

中華民國第 62 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國小組 化學科

第一名

080207

「飯」科學~探討米飯的抗性澱粉形成條件

學校名稱：臺中市私立華盛頓國民小學

| | |
|---|-----------------------------|
| 作者： 小六 陳愛澧 小五 曾鈺文 小五 林豈絨 小四 賴羿棠 小四 邱崇祐 小四 江宇翔 | 指導老師： 梁元菁 黃久倫 |
|---|-----------------------------|

關鍵詞：米飯、抗性澱粉、溫度

得獎感言

讓你輕鬆吃出健康的科展旅程

非常感謝這群可愛又認真的學生們，為了能夠幫助老師輕鬆減重而進行這個主題的研究，也因為這個研究主題貼近生活，所以在整個過程中大家都獲得了很多米飯的知識，實驗的時候也充滿了笑聲與歡樂。因為疫情的關係，大家擔心隨時會變成線上課程，所以都利用休息時間各自分工努力認真地完成實驗，讓整個研究能夠提前完成同時也讓實驗更完整豐富。得到第一名這份榮耀歸功於團隊中的每一個人，因此，在這裡讓每一位作者都留下一段悄悄話。

陳愛澧：首先我要先感謝所有的老師還有隊友們，以及在過程中那些曾經幫助過我的人，也要感謝爸媽不斷的鼓勵與支持。參加這 2 次科展後，我對化學也更有興趣，因此，我希望我在未來也可以持續的參加科展，並保持探究精神，經過比賽後，我覺得就算我們沒有第一名也沒有關係，因為我會永遠記得…在實驗失敗時，覺得失望卻迎向挑戰的隊友們，為此犧牲自己時間的老師，將我們從跌倒中扶起來的爸媽，和不斷支持鼓勵我們的同學。雖然我們在實驗中遇到了不少挫折，但是經過我們認真的研究還有討論，終究克服了難關，這些將成為我在國小最後一年的珍貴回憶。

曾鈺文：我要非常感謝元菁老師、久倫老師、我的同學們、我的父母、當然還有我自己。我非常感謝老師們們是因為，我們 2 連霸全國第一名了~我一輩子都不會忘記這份榮譽。我要感謝我的同學們是因為，我們團隊合作，一起度過難關。我要感謝我的父母是因為，他們在我陷入低潮時，為我加油，讓我重新找回自信。我要感謝我自己是因為，我克服自己的難關。我在這一年裡遇到了很多的難關，也有很多次想放棄，但是，我重新找回自信，讓自己學會克服難關。

林豈絨：經過一整年的努力，在大家的堅持下我們得到了全國科展第一名，我很高興可以得到這份榮耀。我要感謝我們的指導老師以及夥伴們，在過程中我們一起克服線上培訓與比賽。這一次科展讓我學到了許多化學相關知識、科學探究與團隊合作。我希望自己可以利用這些學到的經驗，在未來繼續朝全國科展的目標前進。

賴昇棠：準備這次的比賽，我們花了整整一年的時間。除了假日，還須利用每天午休的時間來做實驗，放學回家後更要趕緊將記錄寫下來。臨近比賽時，面對艱深的原理，也要想

辦法理解及背誦。這一路的辛苦，很難利用短短幾個字說明，但很高興我們如願以償。謝謝爸媽的支持，謝謝隊友的陪伴，還有指導老師的帶領，願一切榮耀歸給神。

邱崇佑：有這個榮幸加入實力堅強的團隊，除了老師願意提攜，也是朋友之間的鼓勵。能夠拚到這一刻，是完成許多不常做的任務，例如背稿、組裝機器、即席問答等等。最後，希望在未來的時光，能夠再來參加一次全國科展盛會，享受團隊合作與科學研究的快樂。

江宇翔：當我聽到我們是第一名的時候，內心充滿了驚訝與開心，回想起我們這段日子裡一起度過的點點滴滴，加上我們永不放棄的精神，這一年的努力終於值得了。我想感謝我們的指導老師，她讓我們學習到了許多知識，也讓我們了解到團隊結合的重要性，也要感謝我的隊友們，讓我留下美好的回憶。



我們準備好來挑戰台中市市賽，高舉第一希望能順利進入全國賽



今年多了一個影片介紹，我們利用假日來學校錄影~



拿到全國科展第一名啦

摘要

近幾年來減醣飲食成為減重妙招，而抗性澱粉就成為熱門關鍵字。本實驗將針對臺灣飲食中最常吃的「米」進行抗性澱粉形成條件的探討。

我們自製了硬度與黏度測量機比較常食用的四種米，結果發現當抗性澱粉增加時，米飯會變硬、黏度下降，而直鏈澱粉含量越高的米經過 5°C 儲藏後抗性澱粉增加，隨者儲藏時間增加而變多；米飯水分越多，經 5°C 儲藏不會增加抗性澱粉含量；煮飯時添加油脂、醋及食鹽都能增加抗性澱粉的形成。最後，我們將冰過的米飯進行復熱，發現利用微波爐加熱 30 秒可以保留較多的抗性澱粉又能吃到熱熱的米飯。

飲食中增加抗性澱粉可適當降低糖類的攝取，因此，選對米飯並利用低溫冷藏增加抗性澱粉含量，可以讓你在平日飲食中輕鬆吃出健康。

壹、前言

一、研究動機

世界衛生組織指出「肥胖是一種慢性疾病」，呼籲重視肥胖對健康的危害。比起健康體重者，肥胖者發生糖尿病、代謝症候群及血脂異常的風險超過 3 倍，發生高血壓、心血管疾病、膝關節炎及痛風也有 2 倍風險。研究證實，當肥胖者減少 5% 以上體重，就可以為健康帶來許多益處，高血壓、糖尿病等與肥胖相關疾病將可改善。目前流行的減醣飲食，讓成功減重不再困難，其中「抗性澱粉食物」，對於瘦身、控糖、降血脂，也都非常有效。

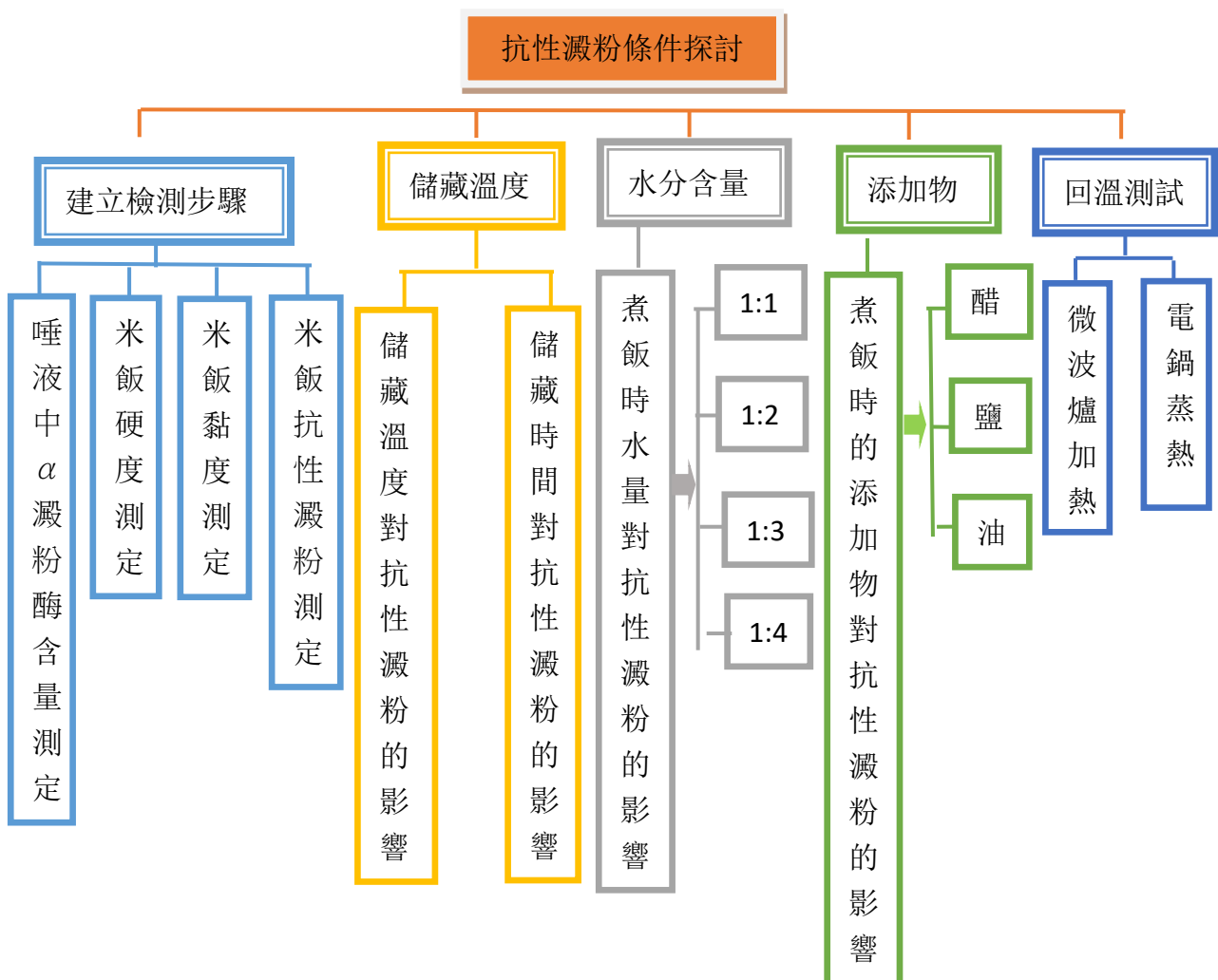
在台灣長大的人幾乎都會說：我是吃米飯長大的！可見米飯、米食在台灣是多麼重要的主食和生活必需品，米飯也是我們飲食中主要澱粉的來源。而米飯中的抗性澱粉又稱回凝澱粉：是澱粉先加熱糊化後又再冷卻所產生的，所以只要把米飯放涼了吃，就能得到抗性澱粉，吃飯就不發胖了，真的是這樣的嗎？不同的米都能產生相同的抗性澱粉嗎？

針對這些好奇，我們想探究臺灣飲食習慣中常使用的四種米，在不同儲藏溫度下產生抗性澱粉的情形。另外，烹煮時的水量或是否有添加其他物質(例如：油、鹽、醋等..)是否也會影響抗性澱粉的生成?那儲藏後的米飯產生的抗性澱粉就能一直存在嗎?我們希望能藉由探究整理出米飯中抗性澱粉的條件，讓大家輕鬆懂得怎麼吃飯才會更健康。

二、研究目的

- 一、建立各項檢測標準
- 二、儲藏溫度對抗性澱粉的影響
- 三、水分含量對抗性澱粉的影響
- 四、添加物對抗性澱粉的影響
- 五、復熱米飯對抗性澱粉的影響

三、概念圖



四、文獻探討

(一)臺灣米的種類

以米質特性來區分，台灣稻米可分為三大類，分別是：粳稻、秈稻、糯稻。

1.粳稻：粳稻所生產之米稱粳米，米粒多呈圓短，米粒晶瑩透明，含有 17%直鏈澱粉，83%支鏈澱粉，煮熟後黏性較在來米大，但較糯米小。煮成白飯，有點黏又不太黏，香 Q 有彈性，食味佳，目前為臺灣主要食用米類，遇碘呈暗藍色。

2.秈稻：秈稻所生產之米稱秈米，米粒多呈細長狀，粒形扁平，黏性弱，脹性大，遇碘呈鮮藍色。臺灣秈米俗稱在來米，煮熟後米飯較乾，鬆散無黏性。

3.糯稻：糯稻所生產之米稱糯米，米粒形狀與粳米相近，煮熟後米飯黏性較粳米強，不易老化，適用於製酒，故又稱酒米，遇碘呈紫色。又可分長糯米（秈糯）、圓糯米（粳糯）。

| 種類 | 粒形 | 直鏈澱粉含量 | 煮飯時之加水量 | 米飯風味 | 加工食品 |
|---------------|------------|--------|------------|-------------------------|---------------------|
| 在來米 (秈稻) | 細長或 短圓 | >25% | 米量之 2.1 倍 | 不黏、鬆散、較硬、無光澤，部分品種有香味。 | 米粉、菜頭粿、板條等。 |
| 蓬萊米 (粳稻) | 短圓 | 15~20% | 米量之 1.35 倍 | 較黏、具彈性、較具光澤，少數品種有香味。 | 平常食用之白米飯。 |
| 糯米 | 短圓 (粳糯) | 0~5% | 米量之 1.2 倍 | 濕粘且軟，光澤佳。圓糯有甜膩味。 | 圓糯製作年糕、麻糬、紅龜粿、鹼粽等。 |
| | 細長 (秈糯) | 0~5% | 米量之 1.2 倍 | 長糯有類似在來米之清香味，再加上較淡之甜膩味。 | 長糯製作肉粽、米糕、飯糰、珍珠丸子等。 |

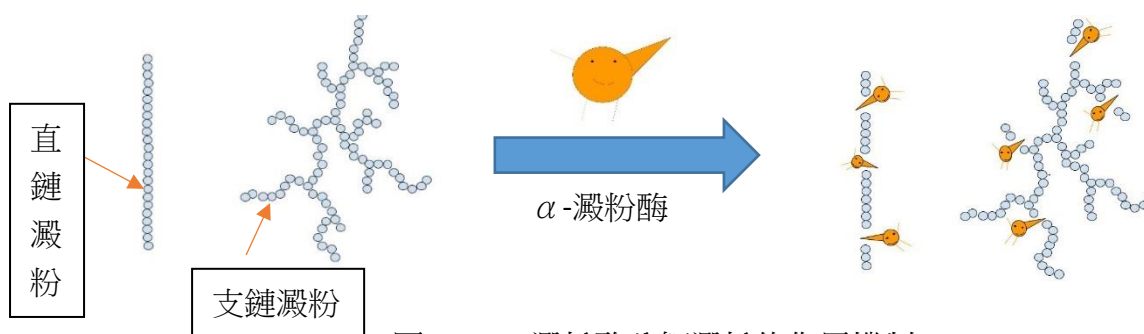
2. 相關研究主題的搜尋與分析：

| 屆別 | 題目 | 研究焦點 |
|-----------|---------|--|
| 全國科展 53 屆 | 模「飯」生 | 本研究主要是研究要如何蒸出好吃的飯。最後找到蒸出「粒粒分明的飯」最簡單的方法、利用「改變蒸的時間」就可以輕鬆調整飯的硬度；冷飯也只要短短 6 分鐘就可以變好吃！ |
| 全國科展 20 屆 | 選米煮飯學問大 | 本研究在探討：一餐吃掉多少米？一粒米又有多重？一杯米要放多少水，才能像電視廣告中所說的香噴噴，QQ 的飯來。 |

在歷屆科展報告中，對於米飯相關的主題很少，主要在研究如何煮出好吃的米。但對現在飲食習慣而言，除了米飯要好吃外，更要吃的健康。因此，我們將利用他們所探究出來的煮飯方法來蒸出好吃的米，再進一步探討抗性澱粉在不同種類的米產生的情形。

(二) 抗性澱粉

1. 抗性澱粉也是澱粉，稱之為「抗性」(Resistant starch, RS)，是因為它不能被胃和小腸水解、消化及吸收，不能像一般碳水化合物被人體分解成葡萄糖(一般人體分解澱粉的作用機制如下圖一)，再吸收到血液當中成為熱量，作為能量來源。



圖一、 α -澱粉酶分解澱粉的作用機制

至於哪些食物中有抗性澱粉？這可以從抗性澱粉的 4 種類型來看。

第一類 (RS1)：是指原本就具有可防止消化的物理特性，例如種子、豆類及五穀雜糧等全穀類未加工的食物，含有較多的抗性澱粉，因為他們的澱粉質被包住在食物基質中，受到蛋白質成分影響，所以無法被腸胃道中的澱粉酵素所消化，但若經由磨碎或咀嚼，就可能減少抗性澱粉。

第二類 (RS2)：存在於食物天然型態之中，仍然是生的、無法完全糊化的物質，本身就具有抗性，例如生的馬鈴薯、未熟的青香蕉等。這一類食物的抗性澱粉含量是四類中最高的，但一般人卻不可能吃生的馬鈴薯或未熟的香蕉。

第三類 (RS3)：指的是澱粉經過加熱糊化之後冷卻，進而產生化學結構改變造成的變性澱粉，又稱回凝澱粉。比如烹煮後放涼冷卻的米飯，以及煮熟降溫的馬鈴薯、烘焙烤熟又放冷的麵包、玉米片等，都有這類抗性澱粉。

第四類 (RS4)：是在實驗室裡採用化學加工方式製作，將第三類的變性澱粉純化後變成粉末，可直接加在纖維較少的優格或牛奶裡，或是用取自玉米、小麥或馬鈴薯等穀粒或根部的天然澱粉，經由化學處理後，改變食物原來的物理特性而製成的修飾澱粉 (Modified starch)。由於這一類抗性澱粉不會因為烹調方式而減少，可成為食品加工業善加利用的武器。

2. 相關研究主題的搜尋與分析：

| 屆別 | 題目 | 研究焦點 |
|-----------|---------------------|---|
| 全國科展 61 屆 | 珍珠新「葛」命—「抗性」珍珠生成之道 | 本實驗以樹薯與葛鬱金粉做成珍珠，利用冷藏及加椰子油來增加抗性澱粉含量。觀察到冷藏能使兩種珍珠的抗性澱粉含量有效提升，但加油較無成效，同時珍珠冷藏回溫後彈性不變且維持較高含量的抗性澱粉。 |
| 全國科展 55 屆 | 碘食呈經～澱粉碘液呈色及穀物分解探討 | 研究中探討溫度、酸鹼和還原糖是否影響澱粉碘液反應呈色。研究結果發現透過不同濃度的澱粉水溶液與碘液的反應，確認澱粉含量和碘液之間呈現極佳的線性關係，可依據此測定澱粉含量變化。 |
| 全國科展 51 屆 | 誰是口水王—唾液澱粉酶對澱粉的消化作用 | 探討澱粉消化與不同身材的人之間的關係。結論：BMI 指數較高及體重較重的人唾液分解澱粉的效率較佳。溫度較高時澱粉分解較快。酸性環境下澱粉分解速度高於鹼性環境。唾液澱粉酶加熱後會失去活性。 |

米飯裡的抗性澱粉是屬於**第三類 (RS3)**是澱粉糊化後再冷卻產生的，因此，我們想研究米飯中抗性澱粉的生成條件就必須從影響澱粉糊化的因子以及澱粉冷卻溫度來探討。所以，我們將對以下變因進行探究：米飯儲藏溫度、儲藏時間、水分對澱粉糊化的影響以及添加油、鹽、醋對澱粉糊化的影響，找出影響米飯抗性澱粉形成的條件。

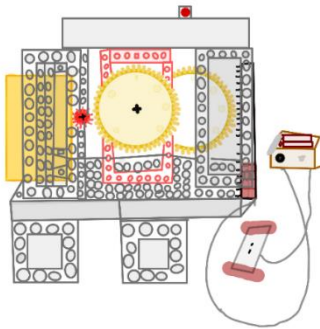
貳、研究設備與器材

為了能夠準確的分析比較米飯的差異，我們設計了一系列的標準實驗流程和量化測量方法。

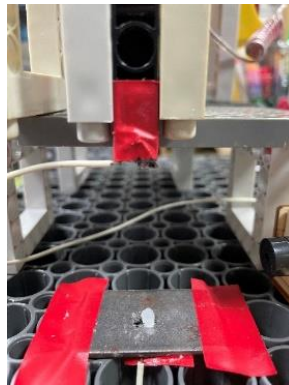
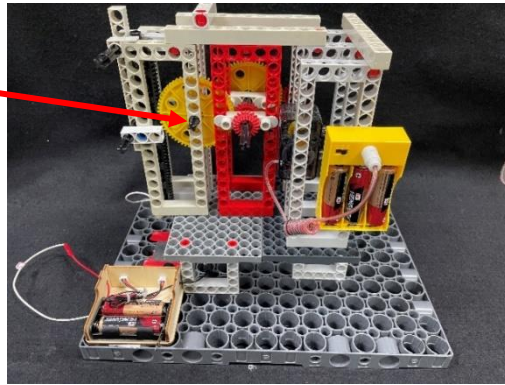
一、米飯的硬度檢測

設計原理：在硬度檢測的方面，我們利用馬達帶動齒輪控制美工刀片的升降，將米粒放在鐵片上接上蜂鳴器，當刀片下降切斷米粒時，蜂鳴器響起，記錄刀片下降到蜂鳴器響起的時間，用時間的長短做為米粒硬度大小的判斷。

我們利用馬達先連接第一組齒輪組，再讓第一組齒輪組帶動第二組齒輪，同樣讓小齒輪帶動大齒輪，讓下降速度變慢。



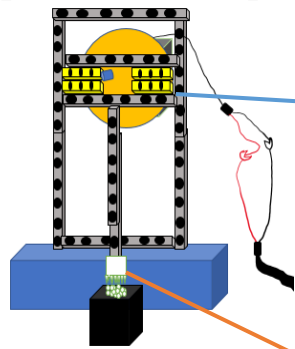
圖二、手繪米飯硬度機設計圖



將美工刀片與放米粒的鐵片接上電線，鐵片連上蜂鳴器，當刀片碰到鐵片時蜂鳴器會響起。

二、米飯的黏性檢測

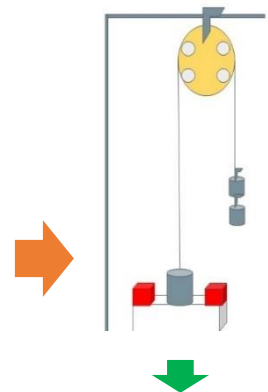
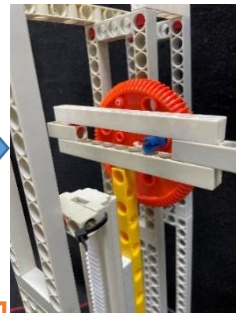
設計原理：我們觀察製作麻糬的過程，設計了一台搗米機，利用蘇格蘭軛產生垂直移動，下方裝上小槌子，用敲打讓米粒產生黏性。之後將敲打好的米飯放在鐵片上，用重物壓緊，再用電磁鐵吸附鐵片，用砝碼測量鐵片脫離壓克力板的重量。



圖三、搗米機設計圖

利用蘇格蘭軛產生垂直移動，下方裝上小槌子，讓米粒產生黏性。

利用 3D 列印做出適合積木的小槌子，設計的尖刺增加接觸面積。



利用定滑輪與電磁鐵進行黏度測試。

三、製冷晶片溫控系統

1.設計原理：製冷晶片是一種通過直流電流就可自由進行冷卻、加熱和控制溫度的半導體，在這個晶片上有兩個元件，分別是 N 型半導體和 P 型半導體，直流電流通過後，就會由 N 型半導體流向 P 型半導體並且吸收熱量，成為冷端，接著，又由 P 型半導體流向 N 型半導體並且釋放熱量，成為熱端。我們藉由溫度控制器控制溫度，讓製冷晶片能達到我們所設定溫度進行溫控。

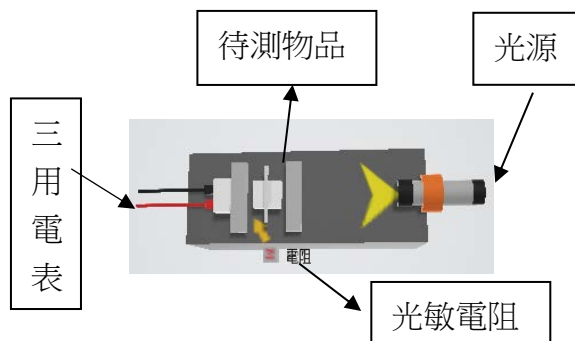
2.操作步驟：我們依照說明書將以下器材組裝成製冷晶片溫控系統。

| 製冷晶片溫控系統 | 所需材料 | | | |
|--|--|--|---|---|
| |  |  銅管散熱器 |  冷端散熱鰭片 |  製冷片 |
|  電源供應器 | |  鰭片風扇 |  抽風扇 |  保麗龍箱 |

四、澱粉液的萃取與透明度檢測

1.設計原理：

利用光敏電阻量測澱粉液的透光度來檢測萃取濃度，用於判定萃取是否完全。



圖四、光敏電阻設計圖






2.實驗所需儀器

| | | | | |
|--|---|--|--|---|
|  食物攪拌棒 |  三用電表 |  小型吸塵器 |  布式漏斗 |  光源 |
|  錐形抽濾瓶 |  電子天秤 |  計時器 |  紗布 |  光敏電阻 |

五、米飯烹煮的標準流程

1.設計原理：我們參考第 53 屆全國科展國小組生活應用科第二名作品「模飯生」的研究結果中的流程作為本次實驗米飯烹煮的標準程序。

2.操作步驟：

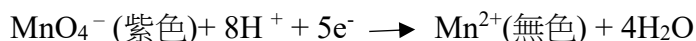
| | | | | |
|---|---|---|--|---|
|  |  |  |  |  |
| 1.將米清洗 3 次 | 2.倒入等量的水 浸泡 25 分鐘 | 3.再將水倒掉 | 4.米擦乾 | 5.依照 1(米) : 1.2(水)比例放入 電鍋煮 |

圖五、米飯烹煮的標準流程

六、葡萄糖濃度的測定

1.原理介紹：澱粉是屬於多醣類，由澱粉糖及膠澱粉所組成的大分子化合物。吃飯時咀嚼太久會覺得有甜味，是因澱粉經由唾液中的澱粉酶催化，先分解成麥芽糖，再分解成葡萄糖。一般檢測葡萄糖都是使用本氏液測量，許多研究結果顯示，本氏液可以判斷是否有葡萄糖的存在，但很難做準確的定量。因此，我們找到利用過錳酸鉀檢測葡萄糖的方法，葡萄糖與紫色的過錳酸鉀離子 (MnO_4^-) 反應，將其還原成無色的錳離子 (Mn^{2+})。

該反應的離子方程式如下：

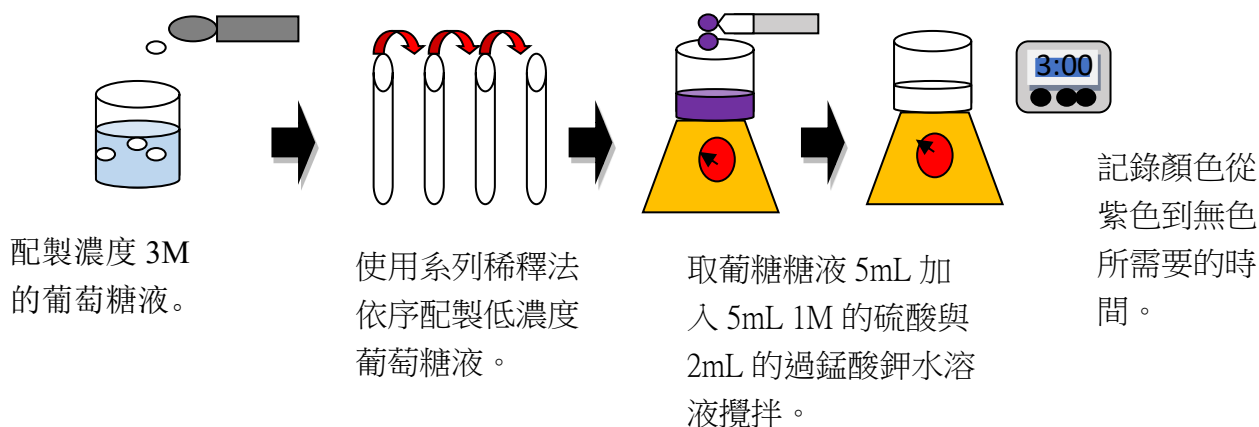


溶液中葡萄糖的濃度，決定了標準過錳酸鉀溶液被脫色所需的時間。故此，利用一系列已知濃度的葡萄糖溶液，分別測定它們使標準過錳酸鉀溶液脫色的時間，便可繪製出一條標準曲線。這標準曲線可用作估算不同葡萄糖溶液的濃度。

2.操作步驟：







(1) 3M 的葡萄糖溶液配置：54 克葡萄糖粉末先溶於少量去離子水中再定量到 100mL。

(2) 過錳酸鉀溶液配置：0.4 克過錳酸鉀溶於 1 公升去離子水



圖六、葡萄糖標準曲線實驗步驟

3. 實驗所需儀器與藥品

| | | | | |
|----|---|---|---|---|
| 儀器 |  |  |  |  |
| | 恆溫水浴槽 | 磁石攪拌器 | 微量吸管 | 計時器 |
| 藥品 |  |  |  |  |
| | α-澱粉酶 | 1M 硫酸 | 葡萄糖 | 過錳酸鉀 |

參、研究過程

研究一、建立米飯中抗性澱粉的檢測方法





實驗一-1、唾液中 α-澱粉酶的濃度測定

(一)研究方法：

澱粉酶是唾液裡最重要的酵素，但每次使用唾液做實驗很容易產生實驗誤差，因此，我們想使用市售 α-澱粉酶減少誤差。將市售 α-澱粉酶配製成不同濃度與定量的澱粉萃取液進行反應，再與唾液中的澱粉酶做比較，找出接近唾液澱粉酶的濃度。

(二)操作步驟：

1. 萃取澱粉液：

| | | | |
|---|---|--|---|
|  |  |  |  |
| 1. 秤 30 克的米飯加入 100mL 的水。 | 2. 用食物攪拌棒打碎 1 分鐘。 | 3. 抽氣過濾 1 分鐘，取濾液。 | 4. 檢測濾液的透光度。 |

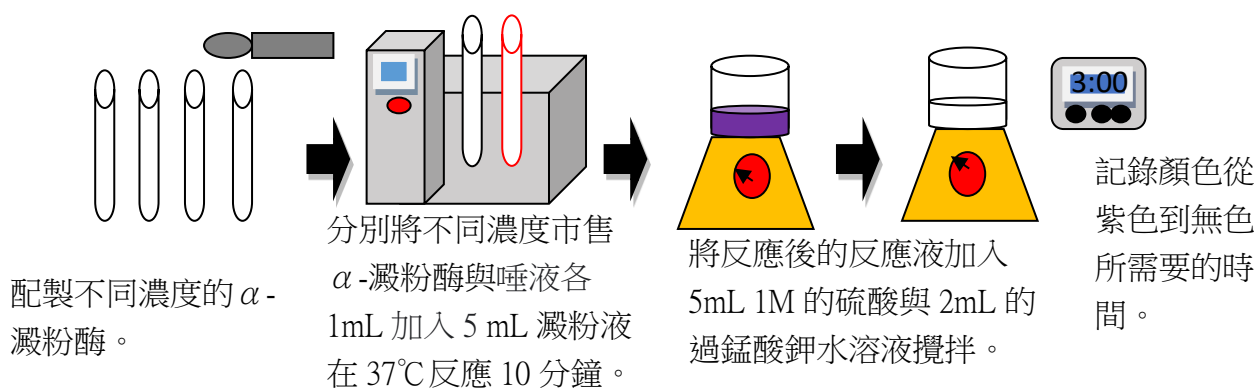
2. 唾液取樣(步驟參考全國科展 51 屆「誰是口水王—唾液澱粉酶對澱粉的消化作用」)

(1)請捐贈者早餐後確實刷牙漱口

(2)收集前一節下課喝一杯 300mL 溫水

(3)收集時不說話、不攪動舌頭，使唾液不生泡沫，收集於實驗前完成。

3. 唾液中 α -澱粉酶的濃度測定








圖七、唾液中 α -澱粉酶的濃度測定實驗流程

實驗一-2、0.5% α -澱粉酶的反應時間測定

(一)研究方法：

反應速率是在化學反應中反應物轉變成生成物的速度，不同反應的速率有所不同。影響反應速率的因素有：反應物本身的性質、外界因素：溫度，濃度，壓力、催化劑、反應物顆粒大小等...。所以，我們將反應時間作為操縱變因，酵素濃度、反應溫度、反應碰撞的速度做為控制變因，找出此酵素分解澱粉的反應時間。

(二)操作步驟：

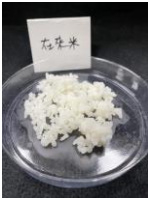
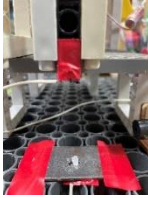


| | | | | |
|---|---|---|--|---|
|  |  |  |  |  |
| 1.秤 30 克的米飯加入 100mL 的水，用食物攪拌棒打碎 1 分鐘 | 2.抽氣過濾 1 分鐘，取濾液 | 3.檢測濾液的透光度 | 4.將 1mL α -澱粉酶加入 5 mL 澱粉液在 37°C 反應 5、10、15、20、25 分鐘。 | 5.記錄顏色從紫色到無色所需要的時間。 |

實驗一-3、四種米飯的硬度檢測

(一)研究方法：

一般人在食用米飯時，米飯的軟硬度與黏性決定了對米飯的喜好。從米粒的結構來看「澱粉、蛋白質、含水量」三大關鍵影響口感，而在抗性澱粉形成後是否會影響到米飯的硬度與黏性?因此，我們選用了臺灣常食用的四種米：蓬萊米、在來米、圓糯米與長糯米做硬度比較檢測，利用馬達帶動齒輪控制美工刀片的升降，將米粒放在鐵片上接上蜂鳴器，當刀片下降切斷米粒時，蜂鳴器響起，記錄刀片下降到蜂鳴器響起的時間，用時間的長短做為米粒硬度大小的判斷。

(二)操作步驟：






| | | | |
|---|---|--|---|
|  |  |  |  |
| 1.利用電子游標尺選取 10 顆大小接近的米粒。 | 2.將米粒擺放在鐵片上。 | 3.當蜂鳴器響起記錄下時間。 | 4.利用平板的馬錶記錄並算出平均。 |

實驗一-4、四種米飯的黏度檢測

(一)研究方法：

我們觀察製作麻糬的過程，設計了一台搗米機，利用蘇格蘭軛產生垂直移動，下方裝上小槌子，用敲打讓米粒產生黏性。之後將敲打好的米飯放在鐵片上，用重物壓緊，再用電磁鐵吸附鐵片，用砝碼測量鐵片脫離壓克力板的重量。我們利用此流程檢測四種米的黏性。

(二)操作步驟：

| | | | | |
|--|--|--|---|--|
|  |  |  |  |  |
| 1.秤量 2 克的米，利用搗米機搗 5 分鐘。 | 2.將搗好的米放在壓克力板上。 | 3.將鐵片放在米上，用重物壓 10 分鐘。 | 4.利用電磁鐵吸起鐵片。 | 5.利用定滑輪裝置添加砝碼，記錄當鐵片脫離壓克力板的砝碼顆數。 |

實驗一-5、四種米飯的抗性澱粉含量

(一)研究方法：

四種米飯抗性澱粉的含量會有多少呢？我們參考全國科展 61 屆：珍珠新「葛」命—「抗性」珍珠生成之道研究中利用 Resistant Starch assay kit (Megazyme) 測定抗性澱粉含量。

(二)操作步驟：

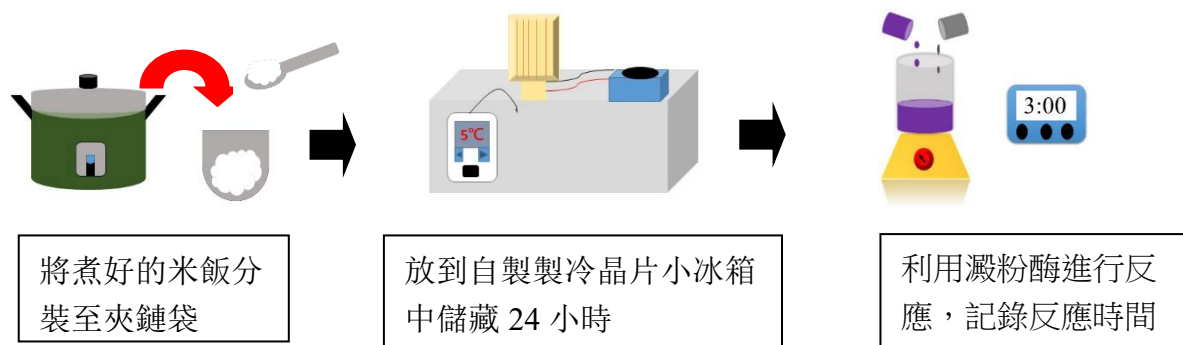
- 1.取 0.5 g 樣品，加入 4 mL 的 α -amylase 和 Amyloglucosidase，置入 37 °C 水浴 16 小時。取出後加入 4 mL 99 % 乙醇，均勻混合後離心，將沉澱物加入 2 mL 的 50 % 酒精後震盪，再加入 6 mL 的 50 % 酒精並混合均勻離心。
- 2.添加 2 mL 2 M KOH 和攪拌子至試管中，於冰浴中攪拌 20 分鐘，再加入 8 mL 醋酸緩衝溶液攪拌，立即加入 0.1 mL AMG，置於 50 °C 水浴中 30 分鐘，取 0.1 mL 樣品，加入 3 mL GOPOD 試劑，在 50 °C 水浴中作用 20 分鐘，測 510 nm 吸光值。

研究二、儲藏溫度對產生抗性澱粉的影響

(一)研究方法：

抗性澱粉有 5 個產生途徑，其中之一，就是「老化回生」過程中所產生的抗性澱粉。澱粉食物幾乎都需要烹煮熟了再吃，這是因為天然食物的澱粉是以「澱粉粒」形式打包存在的，它們是捆在一起，很難消化的。再加了足夠的水並加熱到一定溫度之後，澱粉分子從澱粉粒裡跑出來，和水分子親密擁抱在一起，食物的質地變得柔軟黏稠，人體的消化酶也容易接觸並消化，這個過程叫做「糊化」。但是放冷之後，時間變長，一部分已經糊化的澱粉就又回到生澱粉的狀態，不容易被人消化。這個過程叫做「老化回生」，意思就是從熟澱粉狀態向生澱粉狀態倒退。這些因為老化回生不再好消化的澱粉，就屬於抗性澱粉的一類，RS3。由於不同種類的米組成成分不相同，那在不同儲藏溫度下澱粉老化回生的情形是否相同呢？哪一種溫度能產生最多的抗性澱粉呢？我們將四種不同種類的米：蓬萊米、在來米、圓糯米與長糯米儲藏在 5°C、10°C、15°C、20°C，經過 24 小時後，測量儲藏後澱粉經 α -澱粉酶分解後葡萄糖的變化。

(三)操作步驟：

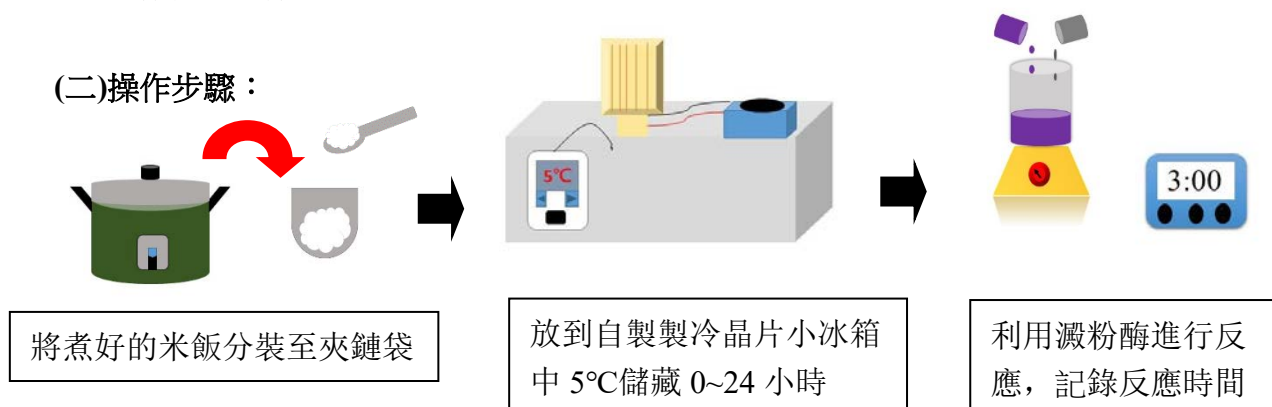


研究三、儲藏時間對產生抗性澱粉的影響

(一)研究方法：

在儲藏溫度的實驗中我們發現抗性澱粉在 5°C 儲藏 24 小時後明顯增加，雖然冰箱屬於低溫環境，有助於抑制微生物的生長繁殖，但米飯在冷藏越久細菌滋生的機率越高。因此我們想了解米飯在 5°C 儲藏時，時間對其產生抗性澱粉的影響，找出抗性澱粉在 5°C 形成最大量所需要的時間。

(二)操作步驟：

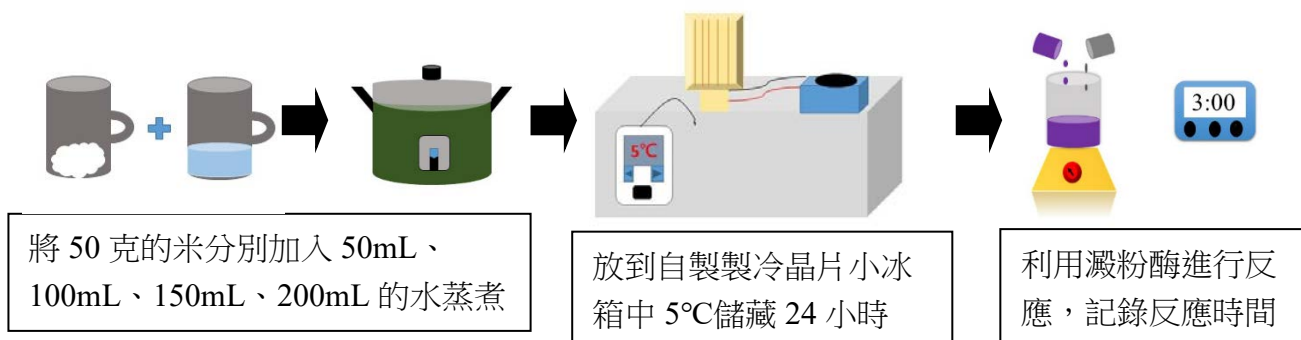


研究四、煮飯時的水量對米飯產生抗性澱粉的影響

(一)研究方法：

煮飯的過程是稱作「糊化」，澱粉的糊化，是將澱粉混合於水中並加熱，達到一定溫度後，澱粉粒溶脹形成黏稠均勻的透明糊溶液。澱粉糊化本質是水進入澱粉內的微晶束，破壞澱粉分子間的結合狀態，使澱粉分子失去原有的排列。那經過不同水量烹煮會影響到澱粉「老化」的程度嗎？因此，我們利用烹煮水量當做操作變因，探討不同水量對米飯形成抗性澱粉的影響。

(二)不同水量蒸煮米飯操作步驟：



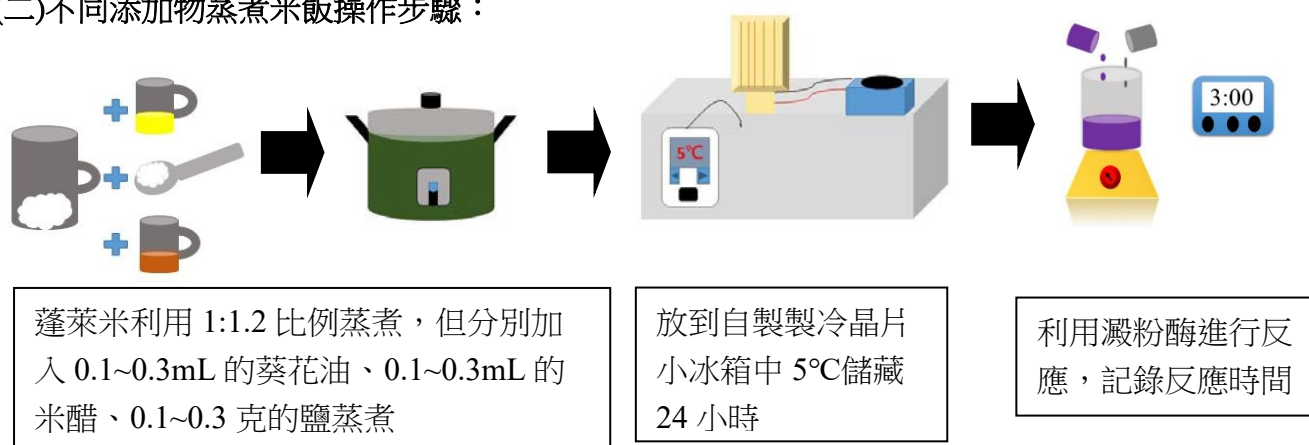
研究五、添加物對米飯產生抗性澱粉的影響

實驗五-1、添加物含量對米飯產生抗性澱粉的影響

(一) 研究方法：

網路上流傳很多煮飯的技巧，除了煮飯時要浸泡水之外，很多人會額外添加鹽、醋或油增加米飯的口感與香氣。在查詢文獻資料後發現，影響澱粉老化的因子除了溫度、水分外還有酸鹼度、醣類等..因此，我們在煮飯時分別添加醋、鹽和油，探討不同添加物對米飯形成抗性澱粉的影響。

(二)不同添加物蒸煮米飯操作步驟：

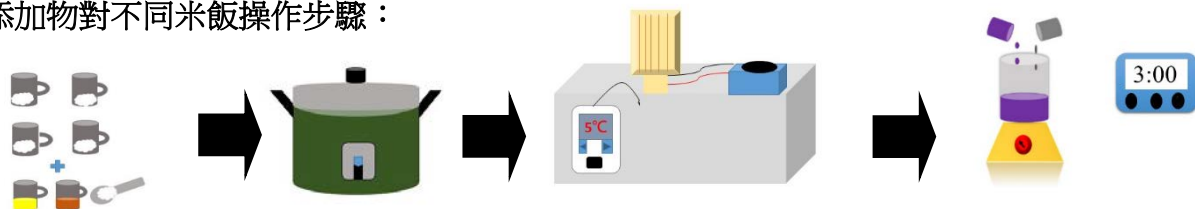


實驗五-2、添加物對不同米飯產生抗性澱粉的影響

(一) 研究方法：

經由實驗五-1 我們發現添加食鹽、油脂與醋皆會增加蓬萊米產生抗性澱粉，但是不同米飯的澱粉組成不同，那其他米飯是否也會有一樣的結果呢？因此，我們將 0.3 克的食鹽、油脂、醋分別加入蓬萊米、在來米、圓糯米與長糯米，比較這些添加物對直鏈澱粉與支鏈澱粉的影響。

(二)添加物對不同米飯操作步驟：



將四種不同的米分別加入 0.3mL 的葵花油、0.3mL 的米醋、0.3 克的鹽蒸煮

放到自製製冷晶片小冰箱中 5°C 儲藏 24 小時

利用澱粉酶進行反應，記錄反應時間



研究六、復熱對米飯產生抗性澱粉的影響

(一)研究方法：






若是要食用隔夜菜，至少要用 70°C 高溫徹底加熱，才能殺死細菌。「低溫儲藏」可以讓米飯產生較多的抗性澱粉，但是，米飯經過冷藏後硬度變高，口感不佳，再加上依照我們國人的飲食習慣，大家習慣食用熱騰騰的米飯，所以經過復熱後的米飯其抗性澱粉還會存在嗎？我們將利用目前臺灣最愛食用的蓬萊米進行復熱實驗，利用電鍋與微波爐將米飯復熱至 70°C 後比較抗性澱粉含量差異。

(二)操作步驟：

1.微波爐復熱實驗流程：

| | | | | |
|---|---|---|--|---|
|  |  |  |  |  |
| 1.秤 10 克的米飯 | 2.利用微波爐加熱 30~120 秒 | 3.紅外線溫度計測量米飯復熱後的溫度 | 4.進行 α -澱粉酶分解反應。 | 5. 記錄顏色變化的時間。 |

2.電鍋復熱實驗流程：

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
|  |  |  |  |  |
| 1.秤 10 克的米飯 | 2.利用電鍋加熱 2-6 分鐘 | 3.測量米飯復熱後的溫度 | 4.進行 α -澱粉酶分解反應。 | 5.記錄顏色變化的時間。 |

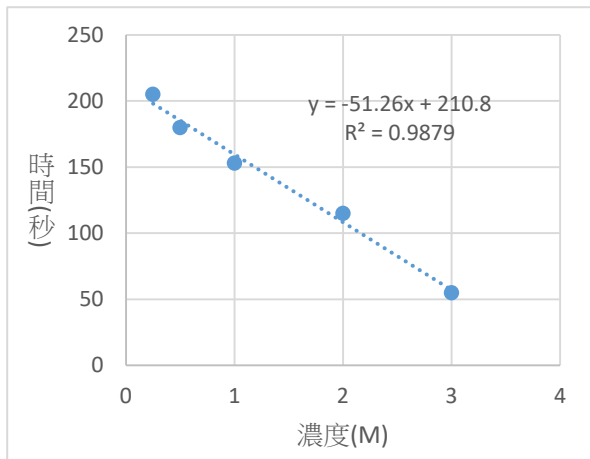
肆、研究結果

研究一：建立米飯中抗性澱粉的檢測方法

一、實驗一-1、唾液中 α -澱粉酶的濃度測定

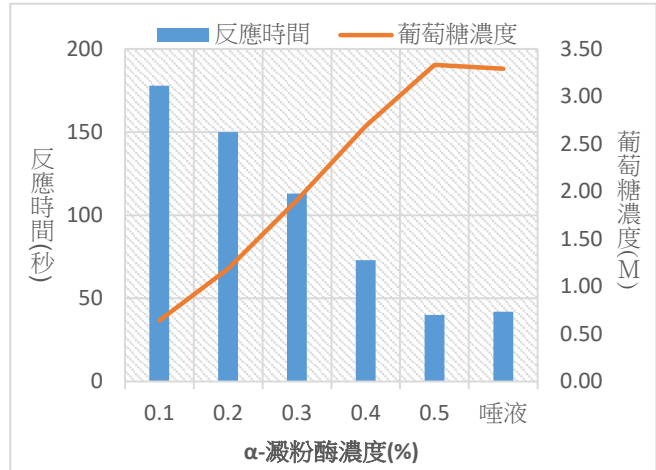
(一)實驗數據：

1. 葡萄糖標準曲線



圖八、葡萄糖標準曲線

2. 唾液中 α -澱粉酶的濃度測定



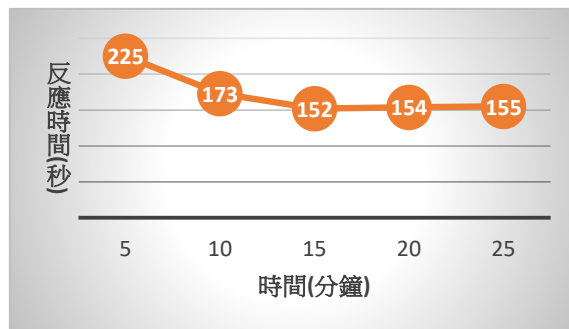
圖九、唾液中 α -澱粉酶的濃度測定

(二)研究結果討論：

1. 我們利用過錳酸鉀檢測葡萄糖濃度，透過顏色變化的時間與葡萄糖濃度得到一條回歸線($y = -51.26x + 210.8$)，之後利用測得時間帶入公式，就可以得到澱粉經 α -澱粉酶反應後所產生葡萄糖的含量。
2. 我們發現唾液中 α -澱粉酶濃度在市售 α -澱粉酶濃度 0.4~0.5%之間，但較接近 0.5%，所以我們在之後的研究中將使用 0.5%市售 α -澱粉酶模擬唾液。
3. 那 0.5% α -澱粉酶需要多久的反應時間才能完全作用完 5mL 的澱粉萃取液呢?

二、實驗一-2、唾液中 α -澱粉酶的濃度測定

(一)實驗數據：



圖十、 α -澱粉酶的反應時間測定

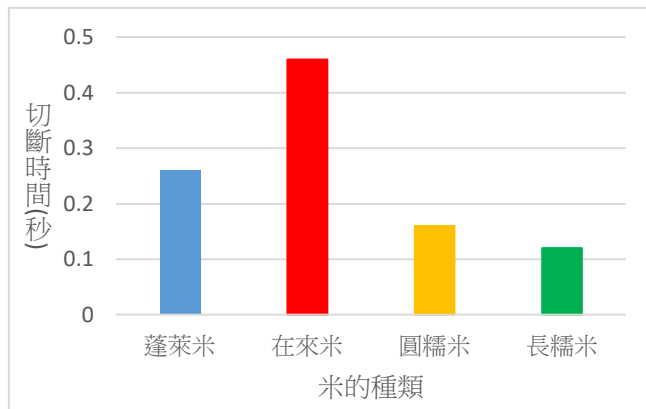
(二)研究結果討論：

1. 在結果中發現當反應時間超過 15 分鐘後，葡萄糖的量不會再隨著時間增加而增加，可以推斷 0.5% 1mL α -澱粉酶在 37°C反應 15 分鐘可將 5 mL 澱粉液中的澱粉完全分解。
2. 綜合上述實驗結果，我們將利用 0.5%的 α -澱粉酶在 37°C反應 15 分鐘來檢測澱粉分解情形。

3. 而抗性澱粉被定義為在人體消化道中不能被消化吸收的澱粉。簡單說，它雖然在化學結構上是貨真價實的澱粉，但不能被人體分解成葡萄糖，然後被吸收到血液當中，作為人體的能量來源用掉。所以，我們利用米飯中的澱粉被澱粉酶分解成葡萄糖的量來判斷其抗性澱粉是否有增加。

三、實驗一-3、四種米飯硬度檢測

(一)實驗數據：



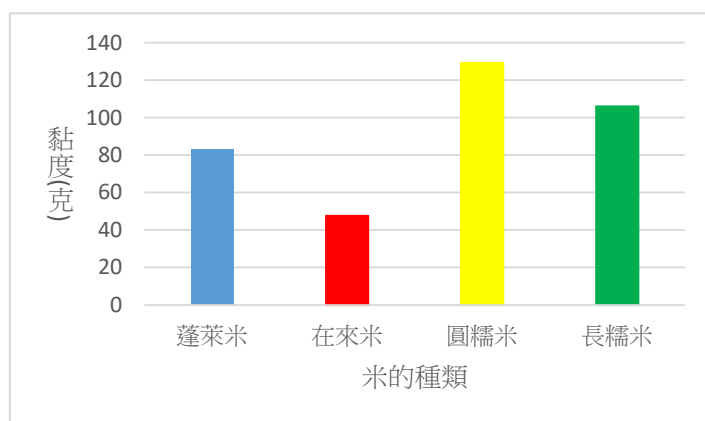
圖十一、不同種類米飯硬度比較

(二)研究結果討論：

1. 我們一開始設計只用一組齒輪，發現速度太快來不及反應計時，所以，又增加了第二組齒輪再次減速，為了減少人為誤差，每次實驗都檢測 10 顆米粒，去除掉差異較大的實驗數值，再平均實驗數據，而對照組則是不放米粒檢測刀片直接碰到鐵片的時間，將實驗組數值減去對照組，做為米粒硬度的大小值。
2. 經由檢測發現：在來米的硬度最大，長糯米的硬度最小，蓬萊米則是軟硬適中。

四、實驗一-4、四種米飯的黏度檢測

(一)實驗數據：



圖十二、不同種類米飯黏度比較

(二)研究結果討論：

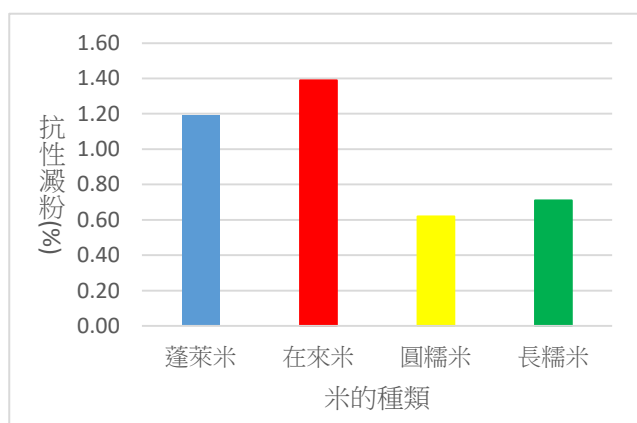
1. 經由檢測發現：圓糯米的黏度最大，在來米的黏度最小，蓬萊米則是黏度適中。
2. 我們建立的米飯的測量標準：第一、利用 0.5% 的 α -澱粉酶模擬唾液中的酵素量，在 37°C 反應 15 分鐘後用硫酸與過錳酸鉀測量顏色消失的反應時間，再將測得時間帶入標準曲線公式中換算成葡萄糖濃度。第二、可利用自製硬度測量機測量米飯硬度。第三、用搗米機搭配黏度檢測方法測量米飯的黏度。

3. 綜合實驗結果，我們自製的儀器檢測米的硬度與黏性跟查詢文獻敘述相符。查詢到的文獻中指出：粳稻的俗稱就是「蓬萊米」，粳米的形狀圓短、顏色透明，部分品種米粒有局部白粉質，是我們最常吃的米種，煮熟後「有點黏又不會太黏」，Q 軟適中。秈稻俗稱為「在來米」，秈米形狀細長、透明度高，煮熟後吃起來口感硬硬的，較乾、較鬆、不黏。而「糯米」顏色呈現不透明狀，以形狀區分為圓短的「粳糯」和細長的「秈糯」，煮熟後米飯較軟、較黏。

五、實驗一-5、四種米飯的抗性澱粉檢測

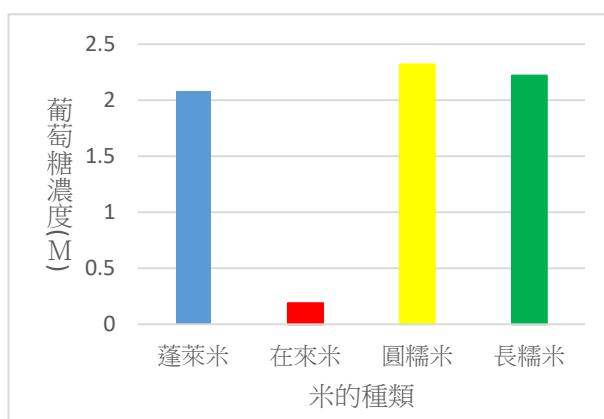
(一)實驗數據：

1. Resistant Starch assay kit 分析結果



圖十三、四種米飯中抗性澱粉含量

2. 利用過錳酸鉀測定四種米飯中葡萄糖含量



圖十四、四種米飯中葡萄糖含量

(二)研究結果討論：

1. 利用 Resistant Starch assay kit 測量結果發現，在來米的抗性澱粉含量最高，圓糯米的抗性澱粉含量最低。

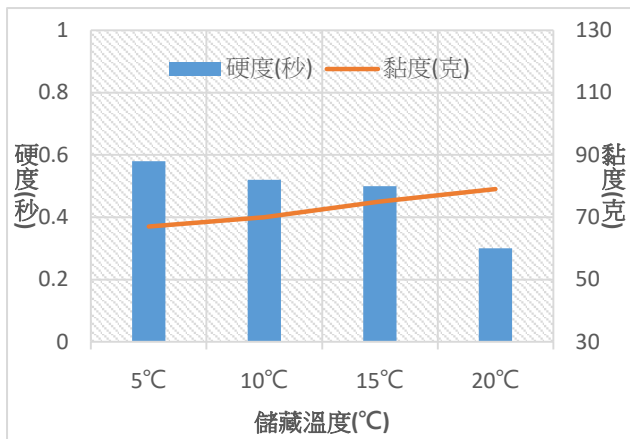
2. 利用過錳酸鉀測量四種米飯被 α -澱粉酶分解後的葡萄糖濃度，發現在來米的葡萄糖濃度最低，圓糯米最高，此研究結果與抗性澱粉含量相符合。因此，為了後續實驗研究進行順利，我們將使用過錳酸鉀測定葡萄糖濃度的方式來辦定米飯中抗性澱粉是增加還是減少。

研究二：儲藏溫度對產生抗性澱粉的影響

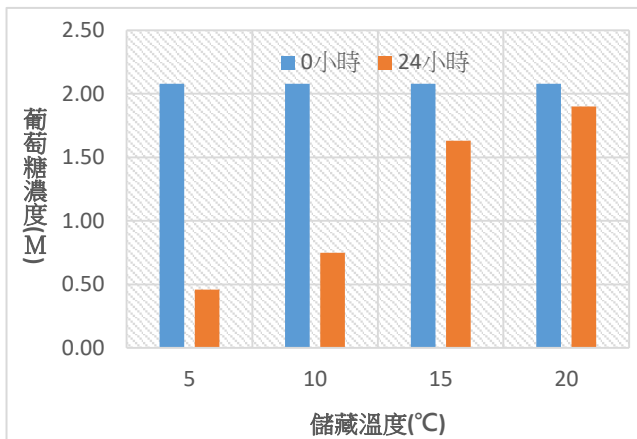
(一)實驗數據：

1. 蓬萊米

| | 5°C | 10°C | 15°C | 20°C |
|-----------------|-----|------|------|------|
| 儲藏 24 小時後米飯外觀變化 | | | | |
| 澱粉萃取液透光度(uM) | 7.1 | 7.2 | 7.1 | 7.3 |



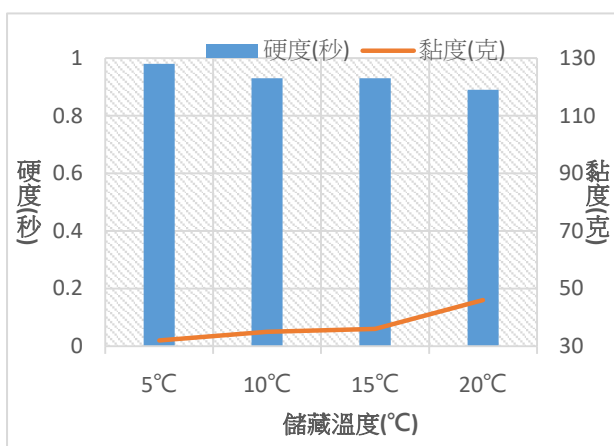
圖十五、溫度對蓬萊米硬度與黏度的影響



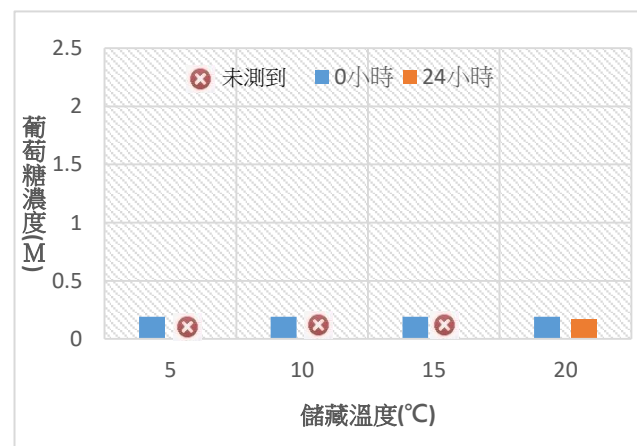
圖十六、溫度對蓬萊米產生抗性澱粉的情形

2. 在來米

| | 5°C | 10°C | 15°C | 20°C |
|-----------------|-----|------|------|------|
| 儲藏 24 小時後米飯外觀變化 | | | | |
| 澱粉萃取液透光度(uM) | 5.2 | 5.3 | 5.1 | 5.4 |



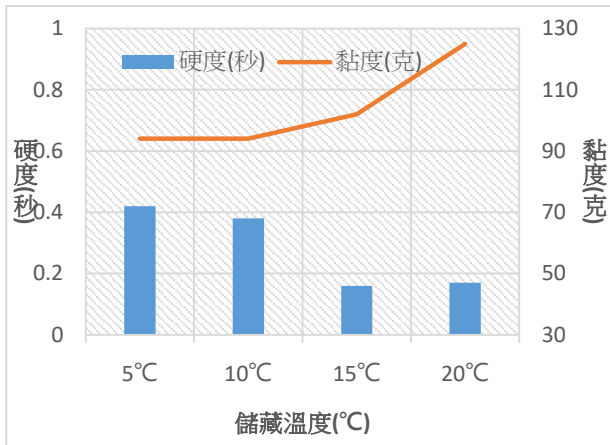
圖十七、溫度對在來米硬度與黏度的影響



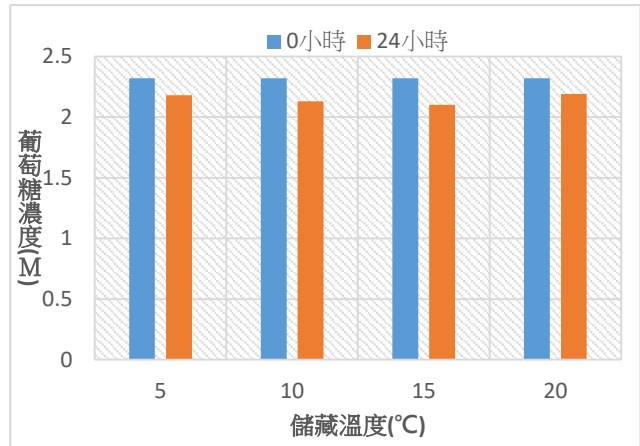
圖十八、溫度對在來米產生抗性澱粉的情形

3. 圓糯米

| | 5°C | 10°C | 15°C | 20°C |
|--------------|-----|------|------|------|
| 24 小時後米飯外觀變化 | | | | |
| 澱粉萃取液透光度(uM) | 6.3 | 6.4 | 6.3 | 6.2 |

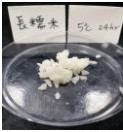
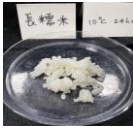
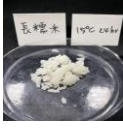



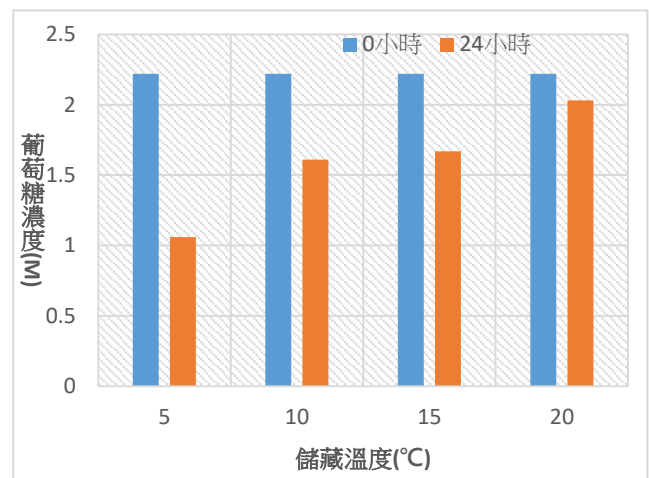
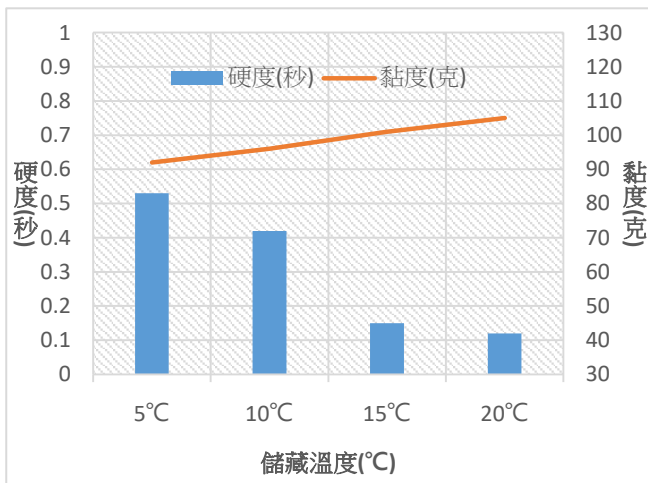
圖十九、溫度對圓糯米硬度與黏度的影響



圖二十、溫度對圓糯米產生抗性澱粉的情形

4.長糯米

| | 5°C | 10°C | 15°C | 20°C |
|-----------------|--|--|--|--|
| 儲藏 24 小時後米飯外觀變化 |  |  |  |  |
| 澱粉萃取液透光度(uM) | 7.4 | 7.4 | 7.5 | 7.4 |



圖二十一、溫度對長糯米硬度與黏度的影響 圖二十二、溫度對長糯米產生抗性澱粉的情形

(二)研究結果討論：

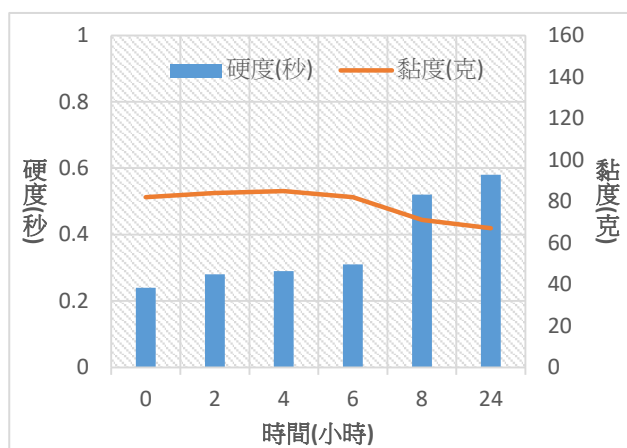
- 1.在米飯硬度研究中發現，溫度越低米飯經過 24 小時儲存後硬度皆明顯上升，變硬。
- 2.在黏度實驗中發現，溫度越低米飯經過 24 小時儲存後黏度皆明顯下降，變得較不黏。
- 3.透過光敏電阻觀察澱粉萃取液的透光度，結果發現透光度是長糯米 > 蓬萊米 > 圓糯米 > 在來米。
- 4.蓬萊米經過 20°C 儲藏後，葡萄糖濃度略為下降，代表抗性澱粉增加量不多，而隨著儲藏溫度降低，葡萄糖濃度隨著溫度而降低，代表儲藏溫度越低抗性澱粉越容易形成。

- 5.從實驗結果中我們發現，在來米剛煮好未經任何溫度處理時，經 α -澱粉酶分解後，葡萄糖含量最低，所以推論：**在來米所含的澱粉最不容易被 α -澱粉酶分解**。在 20°C 儲藏時，抗性澱粉有增加，但是隨著溫度降低，抗性澱粉明顯大量增加，利用過錳酸鉀均檢測不到葡萄糖。
- 6.圓糯米的抗性澱粉含量在不同的儲藏溫度沒有很明顯差異。
- 7.長糯米的抗性澱粉在 20°C 儲藏沒有太明顯增加，10~15°C 儲藏時沒有明顯差異，在 5°C 儲藏時抗性澱粉明顯增加最多。
- 8.根據澱粉組成顯示，直鏈澱粉含量在來米 > 蓬萊米 > 長糯米 > 圓糯米，我們研究結果中顯示在來米的抗性澱粉最容易產生，經過 5°C 儲藏 24 小時後，葡萄糖濃度是在來米 < 蓬萊米 < 長糯米 < 圓糯米，推測**直鏈澱粉含量會影響抗性澱粉的形成**。

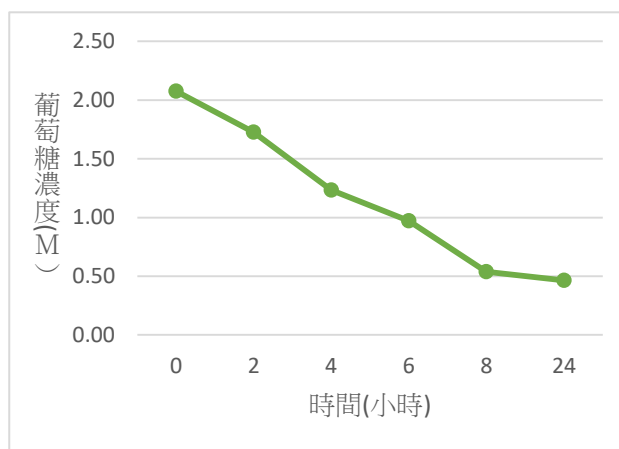
研究三：儲藏時間對產生抗性澱粉的影響

(一)實驗數據：

1.蓬萊米

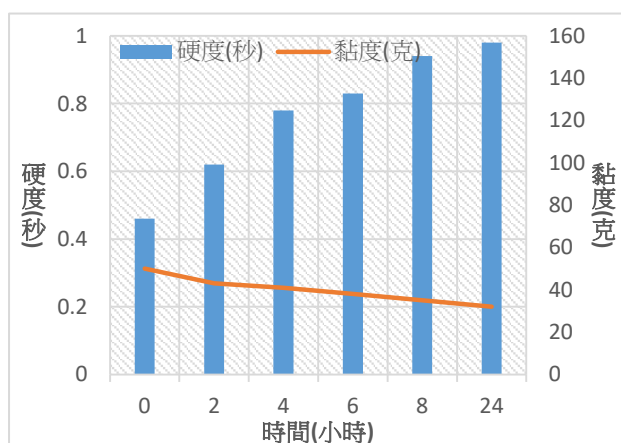


圖二十三、時間對蓬萊米硬度與黏度

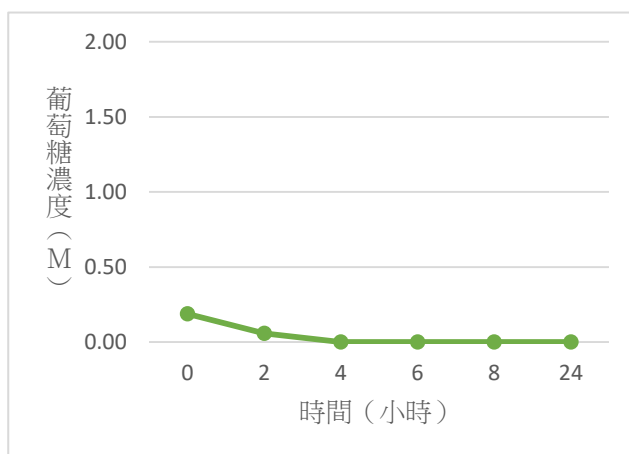


圖二十四、時間對蓬萊米在產生抗性澱粉的情形

2.在來米

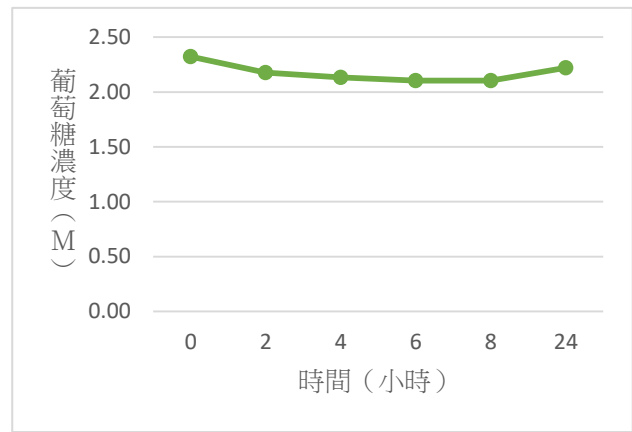
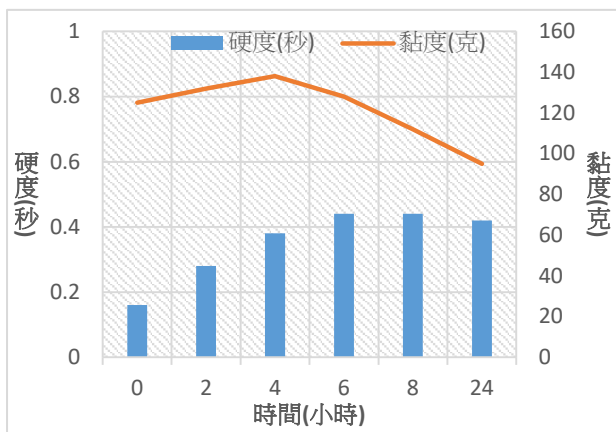


圖二十五、時間對在來米硬度與黏度的影響



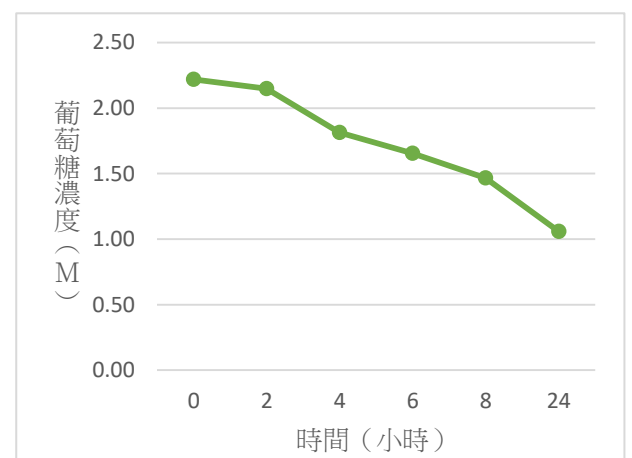
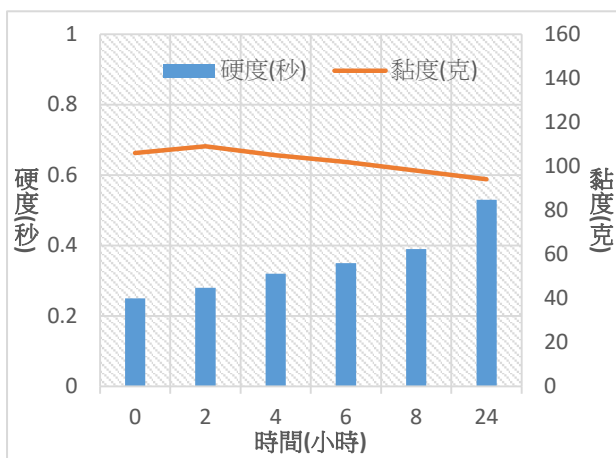
圖二十六、時間對在來米產生抗性澱粉的情形

3.圓糯米



圖二十七、時間對圓糯米硬度與黏度的影響 圖二十八、時間對圓糯米產生抗性澱粉的情形

4.長糯米



圖二十九、時間對長糯米硬度與黏度的影響 圖三十、時間對長糯米產生抗性澱粉的情形

(二)研究結果討論：

- 1.蓬萊米在 5°C 儲藏時，米的硬度與黏性會隨著時間產生米飯變硬、黏度下降的變化。
- 2.蓬萊米的抗性澱粉在儲藏過程中會逐漸增加，時間到達 8 小時抗性澱粉含量便沒有太明顯增加。
- 3.在來米本身硬度最高、黏性最低，在 5°C 儲藏時，米的硬度與黏性會隨著時間產生米飯變硬、黏度下降。而在來米在經過 5°C、4 小時儲藏後就檢測不到葡萄糖，很明顯 α -澱粉酶已經無法分解在來米的澱粉萃取液。
- 4.圓糯米在 5°C 儲藏時黏度一開始會變得更黏，經過 6 小時儲藏後黏度才會下降，但還是比蓬萊米、在來米黏很多。圓糯米在 5°C 儲藏 24 小時期間，抗性澱粉含量沒有很明顯差異。
- 5.長糯米的黏性比圓糯米低，但是在儲藏過程中跟圓糯米一樣，一開始會變得更黏，經過 6 小時儲藏後黏度才會下降。長糯米的抗性澱粉會隨著儲藏時間而逐漸下降。
- 6.所以在 5°C 儲藏時，蓬萊米需要至少 8 小時以產生較多的抗性澱粉；而在來米超過 2 小時產生的抗性澱粉就已經無法讓 α -澱粉酶分解產生葡萄糖；圓糯米經過 24 小時低溫儲藏，抗性澱粉沒有很明顯的增加；長糯米的抗性澱粉會隨著儲藏時間增加而增加，24 小時達到最高量。
- 7.綜合發現：**直鏈澱粉含量較多的米(例如:在來米、蓬萊米)經過 5°C 儲藏，抗性澱粉會隨著時間增加而變多；支鏈澱粉含量較多的圓糯米，抗性澱粉不會受到儲藏時間增加而增加。**

研究四：煮飯時的水量對米飯產生抗性澱粉的影響

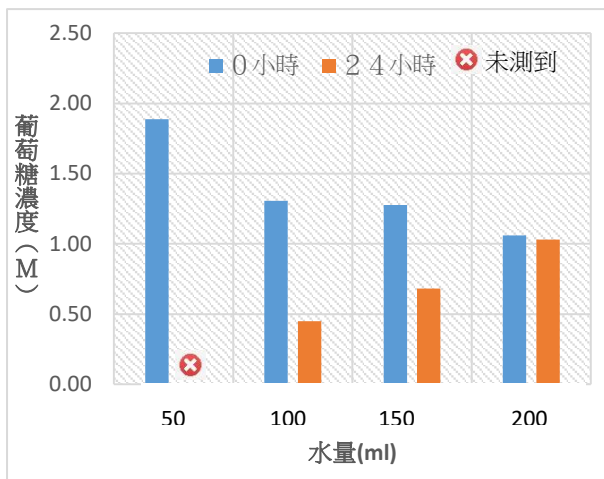
(一)實驗數據：

1.米的外觀變化

| 表十一、不同水分比例蒸煮米飯的外觀變化 | | 水分比例 | | | |
|---------------------|-------|---|---|---|---|
| 米的種類 | 儲藏時間 | 1 : 1 | 1 : 2 | 1 : 3 | 1 : 4 |
| 蓬萊米 | 0 小時 |  |  |  |  |
| | 24 小時 |  |  |  |  |
| 蓬萊米在不同比例水分蒸煮後的五官觀察 | | 當烹煮的水分越多時，蓬萊米變得較黏，米變軟，當水分增加到 4 倍時，米粒比較看不到一顆顆的形狀。 | | | |
| 在來米 | 0 小時 |  |  |  |  |
| | 24 小時 |  |  |  |  |
| 在來米在不同比例水分蒸煮後的五官觀察 | | 在來米本身黏性很差，當水分增加感覺米粒變膨脹，但沒有變黏，米飯看起來還是一粒粒的感覺。 | | | |
| 圓糯米 | 0 小時 |  |  |  |  |
| | 24 小時 |  |  |  |  |
| 圓糯米在不同比例水分蒸煮後的五官觀察 | | 圓糯米增加水量烹煮後變得很黏，米粒較看不到形狀，呈現非常濕潤的米飯，看起來糊糊的。 | | | |
| 長糯米 | 0 小時 |  |  |  |  |
| | 24 小時 |  |  |  |  |
| 長糯米在不同比例水分蒸煮後的五官觀察 | | 長糯米在 4 倍水烹煮後像粥的感覺，隨著水分越多米飯越黏稠，看不見米粒的顆粒。 | | | |

2.水分比例對米飯產生抗性澱粉的情形

(1)蓬萊米



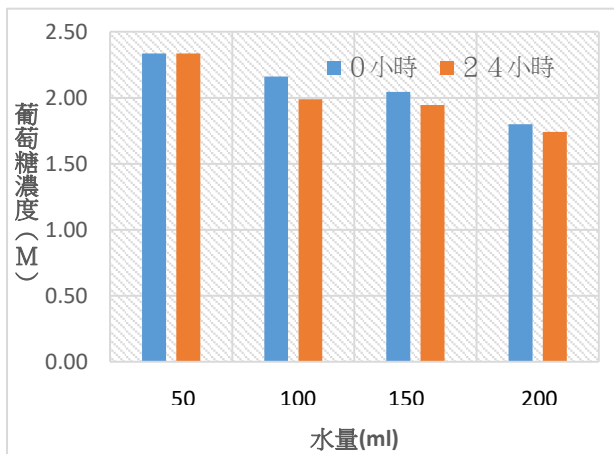
圖三十一、水分對蓬萊米抗性澱粉的影響

(2)在來米



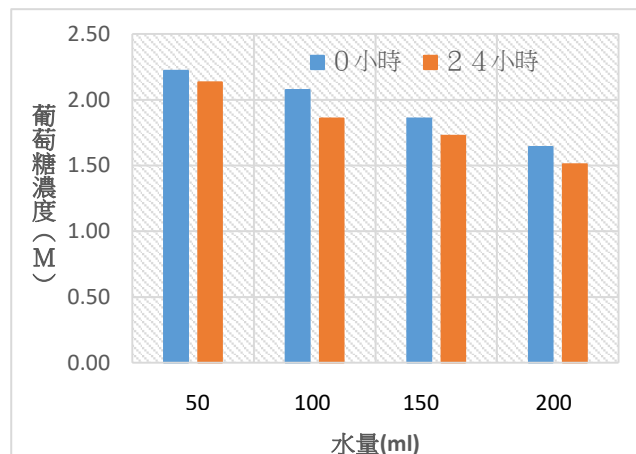
圖三十二、水分對在來米抗性澱粉的影響

(3)圓糯米



圖三十三、水分對圓糯米抗性澱粉的影響

(4)長糯米



圖三十四、水分對長糯米抗性澱粉的影響

(二)研究結果討論：

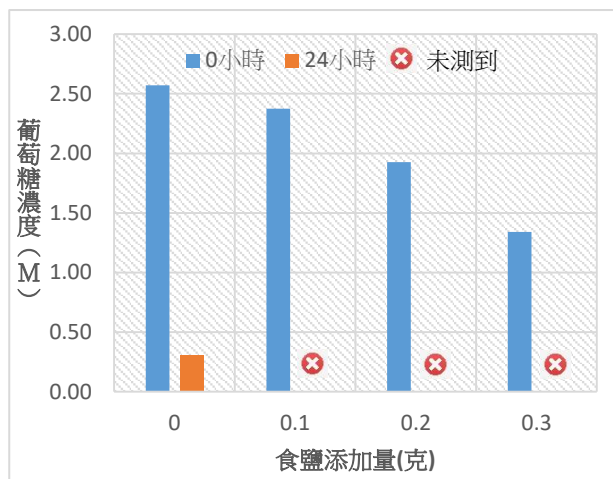
- 1.從實驗結果中發現，不論是蓬萊米、在來米、圓糯米或長糯米添加的水分越多，澱粉萃取液被分解後的葡萄糖越少，這是因為每一種水量都是用相同重量的米，所以澱粉量被稀釋了。
- 2.蓬萊米的抗性澱粉隨著水量增加而減少，當用 1：4 去烹煮時，經過 5°C 儲藏 24 小時後，抗性澱粉沒有明顯增加。
- 3.在來米本身抗性含量最高，用比例超過 1：3 的水分去烹煮後，均測不到葡萄糖存在，因為澱粉含量過低，所以經過 24 小時儲藏也都測不到葡萄糖產生。
- 4.由於圓糯米的澱粉結構幾乎 100%是支鏈澱粉，烹煮水分的多寡沒有對圓糯米本身糊化有明顯的影響，經過儲藏後抗性澱粉也沒有很明顯的變化。
- 5.長糯米的直鏈澱粉比圓糯米高，所以當烹煮水分增加時，其葡萄糖含量的趨勢與蓬萊米相似，但本身支鏈澱粉含量會影響到 5°C 儲藏後抗性澱粉的增加與否，所以，長糯米經過 5°C、24 小時儲藏後抗性澱粉沒有很明顯變化。
- 6.綜合實驗後發現：雖然冷藏溫度有利於產生抗性澱粉，但水太多的時候，澱粉很難形成老化現象。

研究五：添加物對米飯產生抗性澱粉的影響

實驗五-1、添加物含量對米飯產生抗性澱粉的影響

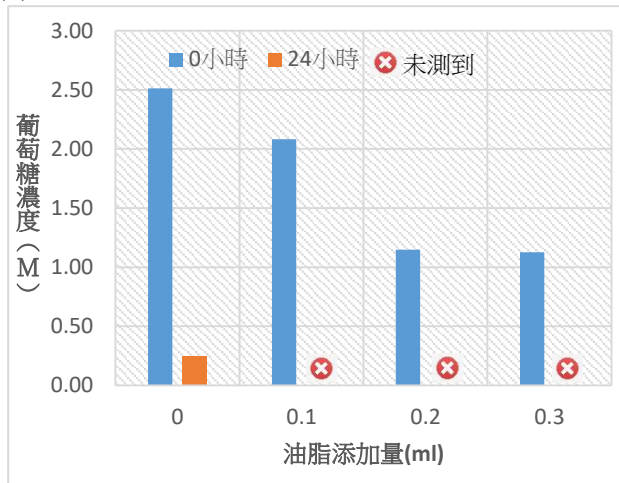
(一)實驗數據：

(1)添加鹽對抗性澱粉的影響



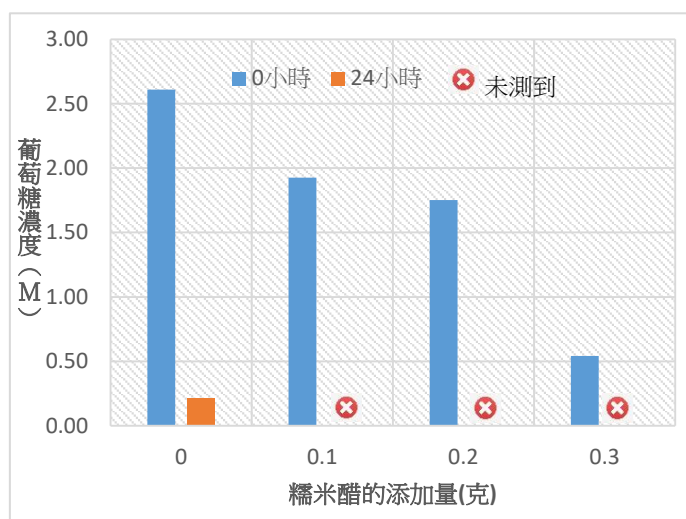
圖三十五、添加鹽對抗性澱粉的影響

(2) 添加油脂對抗性澱粉的影響



圖三十六、添加油脂對抗性澱粉的影響

(3) 添加醋對抗性澱粉的影響



圖三十七、添加醋對抗性澱粉的影響

(二)研究結果討論：

- 1.添加食鹽量越多，經過蒸煮後澱粉能被 α -澱粉酶分解的量變少，表示抗性澱粉增多。
- 2.添加油脂量越多，經過蒸煮後抗性澱粉增多，但增加到0.2mL後抗性澱粉沒有明顯增加。
- 3.添加糯米醋量越多，經過蒸煮後抗性澱粉增多，添加到0.3克最顯著。

實驗五-2、添加物對不同米飯產生抗性澱粉的影響

(一)實驗數據：

1. 添加食鹽、油脂、醋對不同種類米飯外觀變化影響

(1) 蓬萊米

| 表十二、添加不同物質對蓬萊米外觀變化影響 | | | | |
|----------------------|-------------------|----------------------------|------------------------|----------------------------|
| | 沒添加 | 鹽 | 油 | 醋 |
| 米飯外觀變化 | | | | |
| 五官觀察結果 | 米飯粒粒分明，有黏性，看起來蓬鬆。 | 跟未添加的米飯看起來沒有明顯差異，粒粒分明，有黏性。 | 表面有油亮光澤，顆粒分明，米飯較硬，有黏性。 | 變得較黏，米飯容易彼此黏在一起，聞起來有酸酸的味道。 |

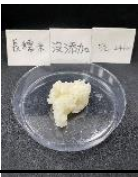

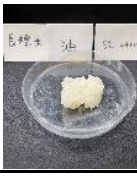

(2) 在來米

| 表十三、添加不同物質對在來米外觀變化影響 | | | | |
|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | 沒添加 | 鹽 | 油 | 醋 |
| 米飯外觀變化 | | | | |
| 五官觀察結果 | 米飯粒粒分明，沒有黏性，看起來蓬鬆。 | 米飯粒粒分明，沒有黏性，摸起來偏硬。 | 米飯粒粒分明，沒有黏性，摸起來偏硬。 | 米飯粒粒分明，沒有黏性，摸起來偏硬。 |

(3) 圓糯米

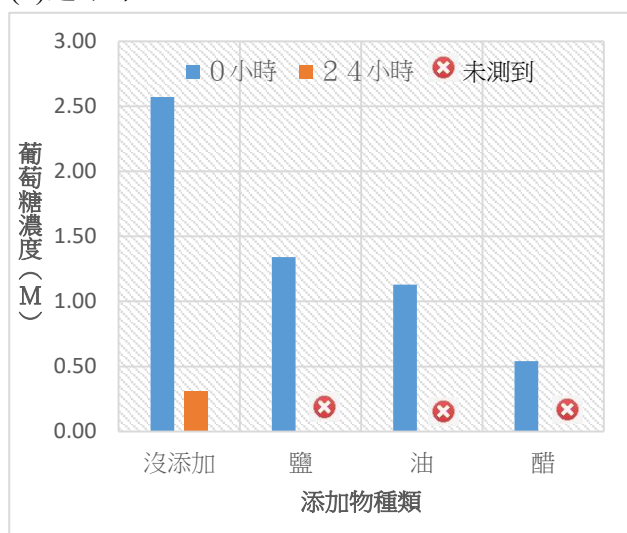
| 表十四、添加不同物質對圓糯米外觀變化影響 | | | | |
|----------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------|------------------------------|
| | 沒添加 | 鹽 | 油 | 醋 |
| 米飯外觀變化 | | | | |
| 五官觀察結果 | 米飯很黏性，硬度較低，米飯很軟，米飯粒粒分明。 | 米飯比未添加的硬，黏度也降低，米飯粒粒分明。 | 表面有油亮光澤，顆粒彼此會黏在一起，米飯易成團。 | 米飯顏色變得較深，米飯彼此黏在一起，聞起來有酸酸的味道。 |

(4)長糯米

| | 沒添加 | 鹽 | 油 | 醋 |
|--------|---|---|--|---|
| 米飯外觀變化 |  |  |  |  |
| 五官觀察結果 | 米飯很黏，硬度較低，米飯很軟。 | 米飯很黏，硬度較低，米飯很軟。 | 表面有油亮光澤，米飯很黏，硬度較低，米飯很軟。 | 米飯顏色變得較深，聞起來有酸酸的味道，米飯很黏，硬度較低，米飯很軟。 |

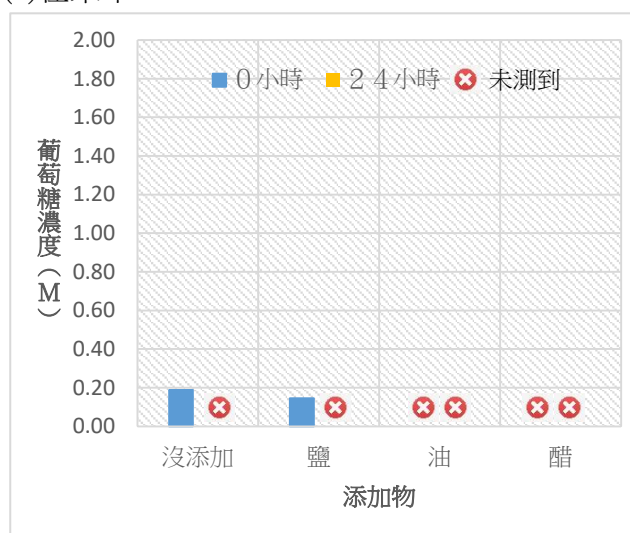
2. 添加食鹽、油脂、醋對不同種類米飯抗性澱粉變化的影響

(1)蓬萊米



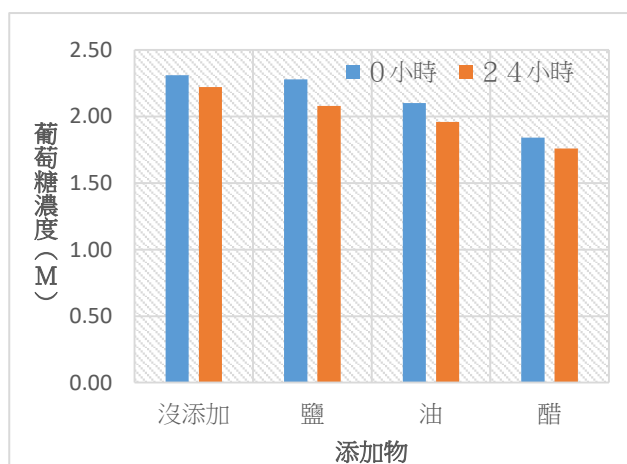
圖三十八、添加物對蓬萊米的影響

(2)在來米



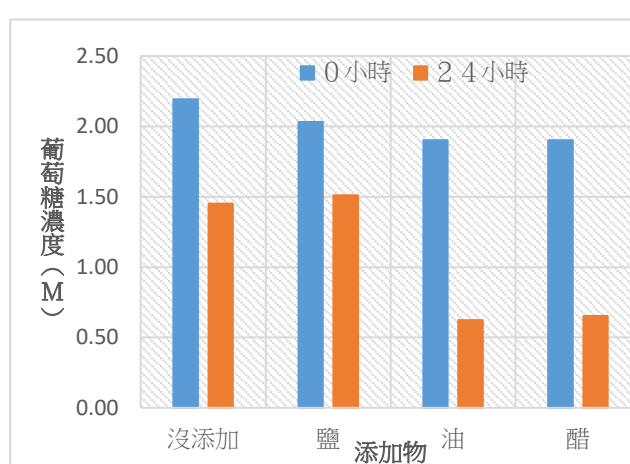
圖三十九、添加物對在來米的影響

(3)圓糯米



圖四十、添加物對圓糯米的影響

(4)長糯米



圖四十一、添加物對長糯米的影響

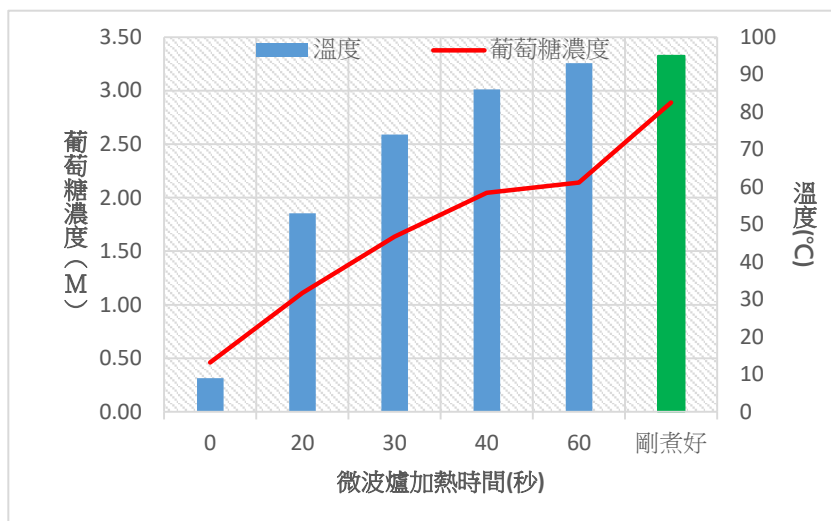
(二)研究結果討論：

- 1.添加食鹽、油脂與醋都對直鏈澱粉含量較多的米影響較大，產生抗性澱粉含量是在來米>蓬萊米>長糯米>圓糯米。
- 2.添加物中以醋對米飯能產生抗性澱粉影響最大。

研究六：復熱對米飯產生抗性澱粉的影響

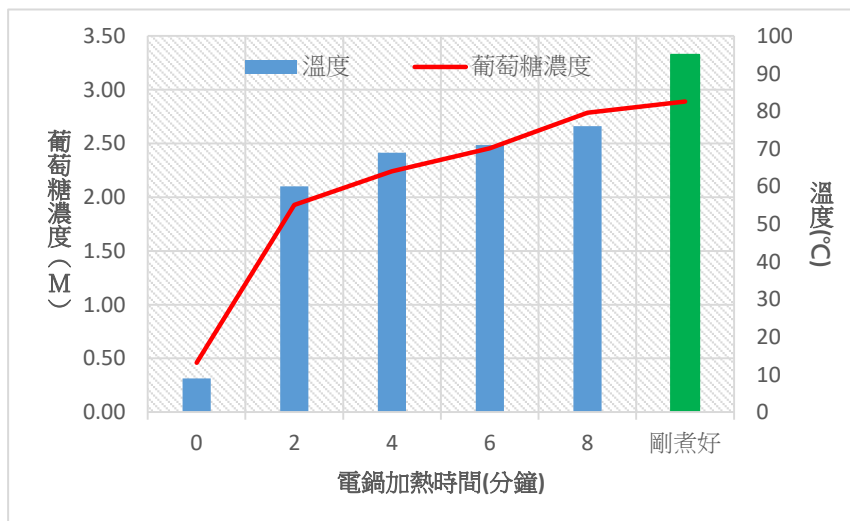
(一)實驗數據：

(1) 微波爐復熱



圖四十二、微波爐復熱對抗性澱粉的影響

(2) 電鍋復熱



圖四十三、電鍋復熱對抗性澱粉的影響

(二)研究結果討論：

- 1.利用微波爐加熱 30 秒就能將米飯回溫到 74°C，而抗性澱粉只回復了 57%〔回復率=(回溫後葡萄糖含量)/ 剛煮好米飯時的葡萄糖含量〕。

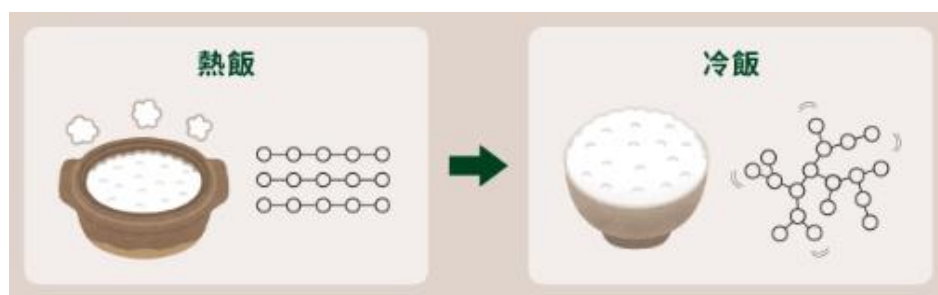
2.利用電鍋加熱 6 分鐘才能將米飯回溫到 71°C，抗性澱粉回復了 78%。可能是電鍋加熱時間較久，加熱時間較長較能讓老化澱粉回復成原本型態。

3.利用微波爐復熱效果比電鍋復熱佳，可能是因為微波能極短時間加熱米飯，老化澱粉來不及回復，因此復熱後的抗性澱粉含量比電鍋多。

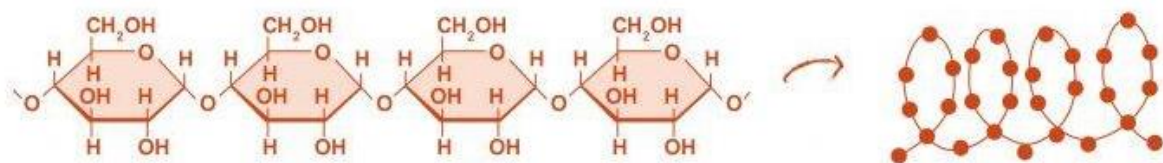
伍、討論

一、澱粉的結構對米飯產生抗性澱粉的影響

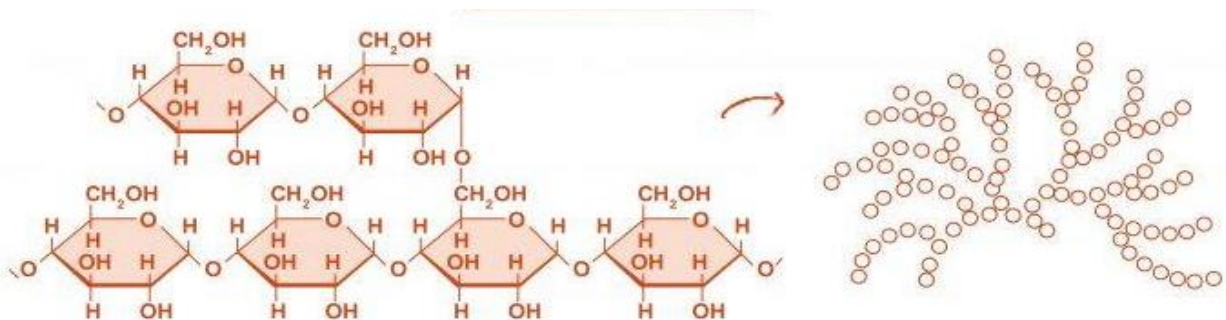
當煮好的飯放涼，低溫下直鏈澱粉會互相靠近，排成「晶體」形成抗性澱粉(如圖四十四)。因為，澱粉在 2~10°C 的狀態下，分子會自動排列整齊，相鄰分子間的氫鍵會變得緊密、結晶度提高，水分也會離開原本的澱粉結構。直鏈澱粉會在糊化的時候從顆粒滲出並形成可溶的型態，當冷藏讓溫度降低時，會使其在直鏈澱粉分子外的氫鍵形成，轉變成抗性澱粉。支鏈澱粉幾乎不發生老化，其原因是它的結構呈三維網狀空間分佈，妨礙了微晶束氫鍵的形成。



圖四十四、冷飯中抗性澱粉的形成



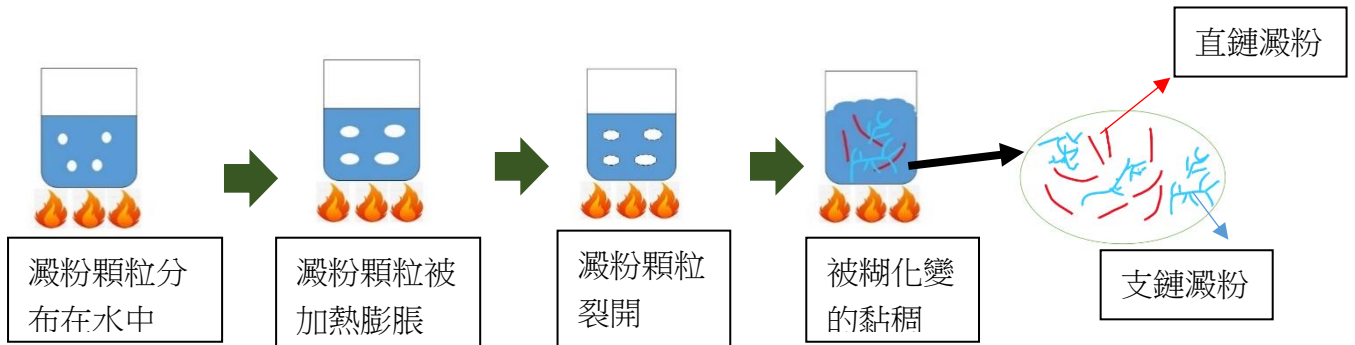
圖四十五、直鏈澱粉結構



圖四十六、支鏈澱粉結構

二、水分對米飯產生抗性澱粉的影響

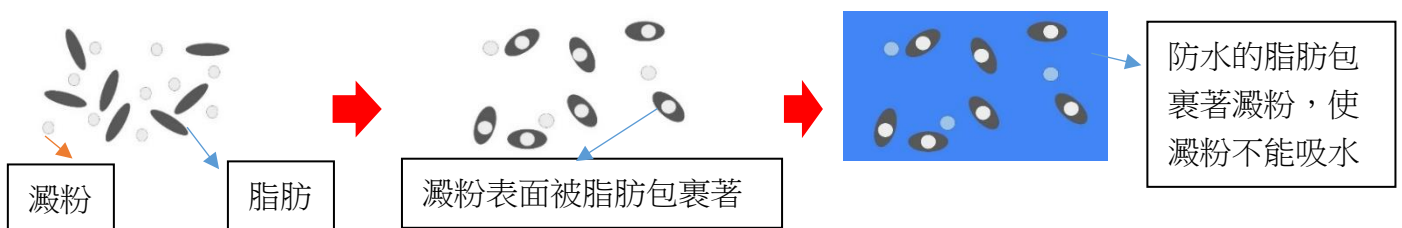
生澱粉分子靠分子間氫鍵結合而排列得很緊密，彼此之間間隙很小，即使水分子也難以滲透進去。而生澱粉在水中經加熱後，一部分膠束被溶解而形成空隙，於是水分子進入內部，與餘下部分澱粉分子進行結合，膠束逐漸被溶解，這種現象稱為膨潤現象。繼續加熱，膠束則全部崩潰，形成澱粉單分子，並為水包圍，而成為溶液狀態，這種現象稱為糊化(澱粉糊化作用機制圖如下)。所以水分會影響澱粉糊化，通常含水量的 60% 以上的狀態澱粉比較難以老化回生，因為水分子把澱粉分子包圍起來，澱粉就無法回復原本的排列。



圖四十七、澱粉糊化作用過程

三、添加物對米飯產生抗性澱粉的影響

添加油脂讓抗性澱粉增加，是因為油脂包覆澱粉顆粒表面，妨礙澱粉吸水，所以剛煮好時的飯就不易被 α -澱粉酶分解產生葡萄糖(如圖四十八)，經過查詢文獻後發現，目前這種抗性澱粉被定義成第五類抗性澱粉：直鏈澱粉-脂質複合物：脂質和澱粉高溫糊化後形成的複合物，硬脂酸-高直鏈澱粉複合體。而醋含有醋酸、檸檬酸、氨基酸等多種成分，澱粉在低 PH 值時，也會影響糊化反應。



圖四十八、第五類抗性澱粉形成過程

陸、結論

一、不同種類的米因為其澱粉組成比例不同所能產生抗性澱粉的量就不同，**直鏈澱粉含量高的米較容易產生抗性澱粉**。所以，在來米>蓬萊米>長糯米>圓糯米。

二、**儲藏溫度越低越容易形成抗性澱粉**， $5^{\circ}\text{C} > 10^{\circ}\text{C} > 15^{\circ}\text{C} > 20^{\circ}\text{C}$ ，低溫(5°C)儲藏確實會增加米飯中的抗性澱粉。

三、抗性澱粉在 5°C 儲藏時，可隨著儲藏時間的增長而增多。

四、蒸煮米飯的水量越多，因為澱粉顆粒被破壞無法回復，因此，經過低溫儲藏後抗性澱粉也不會增加。

五、而**添加食鹽、油脂與醋在米飯中蒸煮，都能提升抗性澱粉的含量**，其中以添加醋去蒸煮效果最佳。

六、用微波爐復熱效果比電鍋復熱佳，因為微波加熱時間短，米飯中老化澱粉來不及回復。

七、抗性澱粉對於現代人的慢性疾病而言有許多好處，例如：降低熱量攝取、促進腸道健康等…，在我們研究中發現，想多攝取抗性澱粉最重要的是要**選對「米」**，可以選用直鏈澱粉含量高的米(例如:香米、在來米)，因為其較容易產生較多的抗性澱粉，此外，可利用 5°C 儲藏

24 小時或添加鹽、食用油或醋來蒸煮增加更多抗性澱粉的含量，最後使用微波 30 秒加熱米飯後食用，可適當降低糖類的攝取又能達到營養均衡，在平日飲食中，納入適量的抗性澱粉，讓你輕鬆吃出健康。

柒、參考文獻

- 1.賴麗旭(2014)。抗性澱粉的來源、生理功能與應用。興大農業第 88 期，2-7。
- 2.中華民國第 61 屆中小學科學展覽會：珍珠新「葛」命—「抗性」珍珠生成之道。
- 3.中華民國第 55 屆中小學科學展覽會：碘食呈經～澱粉碘液呈色及穀物分解探討。
- 4.中華民國第 53 屆中小學科學展覽會：模「飯」生。
- 5.中華民國第 51 屆中小學科學展覽會：誰是口水王—唾液澱粉酶對澱粉的消化作用。
- 6.中華民國第 20 屆中小學科學展覽會：選米煮飯學問大。
- 7.中華民國第 60 屆中小學科學展覽會：色粒分明～探討本氏液與還原糖變色反應。
- 8.中華民國第 50 屆中小學科學展覽會：色變-醣的真「本氏」。
- 9.台灣米的種類。看雜誌。<https://www.unionrice.com.tw/Index>
- 10.油脂加米飯：能讓熱量減少 60%？。中視新聞影片。
- 11.食品生活網-台灣食品科學技術學會 (food.org.tw)
- 12.葡萄糖濃度的測定。https://www.hkedcity.net/res_data/edb/tr-sci/1001-2000/c4da5095b86e868c8dd3006e4072310f1296/Glucose_C.pdf

【評語】 080207

- 1、探討如何增加米飯的抗性澱粉以降低醣類的攝取，主題有趣且實用，值得鼓勵。
- 2、探討變因考慮實用性。
- 3、自行設計組裝工具量測米飯之硬度及粘度，值得鼓勵。但應維持量測的可信度。
- 4、找出方法測量米飯的抗性澱粉含量，使實驗可順利進行。
- 5、數據完整，討論詳盡。
- 6、高錳酸鉀測定葡萄糖的原理應說明。

作品簡報



飯科學

探討米飯的抗性澱粉形成條件

科 別：化學科

組 別：國小組

作品名稱：「飯」科學~探討米飯的抗性澱粉形成條件

關 鍵 詞：米飯、抗性澱粉、溫度

摘要

近幾年來減醣飲食成為減重妙招，而抗性澱粉就成為熱門關鍵字。本實驗將針對臺灣飲食習慣中的主食「米」進行抗性澱粉形成條件的探討。我們自製檢測儀器比較米飯的黏硬度，再檢測米飯中的葡糖糖含量，結果發現直鏈澱粉含量越高的米，當抗性澱粉增加時，米飯會變硬、黏度下降；煮米時的水量或添加油脂、醋及食鹽都能增加抗性澱粉的形成。

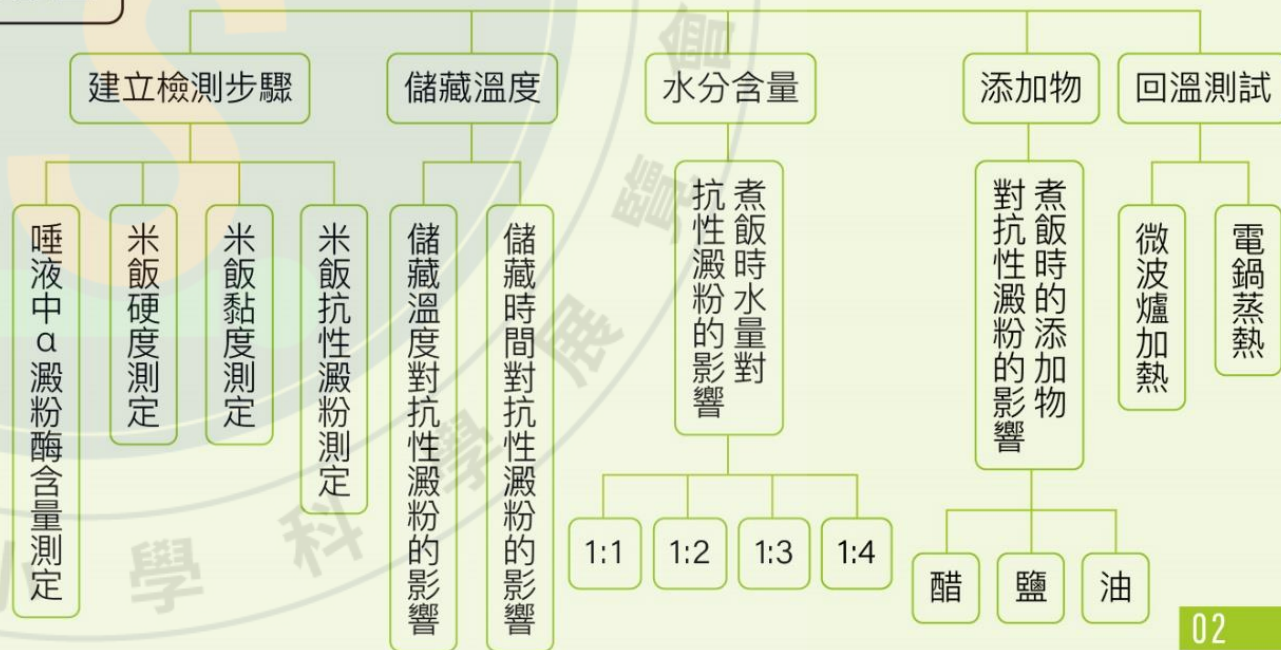
壹、前言

世界衛生組織指出「肥胖是一種慢性疾病」，呼籲重視肥胖對健康的危害。目前流行的減醣飲食，讓成功減重不再困難，其中「抗性澱粉食物」，對於減醣非常有效。而米飯中的澱粉經加熱糊化後冷卻可產生抗性澱粉，我們希望能藉由探究整理出米飯產生抗性澱粉的最佳條件，讓大家可以輕鬆吃飯維持健康。

一、研究動機

二、概念圖

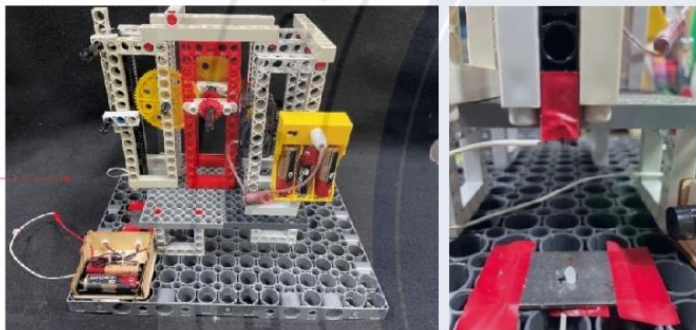
抗性澱粉條件探討



貳、研究設備與器材

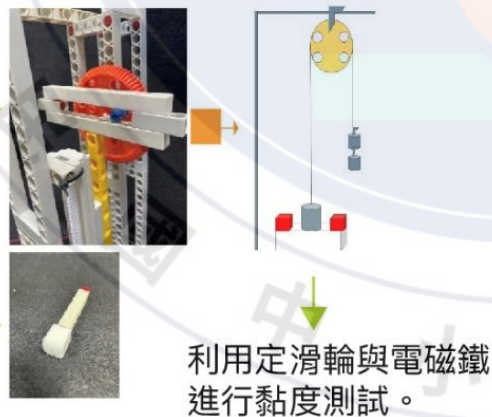
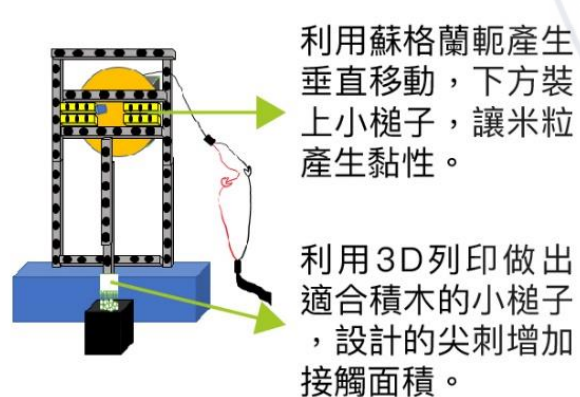
一、米飯的硬度檢測

我們利用馬達先連接第一組齒輪組，再讓第一組齒輪組帶動第二組齒輪，同樣讓小齒輪帶動大齒輪，讓下降速度變慢。

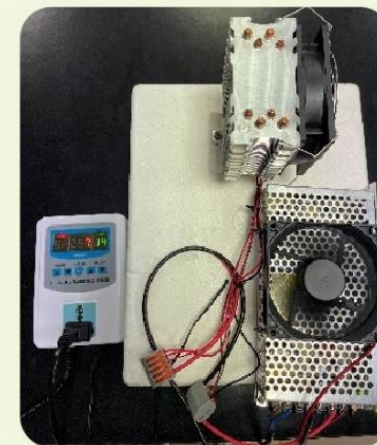


將美工刀片與放米粒的鐵片接上電線，鐵片連上蜂鳴器，當刀片碰到鐵片時蜂鳴器會響起。

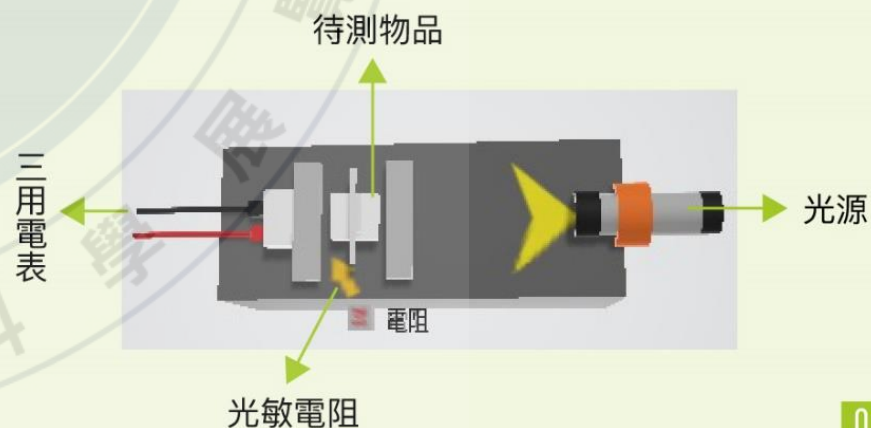
二、米飯的黏性檢測



三、製冷晶片溫控系統



四、澱粉液的萃取與透明度檢測



五、米飯烹煮的標準流程

- 

將米清洗3次
- 

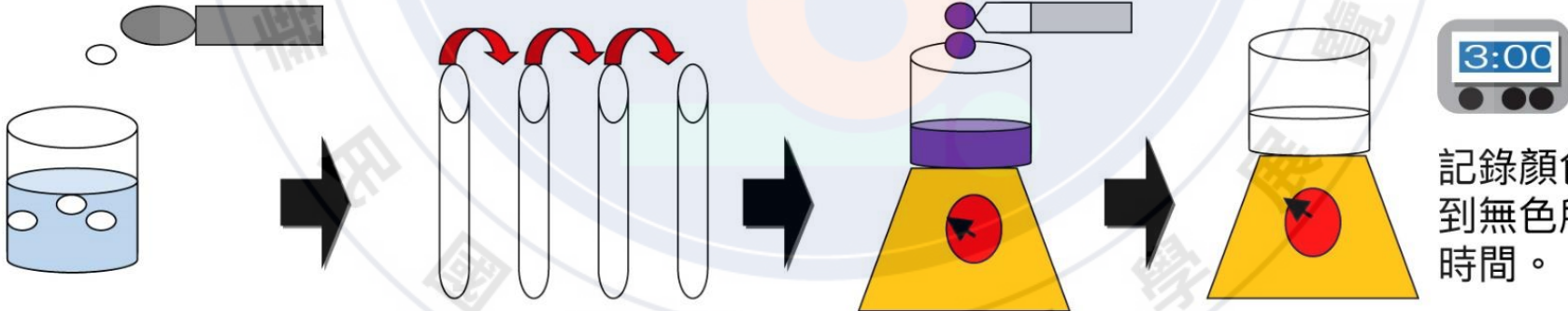
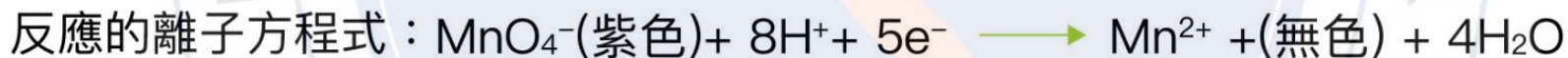
倒入等量的水
浸泡25分鐘
- 

再將水倒掉
- 

米擦乾
- 

依照1(米) : 1.2(水)
比例放入電鍋煮

六、葡萄糖濃度的測定



配製濃度3M的葡萄糖液。

使用系列稀釋法依序配製低濃度葡萄糖液。

取葡萄糖液5mL加入5mL 1M的硫酸與2mL的過錳酸鉀水溶液攪拌。

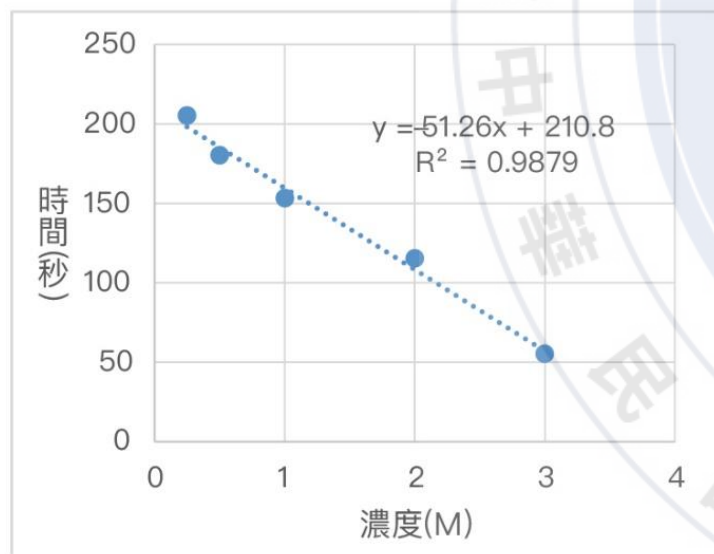
記錄顏色從紫色到無色所需要的時間。

參、研究過程與結果

研究一、建立米飯中抗性澱粉的檢測方法

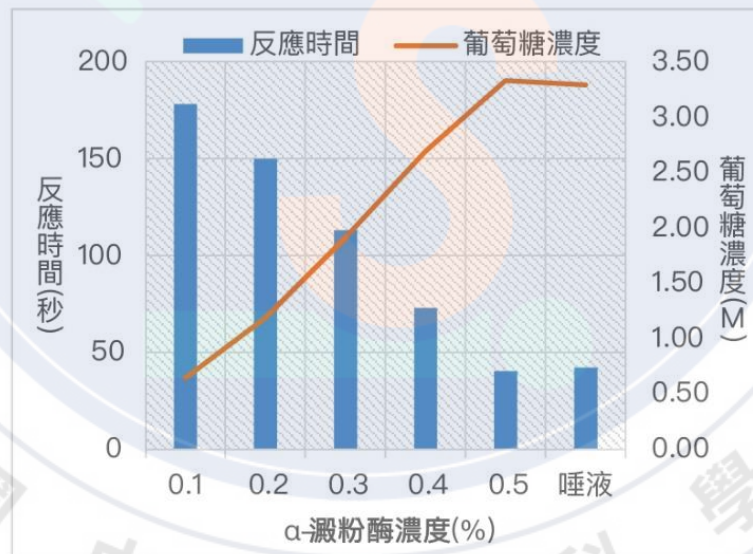
實驗一-1、唾液中 α -澱粉酶的濃度測定

1. 葡萄糖標準曲線



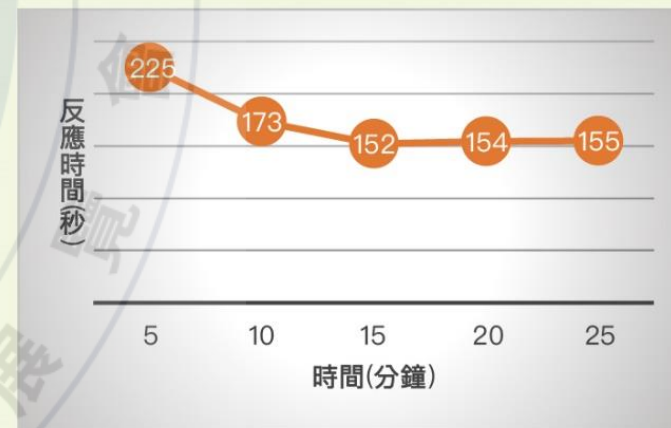
圖一、葡萄糖標準曲線

2. 唾液中 α -澱粉酶的濃度測定



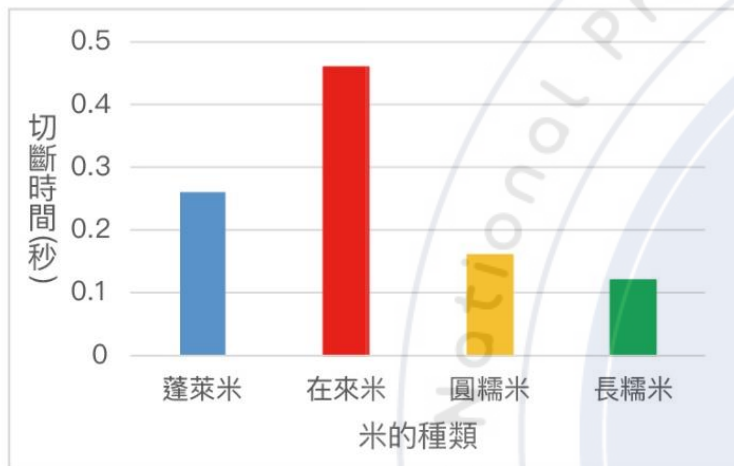
圖二、唾液中 α -澱粉酶的濃度測定

實驗一-2、0.5% α -澱粉酶的反應時間測定



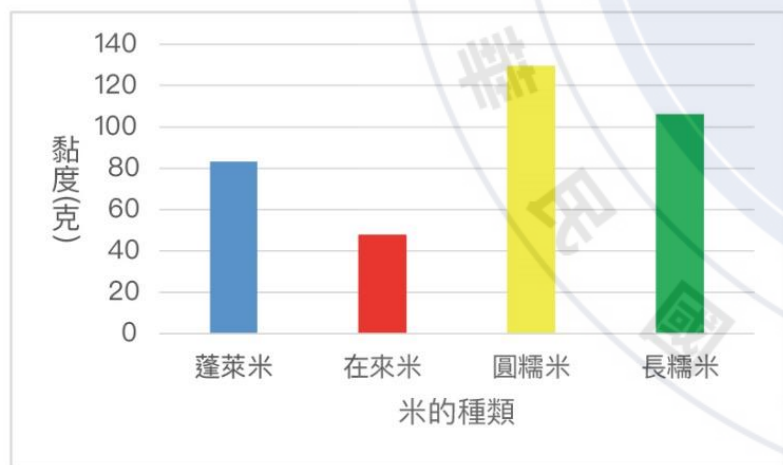
圖三、 α -澱粉酶的反應時間測定

實驗一-3、四種米飯的硬度檢測



圖四、不同種類米飯硬度比較

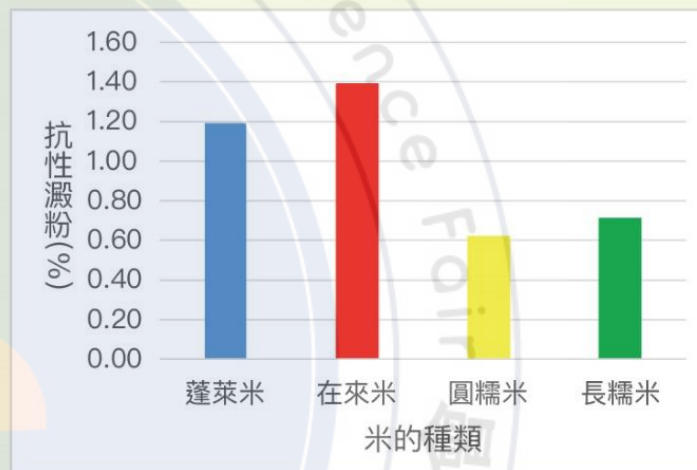
實驗一-4、四種米飯的黏度檢測



圖五、不同種類米飯黏度比較

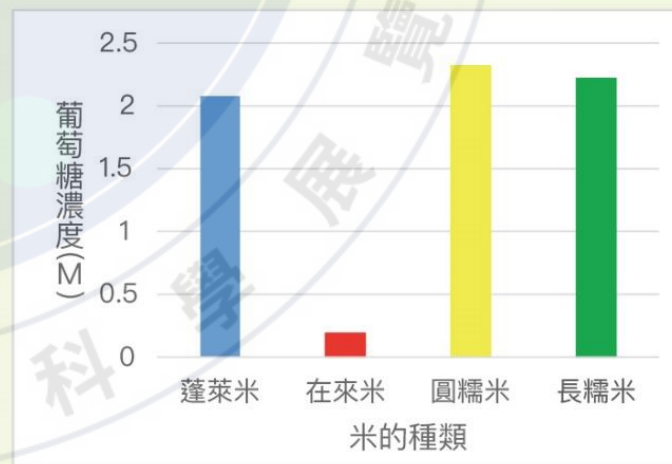
五、實驗一-5、四種米飯的抗性澱粉檢測

1. Resistant Starch assay kit分析結果

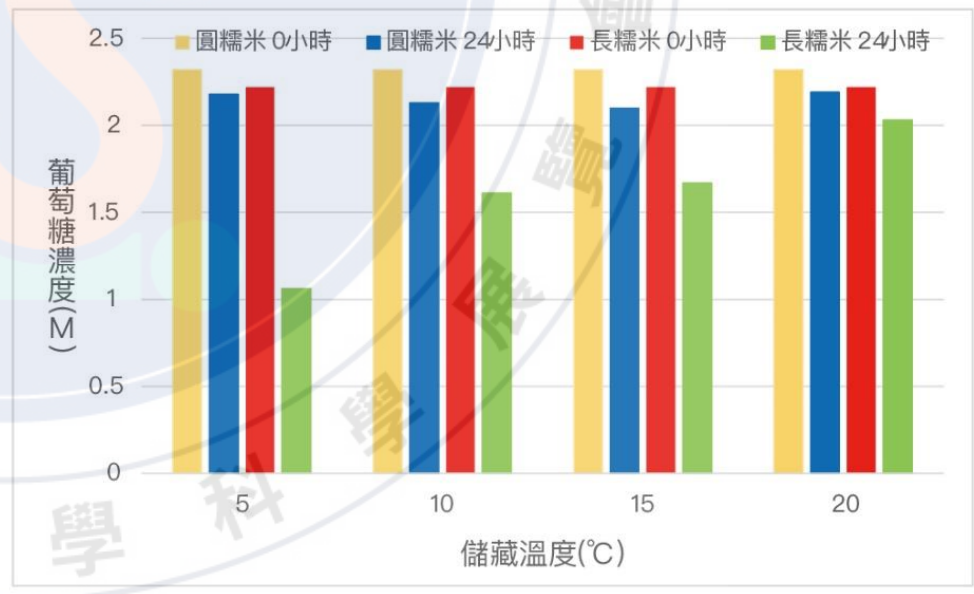
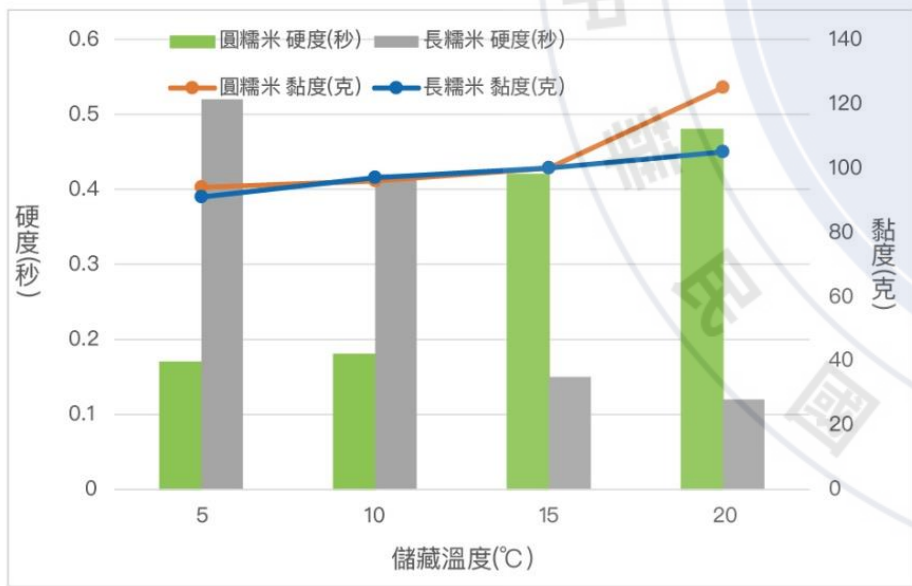
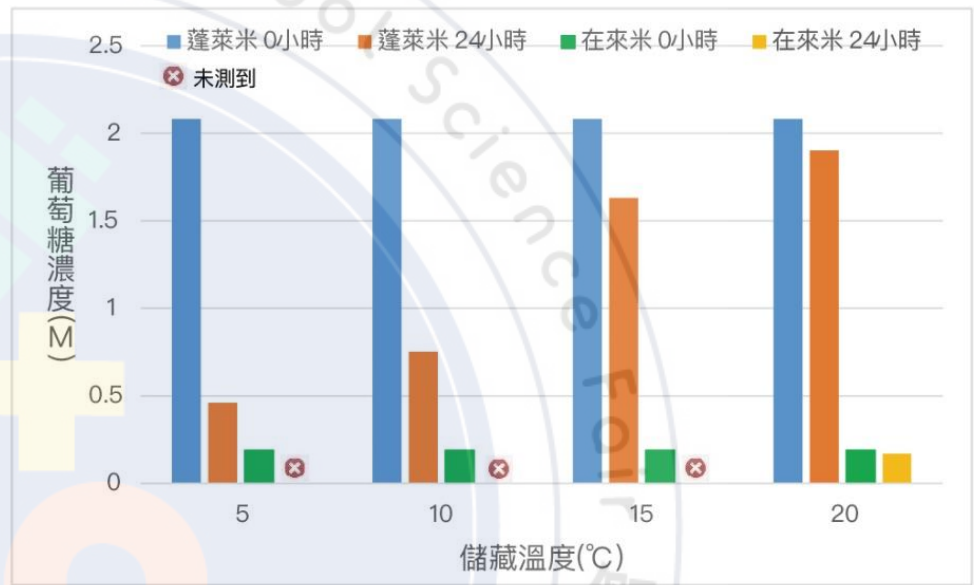
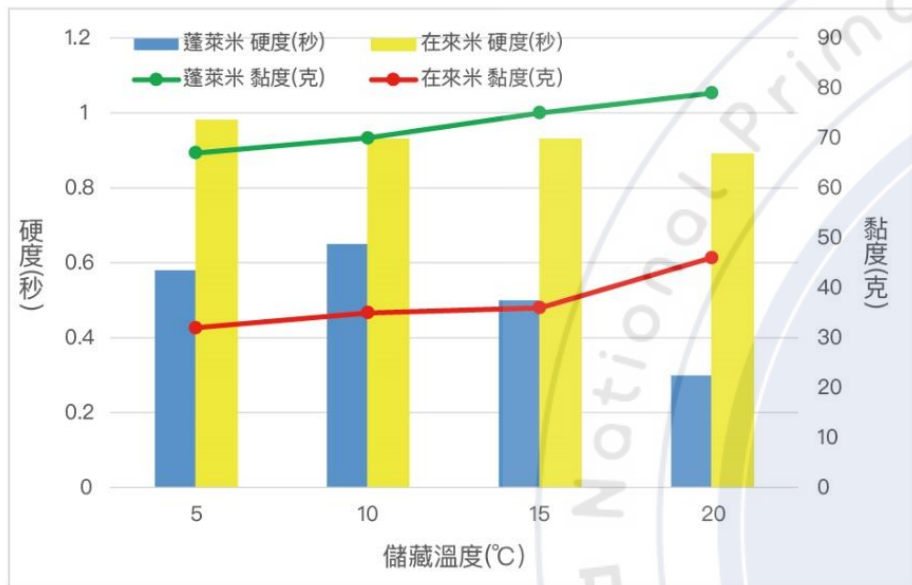


圖六、四種米飯中抗性澱粉含量

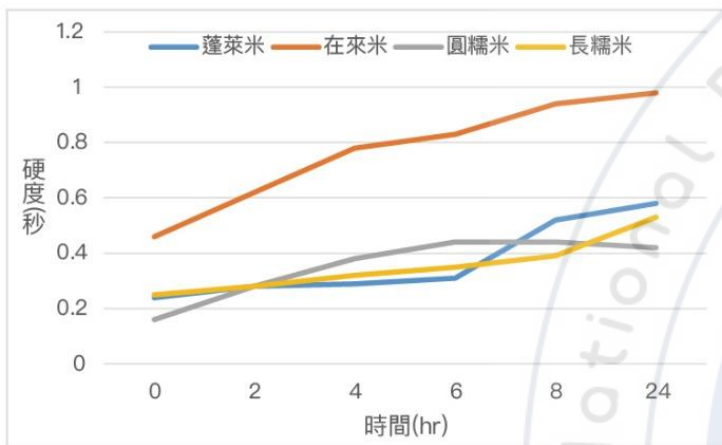
2. 利用過錳酸鉀測定四種米飯中葡萄糖含量



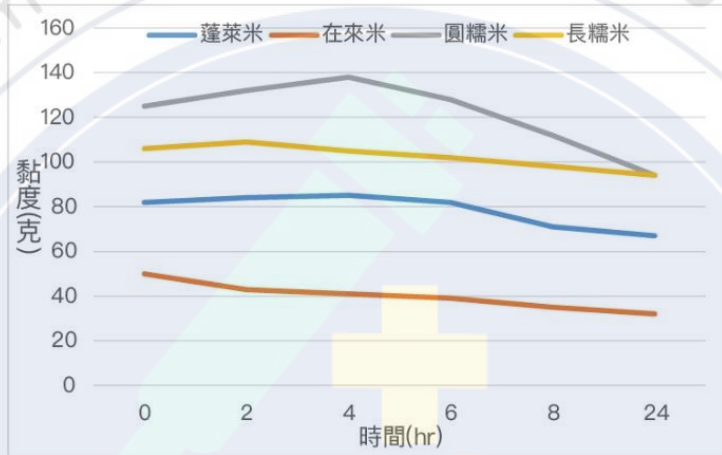
圖七、四種米飯中葡萄糖含量



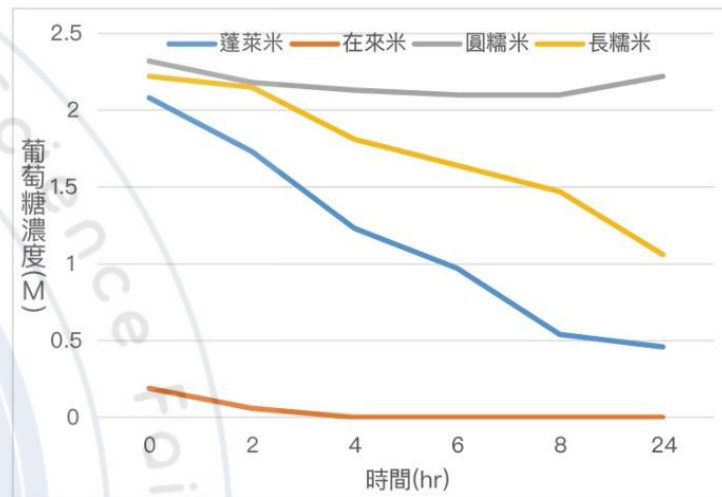
研究三、儲藏時間對產生抗性澱粉的影響



圖十二、四種米在儲藏時間的硬度變化

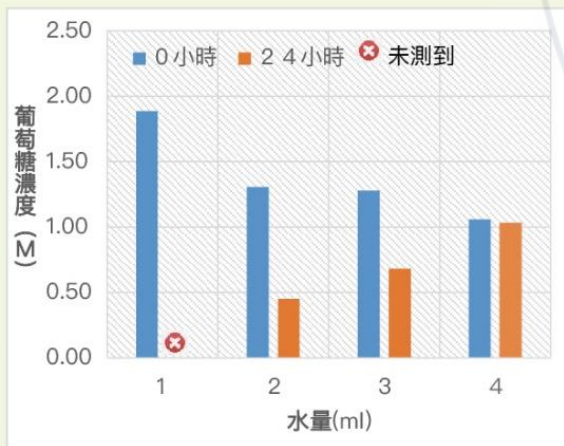


圖十三、四種米在儲藏時間的黏度變化

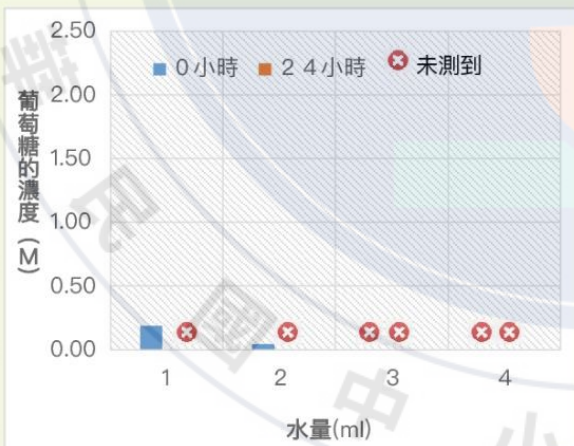


圖十四、四種米在儲藏時間產生抗性澱粉的情形

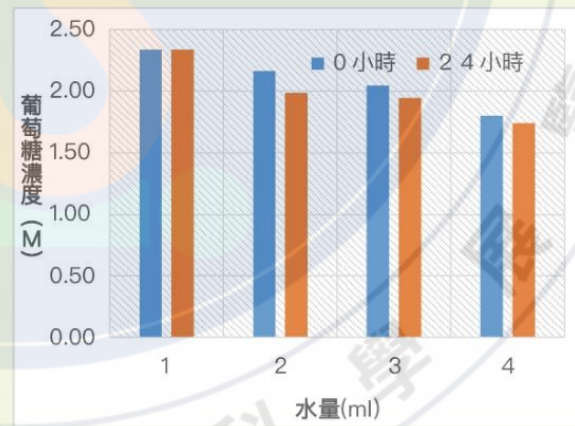
研究四、煮飯時的水量對米飯產生抗性澱粉的影響



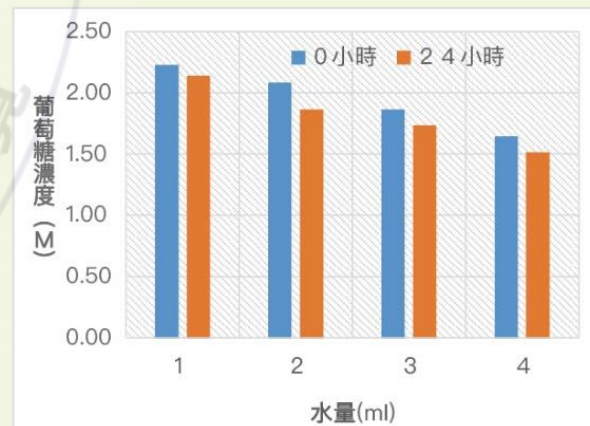
圖十五、水分對蓬萊米抗性澱粉的影響



圖十六、水分對在來米抗性澱粉的影響

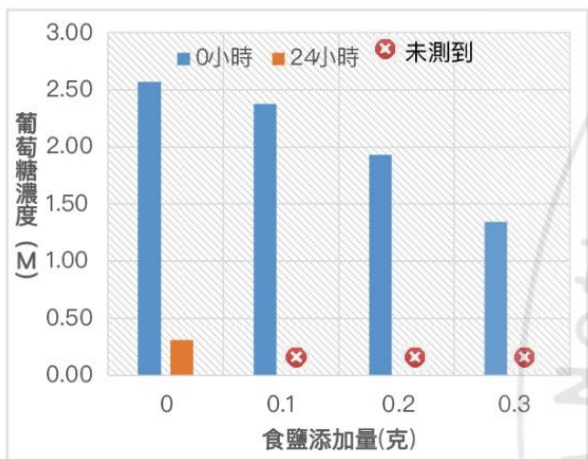


圖十七、水分對圓糯米抗性澱粉的影響

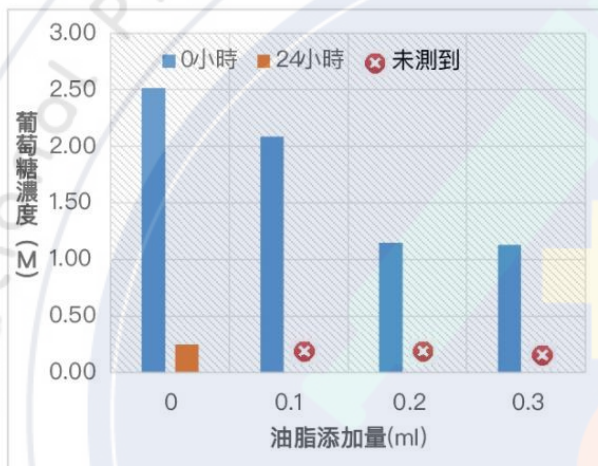


圖十八、水分對長糯米抗性澱粉的影響

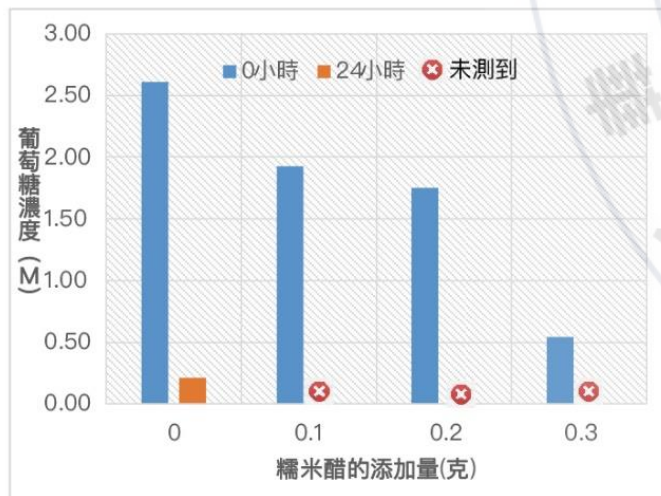
實驗五-1、添加物含量對米飯產生抗性澱粉的影響



圖十九、添加鹽對抗性澱粉的影響

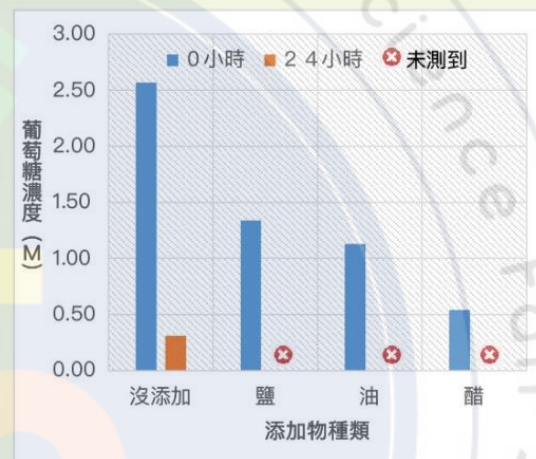


圖二十、添加油脂對抗性澱粉的影響

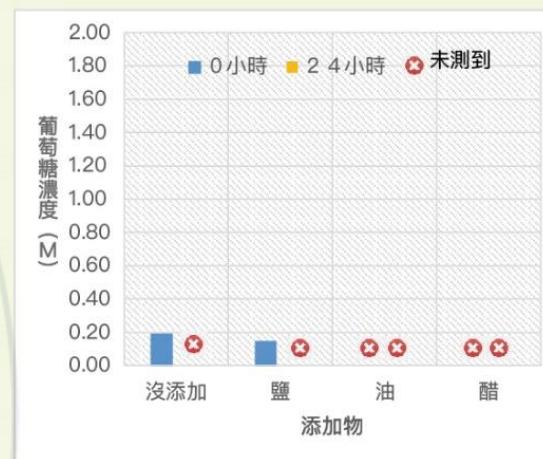


圖二十一、添加醋對抗性澱粉的影響

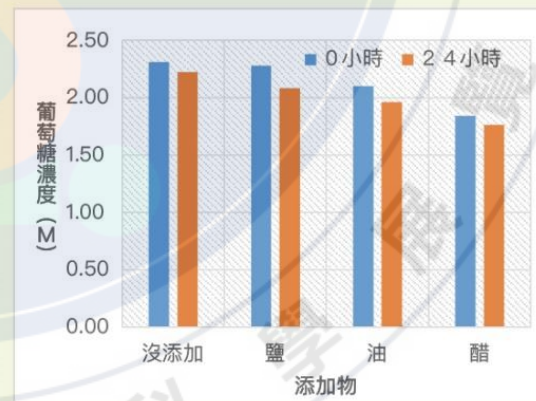
實驗五-2、添加物對不同米飯產生抗性澱粉的影響



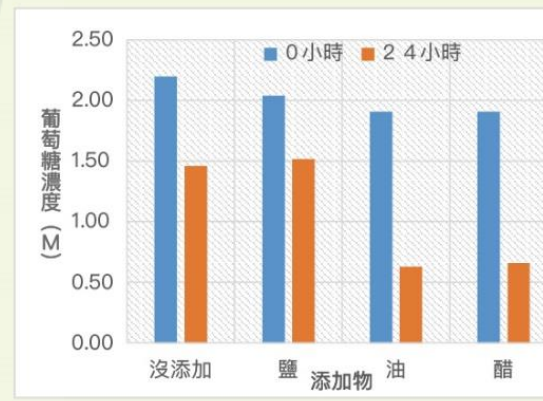
圖二十二、添加物對蓬萊米的影響



圖二十三、添加物對在來米的影響



圖二十四、添加物對圓糯米的影響

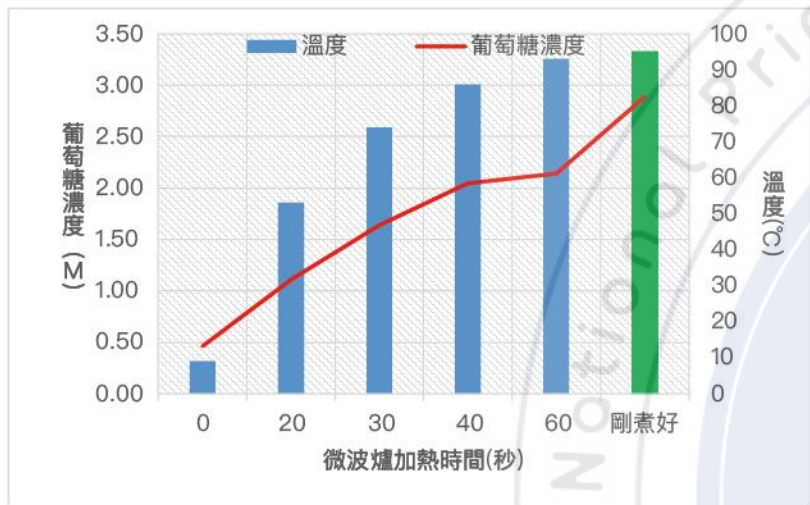


圖二十五、添加物對長糯米的影響

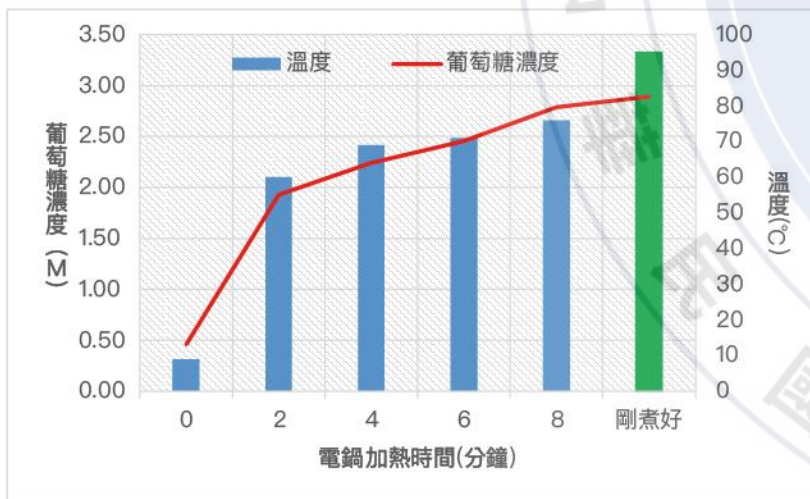
肆、討論

一、澱粉的結構對米飯產生抗性澱粉的影響

低溫下直鏈澱粉會互相靠近，排成「晶體」形成抗性澱粉。支鏈澱粉幾乎不發生老化，其原因是它的結構呈三維網狀空間分佈，妨礙了微晶束氫鍵的形成。



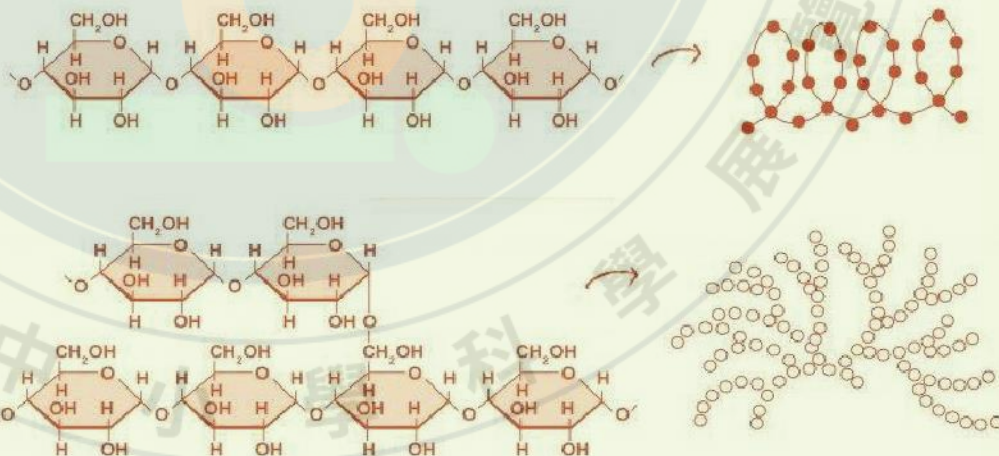
圖三十五、微波爐復熱對抗性澱粉的影響



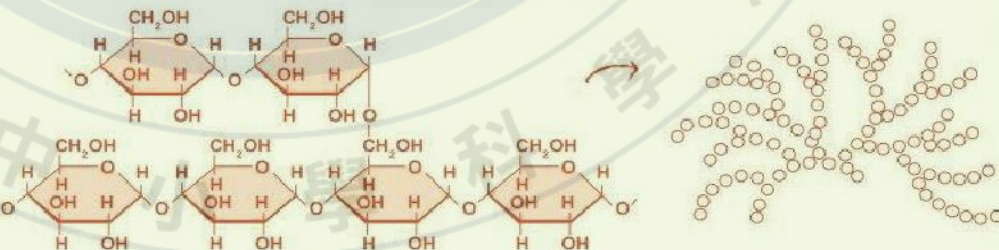
圖三十六、電鍋復熱對抗性澱粉的影響



圖三十七、冷飯中抗性澱粉的形成



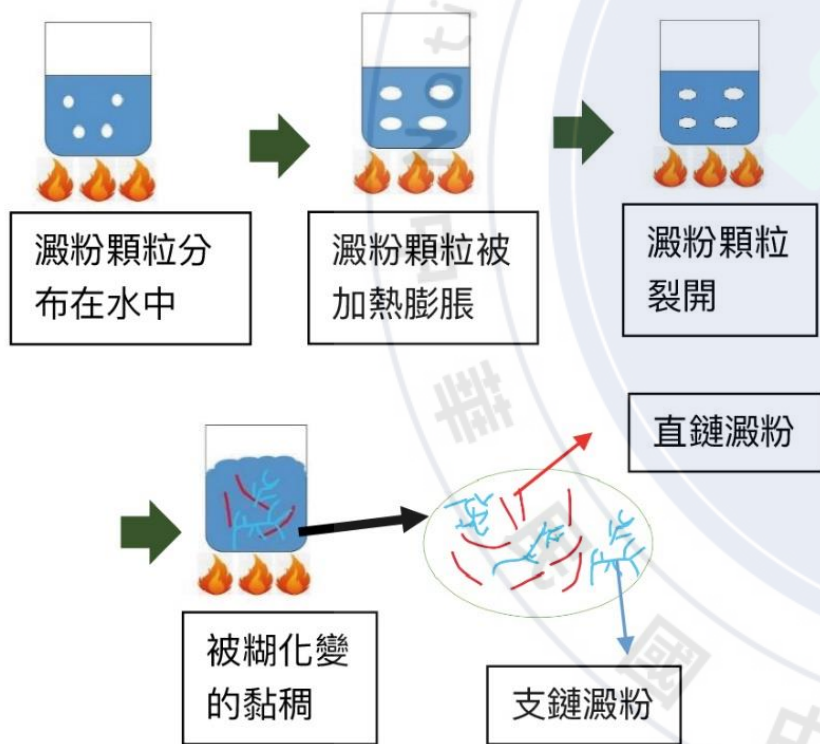
圖三十八、直鏈澱粉結構



圖三十九、支鏈澱粉結構

二、水分對米飯產生抗性澱粉的影響

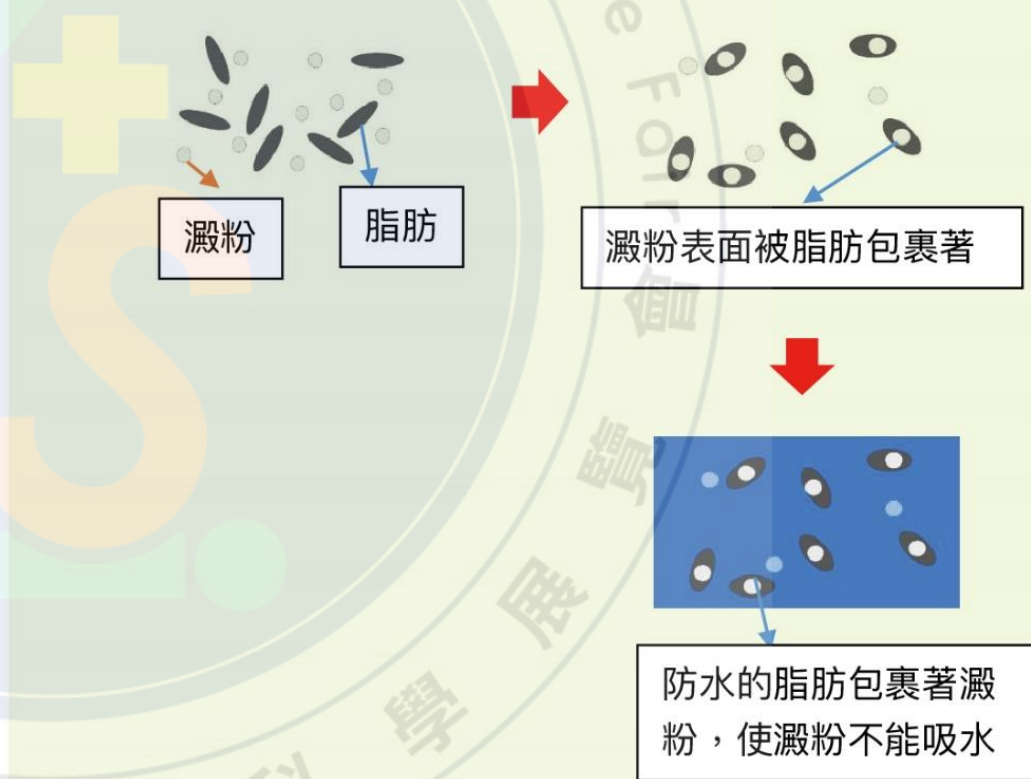
生澱粉在水中經加熱後，膠束逐漸被溶解，形成澱粉單分子，水分子把澱粉分子包圍起來，澱粉就無法回復原本的排列。



圖四十、澱粉糊化作用過程

三、添加物對米飯產生抗性澱粉的影響

油脂包覆澱粉顆粒表面，妨礙澱粉吸水，就不易被 α -澱粉酶分解產生葡萄糖。



圖四一、第五類抗性澱粉形成過程

伍、結論

- 一、直鏈澱粉含量高的米較容易產生抗性澱粉。所以，在來米 > 蓬萊米 > 長糯米 > 圓糯米。
- 二、儲藏溫度越低越容易形成抗性澱粉， $5^{\circ}\text{C} > 10^{\circ}\text{C} > 15^{\circ}\text{C} > 20^{\circ}\text{C}$ 。
- 三、抗性澱粉可隨著儲藏時間的增長而增多。
- 四、蒸煮米飯的水量越多，經過低溫儲藏後抗性澱粉也不會增加。
- 五、而添加食鹽、油脂與醋在米飯中蒸煮，都能提升抗性澱粉的含量，其中以添加醋去蒸煮效果最佳。
- 六、用微波爐復熱效果比電鍋復熱佳。
- 七、如何增加飲食中的抗性澱粉呢？



陸、參考文獻

1. 賴麗旭(2014)。抗性澱粉的來源、生理功能與應用。興大農業第88期，2-7。
2. 中華民國第61屆中小學科學展覽會：珍珠新「葛」命—「抗性」珍珠生成之道。
3. 中華民國第53屆中小學科學展覽會：模「飯」生。
4. 中華民國第51屆中小學科學展覽會：誰是口水王—唾液澱粉酶對澱粉的消化作用。
5. 中華民國第20屆中小學科學展覽會：選米煮飯學問大。