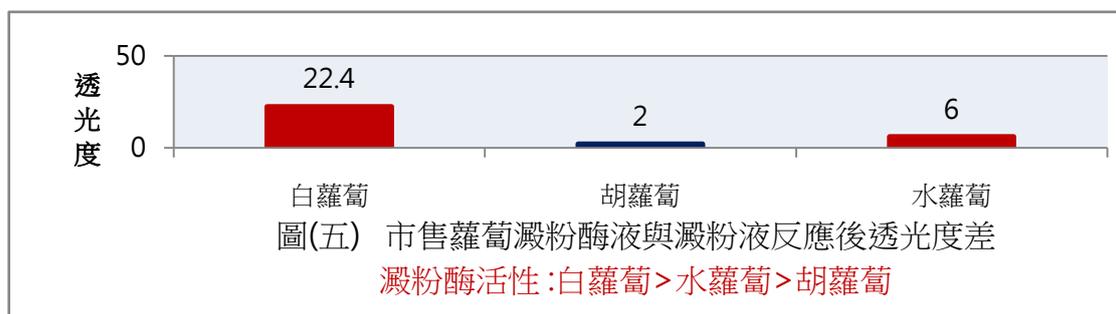
⑤取 20 毫升進行透光度測量

### (四) 實驗結果：

表四 不同種類的蘿蔔澱粉酶液與澱粉液互相反應後的顏色變化及透光度差

(澱粉液：pH 值為 6.8，反應前透光度為 3.3) (溫度：20-25 度)

食材	反應後的透光度				透光度差 (後-前)	反應 30 分鐘後加碘液的顏色變化		
	(一)	(二)	(三)	平均		反應前	反應後	圖
白蘿蔔	26	26	25	25.7	22.4	藍黑色	紅棕色	
胡蘿蔔	5	5	6	5.3	2	藍黑色	藍黑色	
水蘿蔔	9	10	9	9.3	6	藍黑色	紅棕色	



### (五) 實驗討論：

1. 從表四中知道，白蘿蔔和水蘿蔔加入碘液後的顏色為紅棕色，表示水蘿蔔和白蘿蔔一樣含有澱粉酶。
2. 從圖五發現，白蘿蔔的透光度仍然是最高的，也就是說白蘿蔔澱粉酶的活性比水蘿

萄及胡蘿蔔更強，所以白蘿蔔的澱粉酶活性是三種蘿蔔種類中最強的。

#### 四、實驗 4：白蘿蔔各部位的澱粉酶活性如何？

(一) 白蘿蔔部位的資料蒐集與分析：從上個實驗我們知道白蘿蔔是三種蘿蔔種類中澱粉酶活性最強的，但是白蘿蔔的每個部位澱粉酶活性都一樣嗎？我們蒐集資料得到白蘿蔔各部位的營養：白蘿蔔營養成分高，所以有小人蔘的別稱。白蘿蔔健康又好吃，但是它的營養成分卻是蘿蔔葉比蘿蔔皮高，蘿蔔皮也比蘿蔔肉來得高。而我們卻一直只吃蘿蔔肉，捨棄了營養最好的部分。當然幾乎大部分的人都以為蘿蔔葉是不能食用的，在市場也只賣去掉葉子的蘿蔔根。其實蘿蔔葉蘿蔔皮好好處理，也是很美味的。根據資料蒐集，每一百克蘿蔔葉所含的營養成分為：49 卡路里、5.2 克蛋白質、0.7 克脂質、7.1 克糖質、鈣 290 毫克、磷 30 毫克、鐵 1.4 毫克、維他命 A 三千國際單位、維他命 B0.4 毫克、維他命 C90 毫克及胡蘿蔔素 1900 單位。<取自：維基百科>從資料蒐集中我們得知白蘿蔔葉、白蘿蔔皮、白蘿蔔肉都很營養，我們也想知道白蘿蔔澱粉酶也是白蘿蔔葉、白蘿蔔皮、白蘿蔔肉都有嗎？於是我們設計了以下實驗。

#### (二) 實驗步驟：

1. 白蘿蔔肉澱粉酶液的配置：取白蘿蔔肉 100 公克加入 200 毫升的蒸餾水，放入果汁機中打碎，過濾沈澱物取得白蘿蔔肉澱粉酶液。
2. 取 100 毫升的澱粉液和 100 毫升的白蘿蔔肉澱粉酶液混合成為反應液並開始計時。
3. 30 分鐘後取反應液 5 滴加入 1 滴碘液進行反應後的顏色觀察，再取 20 毫升放入平底試管，進行透光度測量三次。
4. 重複以上步驟 1、2、3，取得白蘿蔔皮及葉的反應液透光度及顏色變化。

#### (三) 實驗流程：



①100 克白蘿蔔肉  
加蒸餾水 200ml



②100 克白蘿蔔皮  
加蒸餾水 200ml



③100 克白蘿蔔葉  
加蒸餾水 200ml



④倒入果汁機中打  
成汁液



⑤將汁液過濾取得  
澱粉酶液



⑥澱粉液和澱粉酶液反應 30 分鐘



⑦30 分鐘後取反應液 5 滴加碘液 1 滴



⑧觀察反應液加碘液後的顏色變化



⑨用針筒吸取反應液放入平底試管中



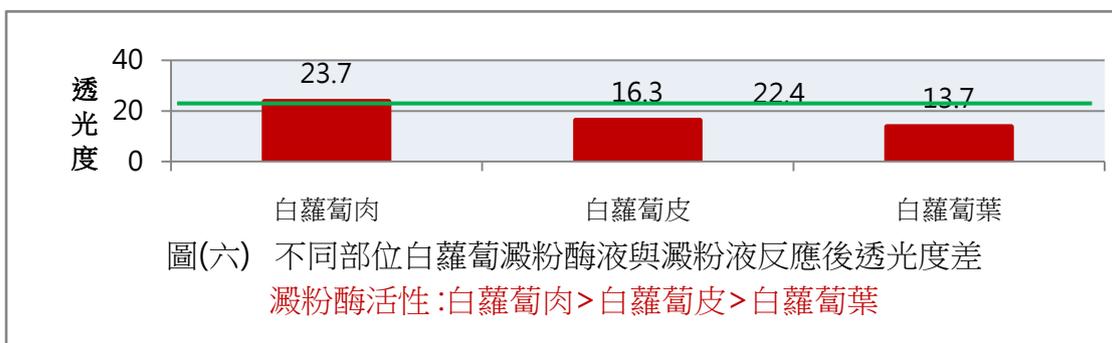
⑩平底試管放入儀器進行透光度測量

#### (四) 實驗結果：

表五 不同部位蘿蔔澱粉酶液與澱粉液互相反應後的顏色變化及透光度差

(澱粉液：pH 值為 6.8，反應前透光度為 3.3) (溫度：20-25 度)

食材	反應後的透光度				透光度差 (後-前)	反應 30 分鐘後加碘液的顏色變化		
	(一)	(二)	(三)	平均		反應前	反應後	圖
白蘿蔔肉	29	24	26	26	23.7	藍黑色	紅棕色	
白蘿蔔皮	20	20	19	19.6	16.3	藍黑色	紅棕色	
白蘿蔔葉	15	17	19	17	13.7	藍黑色	紅棕色	



#### (五) 實驗討論：

1. 從表五中知道，白蘿蔔的肉、皮、葉都是紅棕色，表示這三種部位都能將澱粉分解，所以都含有澱粉酶，可以幫助消化。

2. 從圖六發現，白蘿蔔肉的透光度差是 23.7，白蘿蔔皮的透光度差是 16.3，白蘿蔔葉的透光度差是 13.7。從數據發現，白蘿蔔肉澱粉酶的活性最強，再來是白蘿蔔皮，最後是白蘿蔔葉，但是和實驗二比較白蘿蔔皮及白蘿蔔葉還是含有活性強的澱粉酶，所以我們千萬不要將白蘿蔔皮和白蘿蔔葉丟棄了，白蘿蔔皮可以和白蘿蔔肉磨成泥吃，白蘿蔔葉可以打成汁來喝。
3. 我們知道白蘿蔔的各部位都含有活性強的澱粉酶，但是什麼條件可以影響白蘿蔔澱粉酶的活性？於是我們想到可以先從溫度進行研究。

## 五、實驗 5：相同酸鹼度下，不同溫度對白蘿蔔澱粉酶活性的影響？

(一) 溫度對酶的影響資料蒐集與分析：這個實驗我們研究到底溫度對白蘿蔔澱粉酶影響如何？我們對這個問題先進行資料蒐集。我們知道酶的活性會隨著溫度提高而加快，但是酶的活性會隨溫度的提高而產生變化。一般而言，溫度只要升高 10℃，反應速度大約增加一倍。但溫度超過一定數值後，反應速度反而會隨溫度上升而逐漸變慢，形成倒 U 形曲線。在這曲線頂點所代表的溫度，反應速度最大，所以是酶的最適合溫度。<取自：維基百科>從資料蒐集中可以知道，溫度越高，酶的活性越大，但是超過最適合溫度後，酶的活性就開始下降，因為我們想要找出白蘿蔔澱粉酶的最適合溫度，所以設計這個實驗。

### (二) 實驗步驟：

1. 白蘿蔔澱粉酶液的配置：取白蘿蔔 100 公克加入 200 毫升的蒸餾水，放入果汁機中打碎過濾沈澱物取得白蘿蔔澱粉酶液，並用 pH 計測得酸鹼度為 5.9。
2. 準備 0~10 度、10~20 度、20~30 度、30~40 度、40~50 度、50~60 度、60~70 度、70~80 度，八個水浴槽。
3. 分別取 10 毫升的澱粉液和 10 毫升的白蘿蔔澱粉酶液，放在八個水浴槽中，等澱粉液和白蘿蔔澱粉酶液的溫度到達我們設定的溫度後，再將二者混合成為反應液。
4. 30 分鐘後取反應液 5 滴加碘液 1 滴，觀察顏色變化。再將步驟 3 反應液全部放入平底試管，進行透光度測量三次。

### (三) 實驗流程：

 <p>①100 克白蘿蔔加蒸餾水 200ml</p>	 <p>②倒入果汁機中打成汁液</p>	 <p>③將汁液過濾取得澱粉酶液</p>	 <p>④用 pH 計測得酸鹼度為 5.9</p>	 <p>⑤準備八種溫度的水浴槽</p>
 <p>⑥將澱粉液及澱粉酶液放入水浴槽中</p>	 <p>⑦達到設定溫度後再將二者混合</p>	 <p>⑧30 分鐘後取反應液 5 滴加碘液 1 滴</p>	 <p>⑨將反應液全部倒入平底試管中</p>	 <p>⑩平底試管放入儀器進行透光度測量</p>

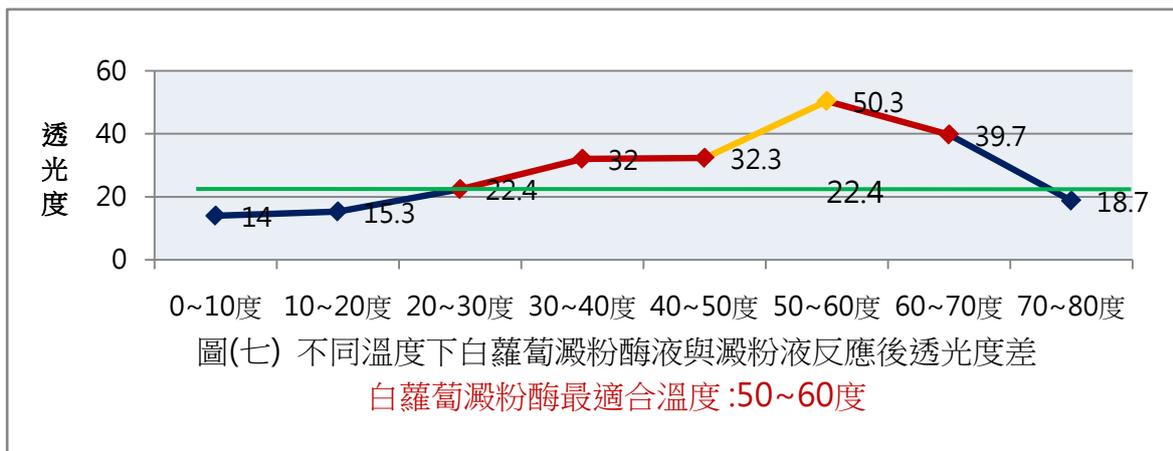
### (四) 實驗結果：

表六 不同溫度下白蘿蔔澱粉酶液與澱粉液互相反應後的顏色變化及透光度差

(澱粉液：pH 值為 6.8，反應前透光度為 3.3)

溫度	反應後的透光度				透光度差 (後-前)	反應 30 分鐘後加碘液的顏色變化		
	(一)	(二)	(三)	平均		反應前	反應後	圖
0~10 度	18	15	19	17.3	14	藍黑色	藍黑色	
10~20 度	20	18	18	18.6	15	藍黑色	藍黑色	
20~30 度	26	26	25	25.7	22.4	藍黑色	紅棕色	
30~40 度	34	36	36	35.3	32	藍黑色	紅棕色	

40~50 度	37	36	34	35.6	32.3	藍黑色	紅棕色	
50~60 度	56	52	53	53.6	50.3	藍黑色	黃褐色	
60~70 度	44	45	40	43	39.7	藍黑色	紅棕色	
70~80 度	23	21	22	22	18.7	藍黑色	藍黑色	



##### (五) 實驗討論：

1. 從表六知道，白蘿蔔澱粉酶液在溫度 0~20 度內，顏色是藍黑色，代表白蘿蔔澱粉酶與澱粉沒有作用，在 20~50 度時顏色是紅棕色，代表白蘿蔔澱粉酶將澱粉分解為寡糖，50~60 度的反應顏色是黃褐色，表示這時的澱粉幾乎被白蘿蔔澱粉酶分解為麥芽糖了，這個溫度下的白蘿蔔澱粉酶活性最強，但是溫度升高到 70 度以上就破壞了白蘿蔔澱粉酶的活性，所以顏色又變成藍黑色。
2. 從圖七發現，20~30 度常溫下，白蘿蔔澱粉酶的透光度是 22.4，溫度慢慢升高時，白蘿蔔澱粉酶的活性也越來越高，當溫度 50~60 度時透光度差是 50.3，是全部溫度

中透光度最高的，代表白蘿蔔澱粉酶在 50~60 度的溫度下活性最強，能分解最多的澱粉，也就是說白蘿蔔澱粉酶的最適合溫度是 50~60 度。

3. 我們知道溫度會影響白蘿蔔澱粉酶，我們又想到酸鹼度會不會影響白蘿蔔澱粉酶？於是我們又著手進行下一個實驗。

## 六、實驗 6：相同溫度下，不同酸鹼度對白蘿蔔澱粉酶活性的影響？

(一) 酸鹼度對酶的影響資料蒐集與分析：溫度對澱粉酶活性有影響，那麼酸鹼度對澱粉酶有沒有影響呢？我們找了資料發現，酶在不同酸鹼度條件下所表現出來的活性不同，通常酶只在一定酸鹼範圍內才表現它的活性，酶表現出最高活性時的酸鹼度就是酶的最適當 pH。<取自：維基百科>從資料蒐集中可以知道，酶的活性和酸鹼度有關係，每一種酶都有他最適當的酸鹼度，我們想要找出白蘿蔔澱粉酶的最適合酸鹼度，所以設計此實驗。

### (二) 實驗步驟：

1. 白蘿蔔澱粉酶液的配置：取白蘿蔔 100 公克加入 200 毫升的蒸餾水，放入果汁機中打碎，過濾沈澱物取得白蘿蔔澱粉酶液，並用 pH 計測得酸鹼度為 5.9。
2. 六種不同酸鹼度的澱粉液配置：利用檸檬酸及小蘇打配置 pH 為 3.5、4.7、5.5、6.2、7.8、8.1 的溶液，分別取 5 毫升的澱粉液加入 5 毫升的上述溶液，調配出六種不同酸鹼度的澱粉液，透光度為 6.6。
3. 將步驟 2 的六種澱粉液和六個 10 毫升的白蘿蔔澱粉酶液，放在 50 度的水浴槽中，等澱粉液和白蘿蔔澱粉酶液的溫度到達我們設定的溫度後，再將二者混合成為反應液。
4. 30 分鐘後取步驟 3 反應液 5 滴加碘液 1 滴，觀察顏色變化。再將步驟 3 反應液全部放入平底試管，進行透光度測量三次。

### (三) 實驗流程：



①100 克白蘿蔔加蒸餾水 200ml



②倒入果汁機中打成汁液



③將汁液過濾取得澱粉酶液



④5ml 澱粉液加入酸及鹼性溶液 5ml



⑤測加入酸及鹼性溶液澱粉液酸鹼度



⑥澱粉液和澱粉酶液放入 50 度水浴



⑦溫度到達將澱粉液和澱粉酶液混合



⑧30 分鐘後反應液 5 滴加入碘液 1 滴



⑨加入 1 滴碘液後 觀察顏色變化

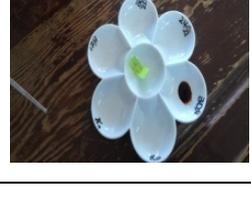


⑩平底試管放入儀器中進行透光度測

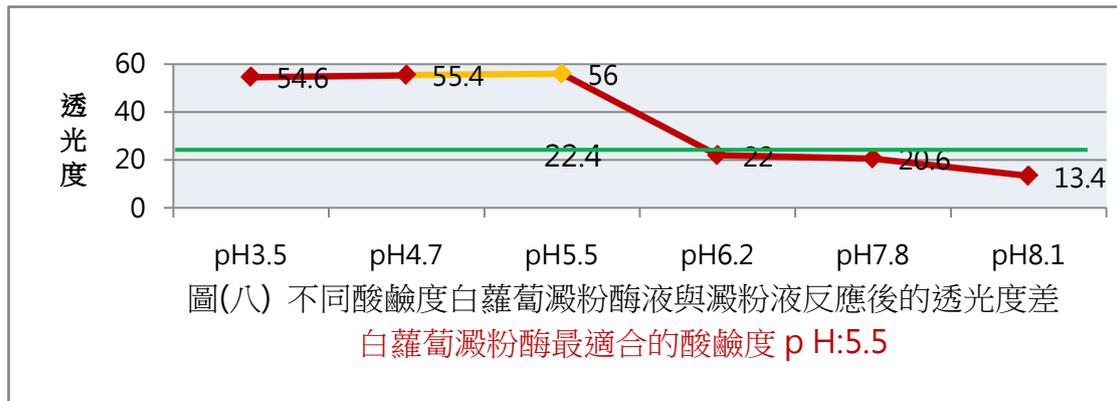
#### (四) 實驗結果：

表七 不同酸鹼度下白蘿蔔澱粉酶液與澱粉液互相反應的顏色變化及透光度差

(澱粉液：pH 值為 3.5、4.7、5.5、6.2、7.8、8.1，反應前的透光度為 6.6)(溫度：50 度)

溫度	反應後的透光度				透光度差 (後-前)	反應 30 分鐘後加碘液的顏色變化		
	(一)	(二)	(三)	平均		反應前	反應後	圖
pH=3.5	64	62	58	61.2	54.6	藍黑色	紅棕色	
pH=4.7	66	60	60	62	55.4	藍黑色	紅棕色	
pH=5.5	66	62	60	62.6	56	藍黑色	黃褐色	
pH=6.2	32	26	28	28.6	22	藍黑色	紅棕色	
pH=7.8	26	26	30	27.2	20.6	藍黑色	紅棕色	

pH=8.1	18	22	20	20	13.4	藍黑色	紅棕色	
--------	----	----	----	----	------	-----	-----	---



### (五) 實驗討論：

1. 從表七中知道，經過 30 分鐘後，白蘿蔔澱粉酶液在 pH 為 5.5，它的顏色變為黃褐色，代表白蘿蔔澱粉酶在 pH5.5、溫度 50 度下，與澱粉液反應 30 分鐘後已經將大部分澱粉分解為麥芽糖了，其他則為紅棕色，代表白蘿蔔澱粉酶在其他的酸鹼度下，還沒有將澱粉液分解為葡萄糖，所以白蘿蔔澱粉酶在 pH 為 5.5 時活性最強。
2. 從圖八發現，在酸性環境下白蘿蔔澱粉酶液的透光度差都大於 22.4，其中在 pH 為 5.5 時透光度差最高，表示在這個酸性環境下白蘿蔔澱粉酶活性最強；在鹼性環境下白蘿蔔澱粉酶的透光度差都小於 22.4，其中在 pH 為 8.1 時透光度差為最低，顯示出白蘿蔔澱粉酶在酸性環境下活性比較強，尤其是在 pH5.5 時白蘿蔔澱粉酶活性最強，所以白蘿蔔澱粉酶最適合的酸鹼度是 5.5。
3. 除了溫度及酸鹼度會影響白蘿蔔澱粉酶的活性之外，是不是添加其他東西也會影響白蘿蔔澱粉酶的活性？於是我們又著手進行下一個實驗。

## 七、實驗 7：同溫度、同酸鹼度下，不同添加物對白蘿蔔澱粉酶活性的影響？

- (一) 添加物對澱粉酶活性的影響資料蒐集與分析：我們找了資料發現，通常會加入白蘿蔔泥中的添加物可以分為三大類：(1)發酵食物：醋、醬油；(2)抗氧化物：綠茶粉、葡萄汁；(3)礦物質：芝麻醬(鈣)、蘋果汁(鐵)。<取自：《最強酵素餐》健行文化出版>這些添加物會不會影響白蘿蔔澱粉酶活性呢？我們知道酶的活性受到溫度與酸鹼度的影響之外，是不是添加物也對澱粉酶的活性有影響，我們想要驗證看看

這六種添加物是不是會影響白蘿蔔澱粉酶的活性，所以設計此實驗。

## (二) 實驗步驟：

1. pH5.5 澱粉液的配置：取白飯 4 克加入 200 毫升的蒸餾水，放入果汁機中打碎，過濾沈澱物取得澱粉液，分別取六個 5 毫升的澱粉液各加入 5 毫升的 pH5.5 溶液，再用 pH 計測酸鹼度為 5.5，透光度為 6.6。
2. 白蘿蔔澱粉酶液的配置：取白蘿蔔 100 公克加入 200 毫升的蒸餾水，放入果汁機中打碎過濾沈澱物取得白蘿蔔澱粉酶液。
3. 取白蘿蔔澱粉酶液 9 毫升加入 1 毫升的醋，形成醋白蘿蔔澱粉酶液，重複前面方式取得醬油、綠茶粉、葡萄汁、芝麻醬、蘋果汁的白蘿蔔澱粉酶液。
4. 步驟 3 的六種含添加物白蘿蔔澱粉酶液 10 毫升和澱粉液 10 毫升，放在 50 度的水浴槽中，等澱粉液和加入添加物白蘿蔔澱粉酶液的溫度到達我們設定的溫度後，再將二者混合成為反應液。
5. 30 分鐘後取步驟 4 反應液 5 滴加碘液 1 滴，觀察顏色變化。再取步驟 4 反應液全部放入平底試管，進行透光度測量三次。

## (三) 實驗流程：



①用小蘇打及檸檬酸配 pH5.5 的溶液



②5ml 的澱粉液加 5ml 的 pH5.5 溶液



③取白蘿蔔澱粉酶液 9 毫升



④各加入 1ml 的添加物



⑤含添加物白蘿蔔澱粉酶液 10ml



⑥澱粉酶液和澱粉液放入 50 度水浴



⑦溫度到達後澱粉液和澱粉酶液混合



⑧澱粉液和澱粉酶液混合反應 30 分



⑨取反應液 5 滴加碘液 1 滴觀察顏色



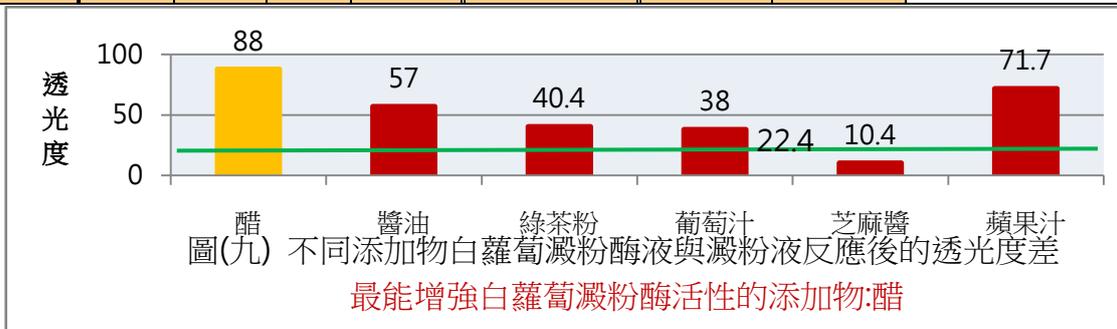
⑩進行透光度測量三次

## (四) 實驗結果：

表八 不同添加物下白蘿蔔澱粉酶液與澱粉液互相反應後顏色變化及透光度差

(澱粉液：pH 值為 5.5，反應前透光度為 6.6) (溫度：50 度)

添加物	反應後的透光度				透光度差 (後-前)	反應 30 分鐘後加碘液的顏色變化		
	(一)	(二)	(三)	平均		反應前	反應後	圖
醋	95	97	92	94.6	88	藍黑色	黃褐色	
醬油	60	63	68	63.6	57	藍黑色	紅棕色	
綠茶粉	49	46	46	47	40.4	藍黑色	紅棕色	
葡萄汁	43	47	44	44.6	38	藍黑色	紅棕色	
芝麻醬	15	20	16	17	10.4	藍黑色	紅棕色	
蘋果汁	78	75	72	78.3	71.7	藍黑色	紅棕色	



(五) 實驗討論：

1. 從表八中知道，加了醋的白蘿蔔澱粉酶液和澱粉液反應 30 分鐘之後加入碘液的顏

色變化是黃褐色，表示加了醋的白蘿蔔澱粉酶液已經將澱粉液分解為麥芽糖或葡萄糖，醋能增強白蘿蔔澱粉酶的活性。

2. 從圖九發現，這六種添加物中除了芝麻醬之外，其餘五種添加物透光度差都大於 22.4，這表示醋、醬油、綠茶粉、葡萄汁、蘋果汁能增強白蘿蔔澱粉酶活性。尤其是加入醋的反應液透光度差是 88，是六種添加物中最高的，顯示出發酵類的醋最能增強白蘿蔔澱粉酶的活性，含有鈣質的芝麻醬反而會降低白蘿蔔澱粉酶的活性。
3. 除了溫度、酸鹼度、添加物會影響白蘿蔔澱粉酶的活性之外，我們想到不同種類的澱粉和白蘿蔔澱粉酶反應是不是會形成不同的結果？於是我們進行下一個實驗。

## 八、實驗 8：在相同溫度、酸鹼度下，不同澱粉與白蘿蔔澱粉酶的反應？

(一) 澱粉種類資料蒐集與分析：通常澱粉食物吃下後會經過腸道消化酶的分解，轉變成葡萄糖被人體吸收利用，依據澱粉消化的情形，分成：可快速消化的澱粉、消化較慢的澱粉及難消化的澱粉共三種。難消化的澱粉又稱為抗性澱粉，在人體腸道中無法被水解，但能在結腸中被發酵，其性質類似膳食纖維。<取自：高雄榮總醫訊 2014 年 10 月營養專欄>從資料蒐集中我們可以知道，澱粉可以分為三大類：快速消化澱粉、慢速消化澱粉、抗性澱粉，這個實驗我們選擇班上學生最常吃的澱粉食物：剛煮熟白米飯、吐司(快速消化澱粉)；偶爾吃的澱粉食物：玉米、煮熟綠豆(慢速消化澱粉)；最不常吃的澱粉食物：糙米飯、隔夜飯(抗性澱粉)，來進行實驗，找出白蘿蔔與不同澱粉的反應，並找出反應二小時後還是紅棕色的澱粉。

### (二) 實驗步驟：

1. pH3.5 澱粉液的配置：取剛煮熟白米飯 4 克加入 200 毫升的蒸餾水。放入果汁機中打碎過濾沈澱物，重複以上步驟取得其他五種澱粉液。分別取 5 毫升的六種澱粉液各加入 5 毫升的 pH3.5 溶液，再用 pH 計測酸鹼度為 3.5，透光度為 6.6。(配置 pH3.5 澱粉液是模擬在胃的酸鹼度下)
2. 白蘿蔔澱粉酶液的配置：取白蘿蔔 100 公克加入 200 毫升的蒸餾水，放入果汁機中打碎，過濾沈澱物取得白蘿蔔澱粉酶液，取 10 毫升白蘿蔔澱粉酶液六個。
3. 將步驟 1 的六種澱粉液 10 毫升和步驟 2 的六個 10 毫升白蘿蔔澱粉酶液，放入 35 度的水浴槽中，等澱粉液和白蘿蔔澱粉酶液的溫度到達 35 度後，再將二者混合成

為反應液。(35 度的水浴槽是模擬在人體體溫下)

- 二小時後取反應液 5 滴加碘液 1 滴，觀察顏色變化。再取反應液全部放入平底試管，進行透光度測量三次。

### (三) 實驗流程：

				
①100 克白蘿蔔加蒸餾水 200ml	②4 克熟綠豆加入 200 毫升的蒸餾水	③取 10 毫升白蘿蔔澱粉酶液六個	④澱粉液加 pH3.5 溶液，測酸鹼度	⑤六種澱粉液 10 毫升
				
⑥澱粉液和白蘿蔔澱粉酶液放入水浴	⑦澱粉液和澱粉酶液混合反應 2 小時	⑧2 小時後反應液取 5 滴	⑨加入碘液 1 滴後觀察顏色變化	⑩平底試管放入儀器進行透光度測量

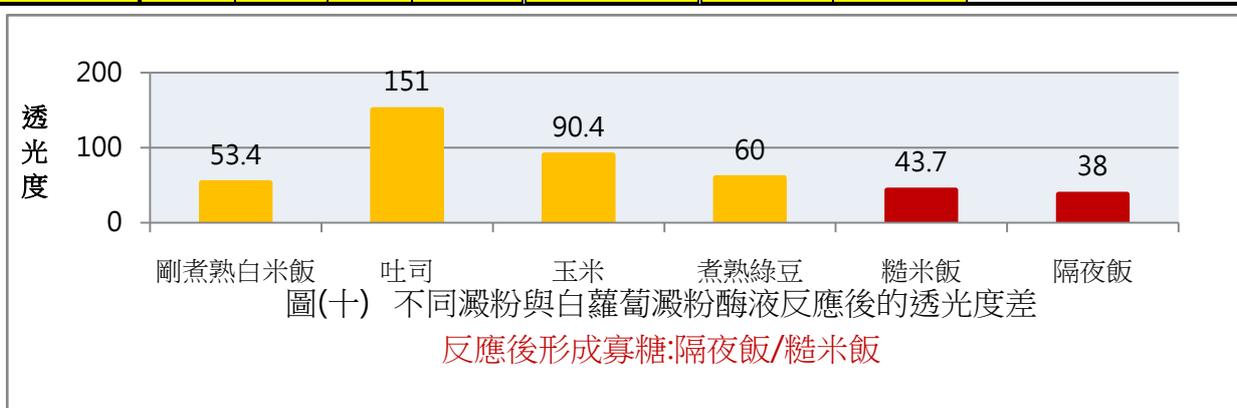
### (四) 實驗結果：

表九 不同澱粉液與白蘿蔔澱粉酶液互相反應的顏色變化及透光度

(澱粉液：pH 值為 3.5，反應前透光度為 6.6) (溫度：35 度)

澱粉	反應後的透光度				透光度差 (後-前)	反應二小時後加碘液的顏色變化		
	(一)	(二)	(三)	平均		反應前	反應後	圖
剛煮熟 白米飯	60	59	61	60	53.4	藍黑色	黃褐色	
吐司	157	160	156	157.6	151	藍黑色	黃褐色	
玉米	98	95	98	97	90.4	藍黑色	黃褐色	

煮熟綠豆	67	65	68	66.6	60	藍黑色	黃褐色	
糙米飯	49	50	52	50.3	43.7	藍黑色	紅棕色	
隔夜飯	46	46	42	44.6	38	藍黑色	紅棕色	



### (五) 實驗討論：

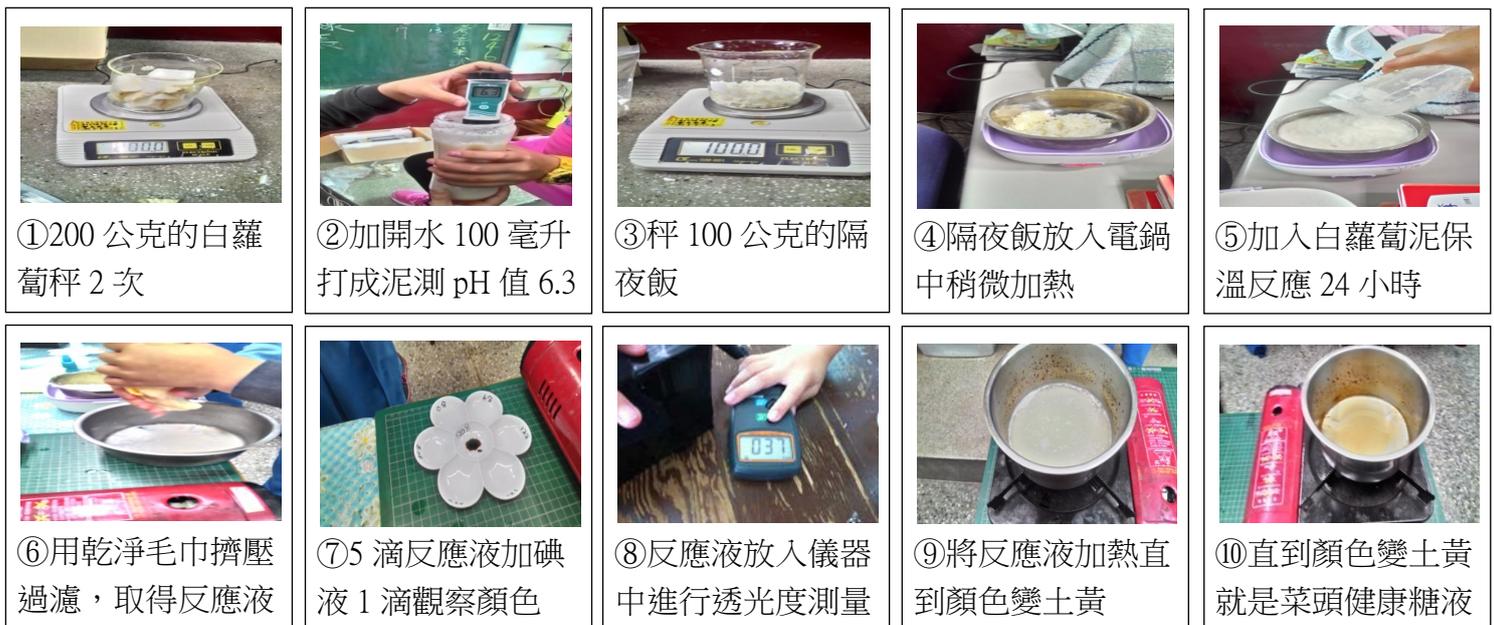
- 從表九中知道，剛煮熟白米飯、吐司、玉米、煮熟綠豆和白蘿蔔澱粉酶液反應經過二小時後，加入碘液的顏色都為黃褐色，表示快速消化澱粉、慢速消化澱粉都被白蘿蔔分解為麥芽糖或葡萄糖。但是糙米飯、隔夜飯和白蘿蔔澱粉酶液反應經過二小時後，加入碘液的顏色依舊維持紅棕色，表示抗性澱粉和白蘿蔔澱粉酶液反應最後只會形成寡糖，寡糖會幫助腸子的好菌生長，所以抗性澱粉可以多吃。
- 從圖十發現，隔夜飯的透光度差是 38，糙米飯的透光度差是 43.7，顯示出隔夜飯、糙米飯和白蘿蔔澱粉酶液反應經過二小時後是寡糖，其中以隔夜飯比較難被白蘿蔔澱粉酶分解，所以隔夜飯所含的抗性澱粉是這六種澱粉液中最多的，所以我們建議多吃隔夜飯飯配白蘿蔔泥，這樣不但不會浪費食物，還可以讓身體健康。

## 九、實驗 9：在 50 度，弱酸性條件下，使用白蘿蔔泥和隔夜飯自製菜頭健康糖？

### (一) 實驗步驟：

1. 取 400 公克的白蘿蔔加入白開水 100 毫升，放入果汁機中打成白蘿蔔泥，並測得 pH 為 6.3(弱酸)。
2. 將 100 公克的隔夜飯放入電鍋中，加入步驟 1 的白蘿蔔泥，待其溫度到達 50 度，讓其在電鍋中反應 24 小時。
3. 反應 24 小時後，用乾淨毛巾過濾去除殘渣取得反應液，取反應液 5 滴加碘液 1 滴，進行顏色觀察。再取反應液 20 毫升放入平底試管，進行透光度測量三次。
4. 將反應液加熱，直到顏色越來越深，最後變成土黃色就可以關火，冷卻後就是菜頭健康糖。

### (二) 實驗流程：



### (三) 實驗結果：

表十 白蘿蔔泥與隔夜飯互相反應後的顏色變化及透光度

	反應後的透光度				反應後加碘液的顏色變化		
	(一)	(二)	(三)	平均	反應前	反應後	圖
白蘿蔔泥與隔夜飯反應	37	42	40	39.6	藍黑色	紅棕色	

表十一 菜頭健康糖的性質

項目	特性	圖片
顏色	土黃色	
黏稠度	1. 稍微黏黏稠稠的。 2. 不像麥芽糖那麼黏。	
試吃	1. 清甜的感覺，甜味中夾帶著「菜脯」的味道。 2. 放置一星期，吃起來更好吃，「菜脯」的味道漸漸變淡。	

#### (四) 實驗討論：

1. 從表十可以得知白蘿蔔泥與隔夜飯的反應液加碘液後是紅棕色，透光度是 39.6 和前個實驗比較，確定白蘿蔔和隔夜飯自製的菜頭健康糖是寡糖。
2. 從表十一我們發現，菜頭健康糖是稍微稠稠的，顏色為土黃色，剛做好時有濃濃的「菜脯」的味道，放置一星期後，同學試吃反應還不錯，有清甜的感覺，而且「菜脯」的氣味已經漸漸消失。

## 陸、研究結論

- 一、以碘澱粉比色法來檢測具有澱粉酶的蔬果，只能看出蔬果是否含有澱粉酶，如果要比較活性的強弱，我們必須再藉由透光度的值來判斷會比較準確，所以我們又自製透光度儀器，由透光度的數值和碘澱粉顏色變化二種同時進行檢測會比較準確。
- 二、檢測七種具有澱粉酶的蔬果時，不論是碘澱粉比色法或是透光度的數值，都顯示出白蘿蔔澱粉酶活性是最強的，最能幫助消化。以部位來說，白蘿蔔肉澱粉酶活性比白蘿蔔皮及白蘿蔔葉澱粉酶活性還要強，所以吃白蘿蔔可以將皮及肉磨成泥吃。
- 三、以蘿蔔種類來說，白蘿蔔仍舊是澱粉酶活性最強的，所以吃白蘿蔔泥最能幫助消化，也就是白蘿蔔泥消化澱粉的效果最好。

- 四、在相同的酸鹼度下，溫度對白蘿蔔澱粉酶有影響，溫度越高白蘿蔔澱粉酶活性越來越強，溫度超過 70 度後，白蘿蔔澱粉酶被高溫破壞了就沒有作用。其中，溫度在 50~60 度時，透光度的數值最高，這時白蘿蔔澱粉酶活性最強，所以白蘿蔔澱粉酶的最適合溫度是 50~60 度。
- 五、在相同的溫度下，酸鹼度對白蘿蔔澱粉酶也有影響，鹼性環境會破壞白蘿蔔澱粉酶，白蘿蔔澱粉酶比較適合在酸性環境下作用。其中，酸鹼度在 5.5 時，透光度的數值最高，這時白蘿蔔澱粉酶活性最強，所以白蘿蔔澱粉酶的最適合酸鹼度是 5.5。
- 六、添加物也會影響白蘿蔔澱粉酶活性，其中發酵類添加物的醋最能增強白蘿蔔澱粉酶活性，如果吃太多飯造成消化不良時，可以吃白蘿蔔泥再加一些醋，效果會更好。含有鈣質的芝麻醬反而會降低白蘿蔔澱粉酶的活性。
- 七、不同的澱粉和白蘿蔔澱粉酶反應也會有不同的結果，其中屬於抗性澱粉的隔夜飯和白蘿蔔反應成寡糖後就不會再被分解為葡萄糖，所以抗性澱粉和白蘿蔔泥一起吃可以產生寡糖，寡糖能幫助腸子的好菌生長，所以我們要多多攝取抗性澱粉和白蘿蔔泥。
- 八、最後，我們選擇使用隔夜飯和白蘿蔔泥製作出寡糖，不但可以資源利用，還能做出幫助好菌生長又營養的菜頭健康糖，真是一舉兩得!

## 柒、參考資料及其他

- 一、楊泮池，大學普通化學實驗第十四版，國立臺灣大學出版中心，2015。
- 二、蘋果屋編輯部，圖解食物營養素，蘋果屋出版社，2007。
- 三、自然與生活科技四上，康軒出版社，2015。
- 四、學研，廚房裡的小科學家 1，三采文化，2010。
- 五、翁玉青，抗氧化的威力，沐康健康管理顧問有限公司，2011。
- 六、鶴見隆史，超級酵素，世茂出版有限公司，2014。
- 七、鶴見隆史，最強酵素餐，健行文化出版事業有限公司，2014。
- 八、高雄榮總醫訊營養專欄，2014 年 10 月。
- 九、維基百科：<https://zh.wikipedia.org/wiki/>

## 【評語】 080215

本實驗以碘澱粉比色法和自製光度計分析各類植物澱粉酶的  
含量與澱粉酶的最佳活性條件，最後以隔夜飯和白蘿蔔泥製作出菜  
頭寡糖，結果有知識性與實用性，惟透光度的量測須考慮正確的背  
景讀數。