

114 學年度新北市秀朗國小
資優班學生獨立研究作品說明書

「珍」是美味

自製 Q 彈美味又健康的珍珠

研究者：夏瑜希、吳佳蓁、丁宇葳、
楊珮絜、范妘晞、夏采蓁

指導教師：徐堉禎老師、胡菲茜老師

目錄

摘要.....	1
壹、研究動機.....	1
貳、研究目的.....	1
參、文獻探討.....	2
一、珍珠的由來.....	2
二、珍珠 Q 彈的原理.....	2
三、珍珠的 Q 彈度定義.....	3
四、白砂糖、二砂糖、黑糖、果糖的不同及特性.....	3
五、天然代糖與人工代糖的比較.....	3
六、「珍珠」相關研究文獻整理.....	4
肆、研究流程與方法.....	4
一、研究執行甘特圖.....	4
二、研究架構圖.....	5
伍、實驗器材與設備.....	6
一、實驗器材.....	6
2-1 Q 度測試說明.....	7
2-2 Q 度測試架改良史.....	7
2-3 彈力測試說明.....	8
2-4 彈力測試架改良史.....	8
2-5 平板架改良史.....	9
三、試吃體驗數據蒐集.....	10
陸、研究過程與結果.....	11
研究目的一：從文獻資料探討製作珍珠的步驟.....	11
目的一珍珠製作步驟：.....	13
研究目的二：從文獻資料探討珍珠（粉：水：糖）的最佳比例.....	13
目的二結論：.....	14
研究目的三：探討不同糖類對珍珠 Q 彈度及口感的影響.....	15
目的三結論：.....	17
研究目的四：探討不同澱粉對珍珠 Q 彈度及口感的影響.....	18
目的四結論：.....	21
研究目的五：探討不同代糖對珍珠 Q 彈度及口感的影響.....	21
目的五結論：.....	25

研究目的六：探討添加不同種類色粉對珍珠外觀、Q 彈度及口感的影響	26
目的六添加 1g 色粉結論：	32
目的六添加 3g 色粉結論：	33
研究目的七：探討以上自製配方珍珠之熱量與成本	34
目的七珍珠熱量結論：	35
目的七珍珠製作成本結論：	36
目的七自製配方珍珠之熱量與成本總結：	36
柒、結論與建議	37
一、研究結論	37
二、未來研究建議	38
捌、研究心得	38
玖、參考資料	39
附錄	41
珍珠製作成本與熱量計算表	41

摘要

臺灣珍珠奶茶之盛行，光是小小的永和就有非常多家飲料店，而各家珍珠的Q彈度不盡相同，引發我們想自製Q彈度、美味又健康的珍珠。從實驗中，我們發現製作珍珠的最佳比例是「粉50%、水35%、糖15%」，在粉體的選擇上，蕃薯粉珍珠Q彈與美味兼具，而在糖類部分，赤藻糖醇不僅在Q彈度表現亮眼，好吃感亦獲最高評分，甚至優於果糖及其他糖。

針對健康與視覺的天然色粉實驗中，發現色粉會改變珍珠的味道，進而影響好吃感的評分，因此建議色粉添加量1g就好，斑蘭葉粉和蝶豆花粉雖具Q彈度但風味欠佳，紫薯粉在1g與3g的實驗中皆有良好的Q彈度與口感。想要自製Q彈美味又健康的珍珠，最優選配方是「蕃薯粉搭配赤藻糖醇，再添加紫薯粉」

比較自製珍珠的成本與熱量後，使用赤藻糖醇的珍珠，熱量是最低的，但製作成本略高，如果想要熱量與成本兼顧，糖類可以使用羅漢果糖或是甜菊糖苷，粉類可以選用木薯粉或是地瓜粉。

壹、研究動機

有一種飲料在臺灣掀起風潮，就連全世界都少不了它的身影，而它——珍珠奶茶，就是掀起這風潮的浪，相信大部分的人都喝過珍珠奶茶，我們查過資料後發現，光是永和區居然就有六十幾間飲料店，這數字太驚人了！每一家飲料店也幾乎都有「珍珠奶茶」這品項。喝珍珠奶茶時，我們發覺珍珠奶茶裡的珍珠Q彈度和顏色不太一樣，以及現代的人都講求低卡康健，所以我們想要藉由這次研究，探討使用什麼樣的比例以及食材可以製做出Q彈好吃暨健康的珍珠。

貳、研究目的

1. 從文獻資料探討製作珍珠的步驟。
2. 從文獻資料探討珍珠食材的最佳比例（粉：水：糖）。
3. 探討不同糖對珍珠Q彈度及口感的影響（黑糖、果糖、二號砂糖、白砂糖）。
4. 探討不同澱粉對珍珠Q彈度及口感的影響（樹薯粉、竹芋粉、地瓜粉、馬鈴薯粉）。
5. 探討不同代糖對珍珠Q彈度及口感的影響（赤藻糖醇、羅漢果糖、甜菊糖苷）。
6. 探討添加不同種類色粉對珍珠外觀、Q彈度及口感的影響（草莓粉、抹茶粉、紫薯粉、紅麴粉、斑蘭葉粉、南瓜粉、蝶豆花粉）。
7. 探討以上自製配方珍珠之熱量與成本。

參、文獻探討

一、珍珠的由來

珍珠最一開始稱為「粉圓」，粉圓相傳是清朝時期，地方官向慈禧太后進貢的獻壽禮，慈禧太后嚐過後讚不絕口，從那時即成為家喻戶曉的可口點心。粉圓的主原料是木薯粉，是一種濕地植物根莖中提取的澱粉，煮熟後會呈透明亮滑狀，光滑如同珍珠，因此又稱「珍珠」粉圓。

台灣早期僅有珍珠奶茶一種稱呼。到了約 1988 年時，臺南市海安路一家名為「草蜢」的小販，以當時某女星的身材作為靈感，而將珍珠奶茶改稱「波霸」奶茶。日後在南臺灣，日漸產生波霸指大粉圓、珍珠指小粉圓的說法，因此波霸、珍珠、粉圓到底哪裡不一樣呢？它們只是顆粒大小的差別，由大到小分別是：波霸>珍珠>粉圓。除了傳統的黑糖珍珠，近年來也出現了白色的白玉珍珠。

二、珍珠 Q 彈的原理

珍珠 Q 彈的原理是透過樹薯粉的「糊化反應」和「結晶化」，搭配「滲透壓」和「冷鎮」等步驟來達到。煮熟時澱粉糊化吸水膨脹變軟，起鍋後冰鎮會使澱粉結晶變硬，而糖分則能透過滲透壓讓珍珠保持水分流失並增加 Q 彈口感。

1. **煮沸糊化**：煮沸時，澱粉會進行「糊化反應」，吸收水分而膨脹、變得柔軟。
2. **糖分的作用**：在煮珍珠時加入糖，利用滲透壓原理，糖分会將珍珠內部的水分排出，使珍珠的口感更加 Q 彈。
3. **冷鎮結晶**：煮好後，將珍珠立刻放入冰水冰鎮，這個過程會使澱粉分子間的氫鍵增加，水分被擠出，澱粉開始「結晶」變硬，形成 Q 彈的口感。
4. **澱粉的支鏈結構**：樹薯粉富含支鏈澱粉，這種結構的澱粉在煮熟後比直鏈澱粉更具彈性、黏性，也有助於形成 Q 彈的口感。
5. **澱粉老化**：如果珍珠放太久或冷藏後會變硬，這是因為澱粉「老化」的緣故。澱粉在低溫下會慢慢重新結晶，將水分擠壓出來，導致口感變得更硬脆。

三、珍珠的 Q 彈度定義

珍珠 Q 彈度是指吃起來彈力和 Q 度的綜合感覺，我們使用自製的實驗工具來測量彈力與 Q 度，每次都取五顆珍珠來進行實驗，然後計算實驗的平均值，再把彈力與 Q 度的數據相加，數值愈大代表珍珠越 Q 彈。

彈力測試	Q 度測試
我們利用珍珠從固定高度落下後的反彈高度不同來測定珍珠的彈力，反彈越高代表珍珠的彈力越好。	我們使用固定重量的瓶裝水來擠壓珍珠，觀察珍珠整體的回彈幅度，回彈的幅度越大代表 Q 度越好。

四、白砂糖、二砂糖、黑糖、果糖的不同及特性

種類	製程與純度	特性與風味
白砂糖 (特級砂糖、細砂糖)	蔗糖經溶解、過濾、多次結晶，並經過精煉脫色後而成，純度最高（高達 99.6% 以上）。	甜度高且純粹，無特殊風味或雜質，為白色結晶體。
二砂糖 (黃砂糖、特砂)	蔗糖第一次結晶後的產物，未經高度精煉脫色，因此帶有淡黃色澤。	甜度適中，帶有淡淡的甘蔗焦糖香氣，風味比白糖更為豐富。
黑糖 (紅糖、黑糖)	甘蔗汁直接熬煮，未經精煉或精煉程度最低，保留了最多甘蔗原始的礦物質和深色糖蜜。	甜度較低，帶有濃郁的焦糖香氣和獨特風味，顏色深且黏性較高。
果糖 (高果糖糖漿)	並非直接從甘蔗提煉，而是由玉米澱粉分解而成，主要成分為單糖「果糖」(Fructose)。	甜度比蔗糖（白糖、二砂糖）更高，且帶有清爽的甜味。

五、天然代糖與人工代糖的比較

特性	天然代糖（來自植物或自然來源）	人工代糖（化學合成）
常見種類	甜菊糖苷、羅漢果糖、赤藻糖醇、木糖醇。	阿斯巴甜、蔗糖素、醋磺內酯鉀、糖精。
熱量	部分帶有少量熱量（如糖醇類），部分幾乎無熱量。	通常不含熱量或熱量極低。
甜度	甜度差異大，部分與蔗糖相似，部分則高出許多。	甜度通常遠高於蔗糖，只需少量即可產生甜味。
對血糖影響	通常對血糖影響較小，有些甚至幾乎無影響，適合糖尿病患者。	不會被身體代謝，因此不會影響血糖。
優點	來源天然，常被認為較健康，有些富含維生素或礦物質。	可大幅降低食品熱量，幫助體重控制。
缺點	有些帶有特殊風味，可能影響食品口感；部分攝取過量可能導致腸胃不適。	來源非天然，部分長期食用安全性仍有爭議；對腸道菌群的影響尚待更多研究。

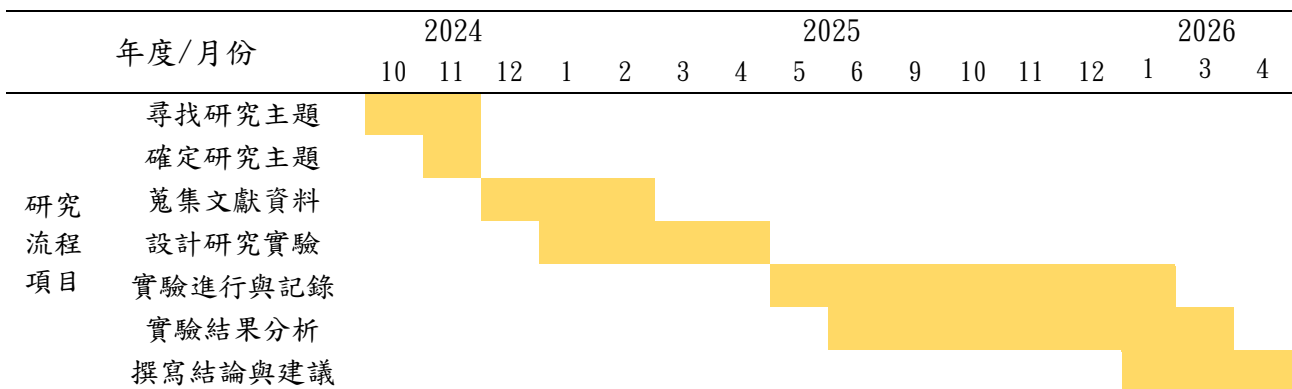
六、「珍珠」相關研究文獻整理

研究題目	研究結論
黑珍珠的奧秘：研究糖對澱粉凝膠的影響	<ol style="list-style-type: none"> 1. 實驗結果，黑糖的添加對粉圓 Q 度影響甚大，並發現當樹薯粉添加入 25.71% 的黑糖時，粉圓在低溫下的硬化程度更不亞於市售的珍珠粉圓。 2. 藉由實驗結果發現，糖無論是加在粉圓裡或是加在烹煮粉圓的水中，對粉圓的彈性與硬度都有一定的影響。
珍是好珠味：探討國小四、五、六年級學生對自製珍珠粉圓的喜好研究	<ol style="list-style-type: none"> 1. 四五年級學生對自製手工珍珠粉圓顏色、軟 Q 度和甜度都是滿意的。 2. 四五年級學生覺得三種口味的珍珠粉圓與市售珍珠粉圓有差異。 3. 超過半數的人覺得三種口味的珍珠粉圓有特色，抹茶珍珠粉圓的特色是口味獨特、蝶豆花珍珠粉圓和洛神花珍珠粉圓的特色都是口感 Q 彈。 4. 超過半數的人覺得三種口味的珍珠粉圓健康。 5. 超過半數的人有意願購買三種口味的珍珠粉圓。 6. 三種口味的珍珠粉圓，四五年級小學生最喜愛的是蝶豆花珍珠粉圓。
珍相大白：探討珍珠 Q 彈的秘密	<ol style="list-style-type: none"> 1. 地瓜粉做的珍珠 Q 彈度最佳。 2. 是以黑糖粉製作的地瓜粉珍珠最為 Q 彈。 3. 珍珠煮完之後浸泡的水溫越低，珍珠 Q 軟度越好。 4. 粉的種類對珍珠 Q 軟度有影響。

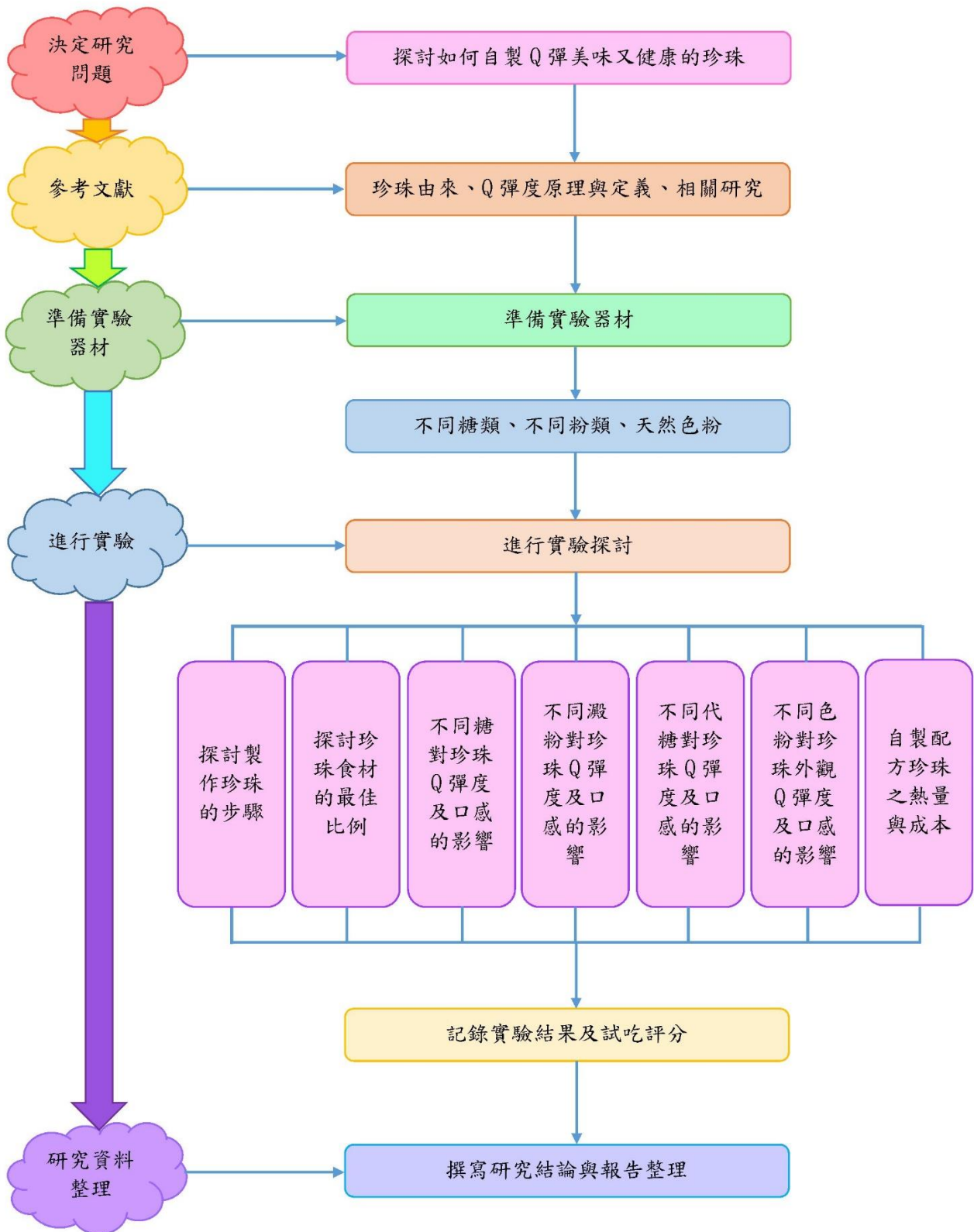
從以上的文獻資料，我們可以知道「糖」是珍珠 Q 彈的重要因素，因此在之後實驗裡，我們想要瞭解不同糖類（一般糖類、代糖）、不同的粉類對珍珠 Q 彈的影響，而不同顏色的珍珠，能提升珍珠的外觀，在食用上是否會有不一樣的口感呢？我們把以上想探討的變因，設計到實驗中，除了 Q 彈度科學實驗數據蒐集，我們也加入了口感評分，想瞭解是否越 Q 彈的珍珠，口感越好呢？

肆、研究流程與方法

一、研究執行甘特圖



二、研究架構圖



伍、實驗器材與設備

一、實驗器材

					
木薯粉	竹芋澱粉	馬鈴薯澱粉	地瓜粉	麵粉	紅麴粉
					
草莓粉	南瓜粉	斑蘭葉粉	抹茶粉	蝶豆花粉	紫薯粉
					
甜菊糖苷粉	羅漢果糖粉	赤藻糖醇粉	黑糖粉	二砂糖	白砂糖
					
純水	果糖	電子秤	不鏽鋼碗	鍋子	鍋蓋
					
電磁爐	烘焙紙	量杯	量筒	紙尺	智高積木
					
不鏽鋼筷子	刮刀	擀麵棍	不鏽鋼粗吸管	攪拌棒	過濾勺
					
棉繩	水瓶	平板	色票		

二、物理數據蒐集

2-1 Q 度測試說明

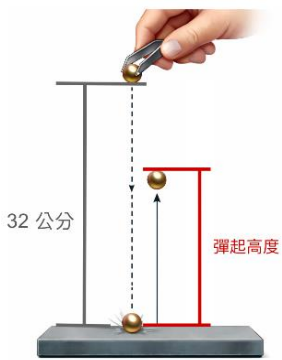
測試項目	裝置照片及說明	操作流程	原理圖
Q 度	<p>1. 我們用智高積木做了一個測量珍珠 Q 度的實驗器具。</p> <p>2. 裝置上有兩個用來擠壓珍珠的板子，在擠壓板的側邊有刻度尺，0 公分對準被固定擠壓板那一側，這樣便可測量珍珠被擠壓的程度以及回彈幅度。擠壓板後方有個滑輪，是為了讓控制擠壓板的棉繩不會亂動和打結。</p> <p>3. 為了能精準控制擠壓板的移動和擠壓狀態，我們把棉繩綁在擠壓板和裝滿水的寶特瓶上，以寶特瓶內水的重量，作為擠壓珍珠時的施力原，以確保施力時的力道強弱一樣。</p>	<p>1. 我們先把寶特瓶裝 617 克的水，並將棉繩綁在寶特瓶頸部上。</p> <p>2. 把裹粉的珍珠放在兩個擠壓板中間，用裝水寶特瓶的重量去擠壓珍珠 5 秒，再讓珍珠回彈 10 秒。</p> <p>3. 將實驗結果的擠壓長度、回復長度記錄下來。</p>	

2-2 Q 度測試架改良史

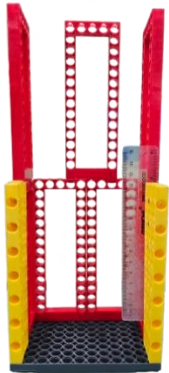
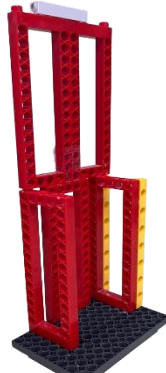
Q 度測試架改良史	說明	正面圖	側面圖
第一代	第一代比較簡陋，整體的話是把水瓶掛在棉線上，運用水瓶的重量將珍珠擠壓，但實驗過後，發現因為實驗器材之間有窠空，所以珍珠被卡進空隙裡，無法做回彈的動作，我們決定將實驗器材改良一下。		
第二代	改良後的第二代有變好一點，我們把窠空的洞給補上了，使珍珠不易被卡住；我們還在滑輪中間貼了一片分隔片，讓麻繩不易打結，沒有護貝的尺容易爛掉，所以我們打算將它護貝。		

<p>第三代</p>	<p>我們印了一把尺貼在自製測量器材上，這樣可以清楚看它幾公分。我們還在分隔片上貼一段膠帶，讓棉繩不易鬆脫。最後再把整體滑輪用膠帶貼牢固一點，第三代就誕生了。</p>		
------------	---	--	---

2-3 彈力測試說明



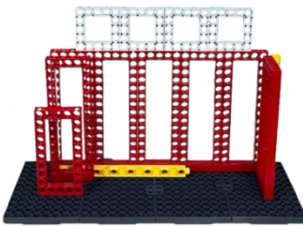

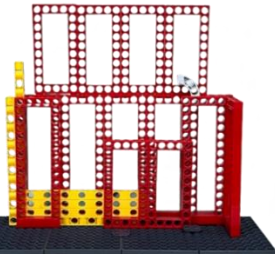

測試項目	裝置照片及說明	操作流程	原理圖
彈力	<p>1. 我們使用智高積木做了一個測量珍珠彈力高度的實驗器具。</p> <p>2. 我們將量筒固定在裝置上讓珍珠從 32 公分的高度自由落下，然後測量它從底部到彈起時的最高高度之距離。</p>	<p>1. 將珍珠放入裝有麵粉的培養皿，並盡量均勻的裹上麵粉。</p> <p>2. 用鑷子夾起珍珠，以自由落體的方式從機器最頂端(約 32 公分)放開鑷子。</p> <p>3. 珍珠落下後會以本身彈性強弱度決定彈起的高度。</p> <p>4. 在珍珠落下時用平板拍攝整體過程並用慢動作以方便後續觀察。</p>	

2-4 彈力測試架改良史

彈力測試架改良史	說明	正面圖	側面圖
第一代	<p>我們為了讓珍珠可以從固定高度落下，所以做了量筒固定架，讓鑷子可以固定高度讓珍珠落下，我們會在量筒固定架上貼尺(刻度尺貼在量筒上)。</p>		

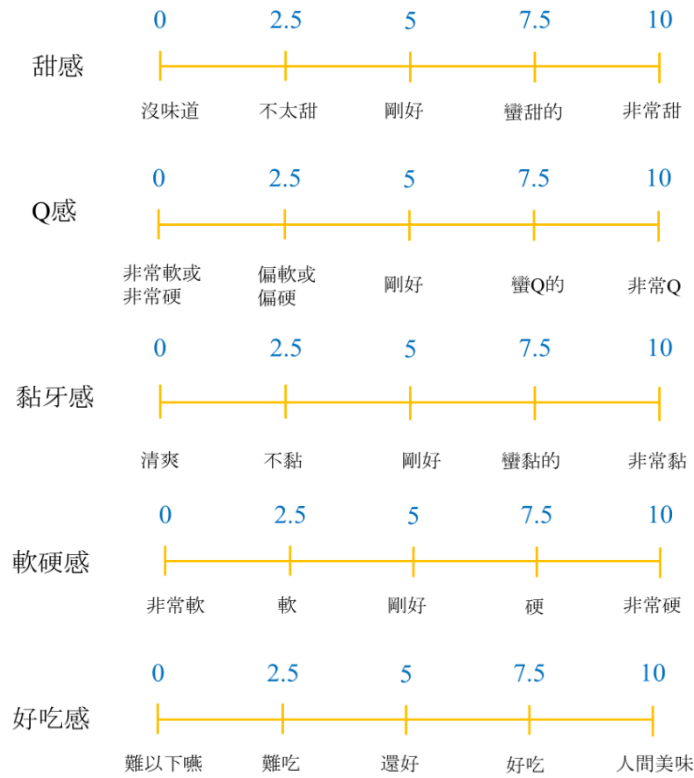
<p>第二代</p>	<p>因為直尺是透明的，所以我們改用紙尺，將它貼在支架上，為了以防把量筒打破，因此我們把量筒換成壓克力管。</p>		
<p>第三代</p>	<p>但是我們發現用壓克力管無法使珍珠彈起，所以最後還是選擇用量筒。</p>		

2-5 平板架改良史

平板架改良史	說明	正面圖	側面圖
<p>第一代</p>	<p>手拿平板會晃動，拍攝角度會不同，所以我們決定用自製的平板架來固定拍攝角度和距離。</p>		
<p>第二代</p>	<p>平板本來是橫放拍攝，後來發現直放拍攝比較清楚，也比較符合我們要影片，所以我們把平板架架高。</p>		
<p>第三代</p>	<p>我們把放平板的地方再架高一點，並再加一些積木讓平板更加穩固。</p>		

三、試吃體驗數據蒐集

除了蒐集珍珠的實驗數據之外，為了瞭解我們做出的珍珠是否可口美味，我們針對每一種配方成品試吃，將口感分成五種感覺，分別是：甜感、Q感、黏牙感、軟硬感、好吃感，針對每一種感覺進行評分，另外也將整體感覺記錄下來以文字呈現。



陸、研究過程與結果

研究目的一：從文獻資料探討製作珍珠的步驟

實驗構想：我們想要從自製珍珠的文獻資料中，找出最適合我們做實驗的步驟。

影片或文章標題	材料與重量	製作步驟	可參考資訊
珍珠奶茶的珍珠怎麼做的？	黑糖 200g 水 100g 木薯粉 200g	1. 放黑糖和水入鍋，用中小火煮並攪拌至溶化。 2. 待黑糖漿稍微冷卻，加入珍珠粉並攪拌均勻。 3. 攪拌時加入水並攪到形成均勻有黏性的麵團。 4. 在麵團表面灑上粉並將其揉成條狀。 5. 將麵團切成小塊的珍珠，每塊約 5 毫米大小。 6. 把做好的珍珠放入水中煮約 20 分鐘。 7. 將煮好的珍珠用清水沖洗。 8. 把珍珠放入冷水中冷卻，防止黏在一起。	優點： 步驟清楚 缺點： 麵團灑粉比例會不精確
手作珍珠粉圓，無添加依然 Q 彈	片粟粉 100g 黑糖 30g 滾水 70~75g	1. 一小鍋滾水加入黑糖，沸騰後倒入粉中。 2. 以橡皮刮刀攪拌均勻，直到看不見粉類。 3. 將麵團放在矽膠墊上，桿成 7 毫米厚。 4. 放進冰箱 10 分鐘，待涼。 5. 好了後切成長寬不到 1 公分的顆粒並搓圓。 6. 完成後，滾水煮 10 分鐘，就好了。	優點： 不用煮太久 缺點： 刮刀無法完全攪拌均勻 需使用冰箱
黑糖珍珠粉圓 DIY 只要 2 種材料 + 1 根吸管！小撇步煮出 Q 彈口感	水 180ml 樹薯粉 200g 黑糖 40g	1. 拿水跟黑糖倒入滾水，攪拌均勻後煮至大滾。 2. 轉小火，倒入樹薯粉，攪拌一下後關火繼續拌成團，拌成團後取出用手搓揉均勻，接著先分成二等份。 3. 取一份麵團擀成 0.3 公分的厚度，拿一支不鏽鋼吸管戳出小麵團，再用手搓圓。反覆動作製作黑糖珍珠。 4. 煮一鍋水，大滾後下珍珠，煮至珍珠浮起後，加蓋留縫轉中火，煮 25 分鐘。 5. 關火，把蓋子蓋好燜 15 分鐘後，瀝出珍珠。	優點： 步驟清楚 缺點： 沒有說明麵團為何要分成兩等份
自己做黑糖珍珠（波霸）輕鬆煮出口感不怕糊！	太白粉 100g 黑糖粉 35g 水 65g	1. 將 35g 黑糖、65ml 水倒入鍋中，不斷攪拌煮至大滾後轉小火，將太白粉倒入鍋中，迅速攪拌成麵糰，立刻關火，將麵團取出。 2. 用湯匙不斷攪拌、碾壓麵團，使其混和均勻，稍微冷卻後，用手將麵團放到烘焙紙上，拍上手粉，將麵團搓圓壓平，厚度要少於 1 公分（麵團大概呈現成人手掌大小）。 3. 使用不鏽鋼吸管，將麵團壓出一個一個的圓形，塞住可以用長筷子戳出，再用手將小麵糰搓圓成珍珠。 4. 將戳滿洞的麵團重新壓平，重覆上方步驟。 5. 將珍珠倒入滾水中，緩慢攪拌至珍珠浮起、外皮熟透，將整鍋放入電鍋中，烹煮 15 分鐘，再悶 30 分鐘，將珍珠完全煮透。	優點： 步驟清楚詳細有提到不鏽鋼吸管戳珍珠時會遇到的問題與解決方法 缺點： 需用電鍋煮 太白粉倒入煮沸的糖水中容易失敗

<p>手工自製珍珠粉圓 波霸粉圓 黑糖粉圓</p>	<p>樹薯粉 100g 黑糖 40g 滾水 65ml</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 將黑糖加入水中煮到滾沸，在黑糖水大滾時立馬沖入樹薯粉中。 2. 用筷子將黑糖水跟樹薯粉攪拌在一起成碎塊狀後，微涼後用手將它揉成狀似黏土般的麵團。 (太乾就加點冷水，太濕就加點樹薯粉調整) 3. 用自己喜歡的方式搓成小圓球。(可連結至影音參考不同手法搓圓) 4. 水煮滾後放入珍珠，以中小火煮約 15 分鐘後，再悶 10 分鐘。 5. 撈出後加砂糖以電鍋保溫即可，盡早食用完，最多可保溫 24 小時。不喜歡太過滑溜黏液的朋友，起鍋時可以用常溫的水沖洗一下粉圓外表的黏液。(因這類澱粉怕冷怕冰，遇冷就會變硬、老化，口感不好，所以千萬別泡冰水或放冰箱) 	<p>優點： 步驟清楚，另外也有提醒一些注意事項</p> <p>缺點： 第三步驟較不清楚，沒有說明如何把麵團變成小圓球</p>
<p>如何煮出Q彈珍珠?飲料達人傳授黑糖珍珠關鍵做法與比例!</p>	<p>樹薯粉 100g 黑糖粉 35g 水 65 ml</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 將 35g 的黑糖與 65ml 的水倒入鍋中並開大火煮至黑糖溶解。 2. 煮至黑糖水大滾時，快速將樹薯粉倒入鍋中，迅速攪拌成麵糰。 3. 灑一些樹薯粉於桌面，避免搓揉時沾黏。 4. 等待麵團稍微冷卻至手可以觸摸的溫度時，就可以將麵團從鍋中取出。 5. 將麵糰搓揉成團後，桿平及壓平。接著拿起吸管在麵糰上戳洞，並將戳下來的麵團搓成小圓球，放在樹薯粉中避免彼此沾黏。 6. 準備一鍋水，水量高於珍珠。並在水大滾後下珍珠，用湯匙輕輕攪拌避免沾黏。 7. 珍珠浮起後轉小火，蓋上蓋子再煮 20 分。 8. 熄火後不掀蓋，繼續悶煮珍珠 30 分。 9. 將煮好的珍珠瀝乾，加入黑糖粉。 	<p>優點： 步驟清楚詳細，非常適合初學者</p> <p>缺點： 步驟 3. 準備一些樹薯粉於桌面，避免搓揉時沾黏，會造成比例不精確</p>
<p>Smile 大波霸、小珍珠，粒粒皆安心～自製手工珍珠粉圓</p>	<p>樹薯粉 100g 水 70g 黑糖 40g</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 將黑糖與水混合後煮沸，趁熱直接倒淋在樹薯粉上。 2. 因為剛煮沸的黑糖水非常燙，建議先以叉子攪拌開後，再徒手搓揉均勻成麵糰。(麵糰會帶有一些樹薯粉的顆粒是正常的) 3. 桌面沒有灑粉，是直接將麵糰放入塑膠袋後桿平約 1 公分，再平均分切成小丁狀 4. 水煮沸後倒入半成品，中小火蓋鍋煮約 15 分鐘，不開蓋直接再燜 8-10 分鐘即可起鍋。 	<p>優點： 步驟清楚</p> <p>缺點： 沒有提到把珍珠搓圓</p>
<p>黑糖珍珠鮮奶 今晚我想來杯台灣之光 自製珍珠就是這麼軟Q</p>	<p>樹薯粉 100g 黑糖 50g 滾水 60g</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 鍋內放水，加黑糖煮滾後，沖入樹薯粉中，搓揉過程中如果粉糰太濕，可以再加入適量的粉。 2. 將粉團搓成長條，切成適當大小搓圓。 3. 取一鍋水並煮滾，放入珍珠小火煮 20 分鐘，在燜 10~20 分鐘後撈起，並用溫水稍微洗去珍珠外圍黏稠澱粉。 	<p>優點：</p> <p>缺點： 麵團太濕加粉會造成比例不精確</p>

教你自製珍珠奶茶，絲滑Q彈，幾塊錢就能做出一大鍋！	水 140g 紅糖 30g 木薯粉 100g	1. 先將水 70g 和紅糖 30g 倒入鍋中並將它煮沸。 2. 煮沸後，先加入兩勺木薯粉，邊加邊攪拌，關火後，再加入所有木薯粉。 3. 趁熱把它倒出來，並搓揉到看不見顆粒。 4. 將麵團桿成一毫米薄，切成長條，再豎著切成小方塊，搓圓。 5. 將珍珠倒入鍋中並煮 20 分鐘，悶 15 分鐘。	優點： 缺點： 木薯粉倒入煮沸的糖水中容易失敗
---------------------------	------------------------------	--	-----------------------------------

根據以上蒐集到的資料，我們發現製作珍珠的步驟差異不大，而上述資料的珍珠是做來自己食用，並非做實驗，麵團會視情況加水或是加粉，把麵團切成丁再搓圓成珍珠，也沒有很精確固定重量，因此我們擷取上述資料的優點，包括**材料簡單**（僅需木薯粉、水、糖），**固定的材料份量**（不需手粉）、**使用器材簡單**（不需冰箱、電鍋）等，再加上做實驗需要固定比例、每一顆珍珠的重量、煮珍珠的時間等控制變因，以及前置實驗的經驗，我們將製作珍珠的步驟整理成如下，作為之後實驗的基本步驟。

目的一珍珠製作步驟：

1. 盛取定量熱水，往熱水裡倒入定量黑糖粉並攪拌至全部溶解。
2. 將黑糖水煮至沸騰。
3. 把沸騰的黑糖水倒入裝有木薯粉的容器中攪拌成麵團。
4. 待降溫後，用手把木薯粉麵團搓揉均勻，盡量無顆粒。
5. 將木薯粉麵團放在烘培紙上，用擀麵棍將麵團擀圓壓平至 0.5 公分。
6. 以不鏽鋼粗吸管在擀平的木薯粉麵團上戳洞，戳出小粉團。
7. 將每顆小粉團秤重，確保重量為 0.5 克。
8. 將小粉團搓圓放在容器中，並在容器中蓋上濕布，以免小粉團乾掉。
9. 小粉團倒入滾水中以沸騰狀態煮 20 分鐘，並緩緩攪拌。
10. 關火並蓋上蓋子燜 20 分鐘。
11. 瀝出珍珠，用 4°C 冷水沖洗 3 分鐘。

研究目的二：從文獻資料探討珍珠（粉：水：糖）的最佳比例

實驗構想：我們想要從文獻資料中，瞭解不同「粉：水：糖」的比例差異，對珍珠 Q 彈度的影響，並記錄結果，找出適合我們實驗的最佳比例。

我們參考不同的食譜來源，測試不同「粉：水：糖」比例，依照目的一煮珍珠的步驟來進行實驗。

2-1 實驗比例與結果

實驗一	比例 1	比例 2	比例 3	比例 4
資料來源	黑糖珍珠粉圓 DIY 只要 2 種材料 + 1 根吸管！小撇步煮出 Q 彈口感	珍珠奶茶的珍珠怎麼做的？	台灣珍珠~粉圓做法~第一次做粉圓就成功！	如何煮出 Q 彈珍珠？飲料達人傳授黑糖珍珠關鍵做法與比例！
木薯粉	100 (48%)	100 (40%)	100 (50%)	100 (50%)
水	90 (43%)	50 (20%)	70 (35%)	65 (33%)
黑糖粉	20 (9%)	100 (40%)	30 (15%)	35 (17%)
實驗結果	木薯粉麵團過濕且黏稠，會附著在手上，難以搓揉成形。	因為水分太少，導致木薯粉麵團無法成團狀，有點類似動力沙的質感，麵團會裂開。	有成功做出成品，但是搓揉木薯麵團時，感覺稍硬，不好搓揉。口感則是類似市售珍珠，帶有 Q 感不黏牙。	攪拌成木薯粉團後，看起來很濕，實際上很硬，有點像非牛頓流體，無法搓揉卻又不流動。
結論	失敗	失敗	可作為後續實驗之基礎比例	失敗

標示：克（整體佔比）

2-2 比例 3 的彈力與 Q 度實驗數據

實驗一 比例 3	珍珠彈力	Q 度數據			
		擠壓前刻度	擠壓後刻度	回復後刻度	擠壓後回復長度
1-3-1	13 mm	13 mm	5 mm	12 mm	7 mm
1-3-2	17 mm	12 mm	5 mm	10 mm	5 mm
1-3-3	21 mm	15 mm	5 mm	10 mm	5 mm
1-3-4	8 mm	16 mm	6 mm	13 mm	7 mm
1-3-5	17 mm	14 mm	6 mm	13 mm	7 mm
平均	15.2 mm	14 mm	5.4 mm	11.6 mm	6.2 mm

目的二結論：

1. 比例三的實驗是唯一成功的，雖然製作過程中，木薯麵團感覺稍硬，不好搓揉，但最後有成功做出和市售飲料店差不多口感的珍珠。
2. 我們決定之後實驗的基礎比例為：粉 100g(50%)：水 70g(35%)：糖 30g(15%)。

研究目的三：探討不同糖類對珍珠Q彈度及口感的影響

研究構想：我們參考的食譜都是以黑糖作為成份之一，我們想知道如果改用不同的糖類，是否會改變珍珠的Q彈度及口感呢？







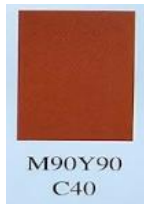


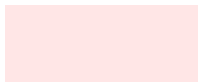

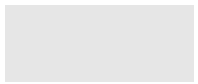
在實驗二中，我們固定食材的比例：粉 100g(50%)：水 70g(35%)：糖 30g(15%)，以不同的糖類（白砂糖、二砂糖、黑糖、豐年果糖）作為實驗的操縱變因，最後把珍珠的Q彈度、顏色、試吃口感評分等記錄下來。

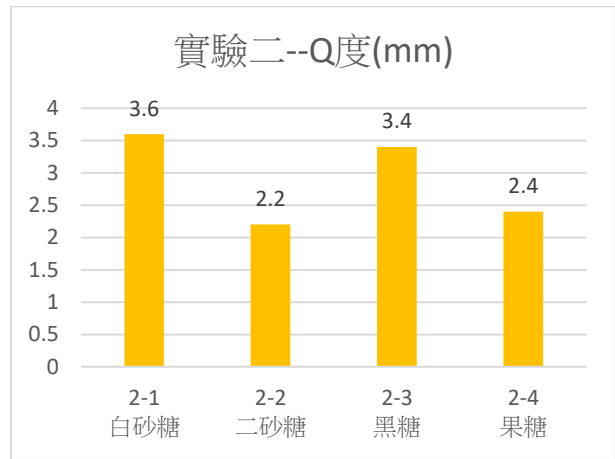
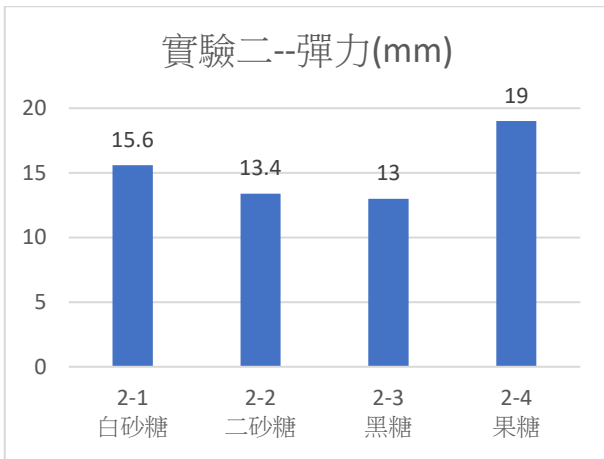
3-1 實驗二的比例

實驗二	2-1	2-2	2-3	2-4
糖種類	白砂糖	二砂糖	黑糖	豐年果糖
木薯粉	50	50	50	50
水	35	35	35	35
糖	15	15	15	15

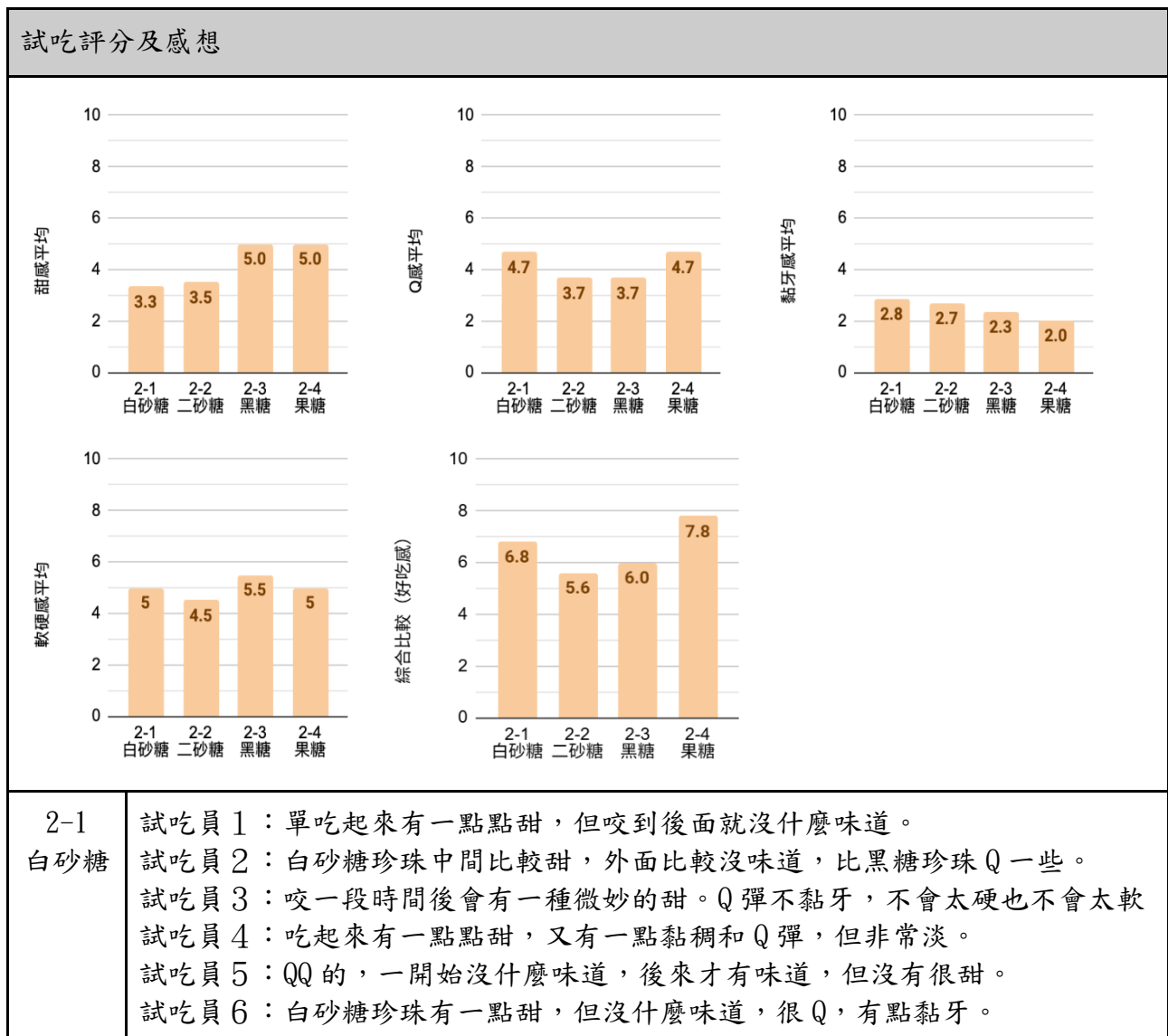
單位：克

3-2 實驗二結果

實驗二	2-1	2-2	2-3	2-4
糖種類	白砂糖	二砂糖	黑糖	果糖
珍珠照片				
色票對照				
色票標示	M5	M10Y10	M90Y90C40	C10M10Y10
CMYK 顏色				
彈力	15.6 mm	13.4 mm	13.0 mm	19.0 mm
Q度 擠壓後回復長度	3.6 mm	2.2 mm	3.4 mm	2.4 mm
整體Q彈度	19.2	15.6	16.4	21.4
口感綜合評分	6.8	5.6	6.0	7.8

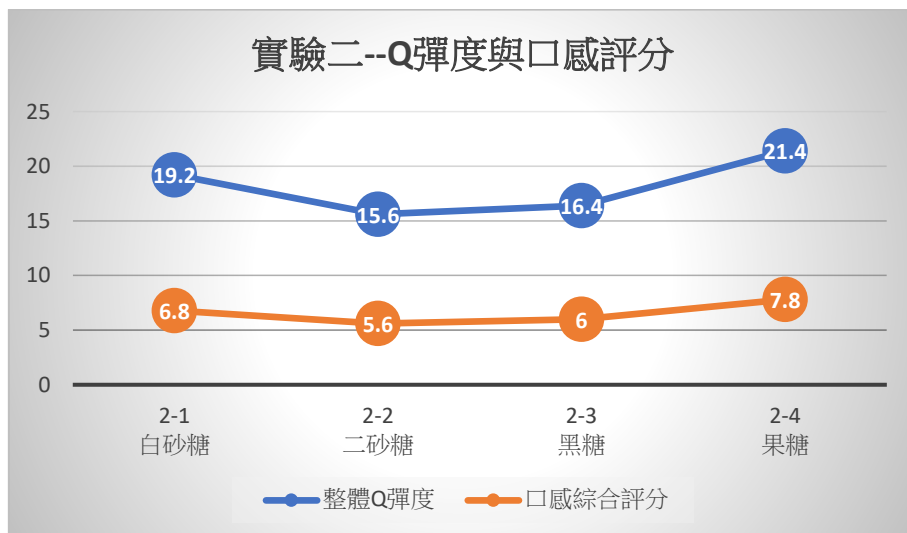


3-3 實驗二試吃口感評分



<p>2-2 二砂糖</p>	<p>試吃員 1：比白砂糖珍珠更 Q 一點，也更甜一點，再甜一點就跟外面賣的一樣。 試吃員 2：沒有像白砂糖珍珠一樣 Q，中間比較硬一點，甜度和白砂糖差不多。 試吃員 3：跟市售珍珠比的話，甜度稍微淡一點，很 Q 彈但有一點硬，咬一咬會有一點黏。 試吃員 4：比白砂糖珍珠甜一點跟黏一點，但是白砂糖珍珠比較 Q 彈。 試吃員 5：沒有比白砂糖珍珠甜，但是比白砂糖珍珠 Q 一點，更好吃。 試吃員 6：二砂糖珍珠比白砂糖珍珠甜，但比較不 Q，白砂糖珍珠比較好吃。</p>
<p>2-3 黑糖</p>	<p>試吃員 1：黑糖珍珠沒有前面兩個那麼 Q，但吃起來有種香香的味道，也比較甜一點。 試吃員 2：黑糖珍珠比二砂糖珍珠 Q，但比不上白砂糖珍珠，比較不甜，但比其他口味珍珠更香。 試吃員 3：咬開會有焦糖味香香的，比白砂糖珍珠 Q 彈，但沒比二砂糖珍珠 Q 彈，比二砂糖珍珠黏一點。 試吃員 4：黑糖珍珠更甜一點，但沒有那麼 Q 彈，我最喜歡吃黑糖珍珠。 試吃員 5：黑糖珍珠比二砂糖、白砂糖珍珠甜，跟之前做出來的黑糖珍珠一樣。 試吃員 6：黑糖珍珠比前兩個更有味道，比二砂糖珍珠 Q，但比不上白砂糖珍珠</p>
<p>2-4 果糖</p>	<p>試吃員 1：果糖珍珠跟黑糖珍珠一樣，吃起來有種特別的香味，這次是焦糖味。 試吃員 2：整顆珍珠都很甜，聞起來有燒焦味，比黑糖珍珠的 Q，但比白砂珍珠還不 Q。 試吃員 3：咬開不會很甜，比黑糖 Q 彈但沒比二砂糖珍珠 Q 彈，有一點黏牙。 試吃員 4：果糖珍珠最甜，有一股焦香味，而且非常有嚼勁，好吃。 試吃員 5：果糖珍珠沒有上面三顆那麼甜，但更 Q。 試吃員 6：果糖珍珠比上面三種珍珠更甜更有嚼勁，果糖珍珠最好吃。</p>

目的三結論：



1. 我們發現 Q 彈度最好的是果糖珍珠，綜合大家的試吃口感評分，也覺得果糖珍珠最好吃，所以我們決定用果糖來做之後的珍珠實驗。

研究目的四：探討不同澱粉對珍珠Q彈度及口感的影響

研究構想：有些資料提及不同種類的澱粉可以替代木薯粉，我們想知道如果改用不同種類的澱粉，是否會改變珍珠的Q彈度及口感呢？












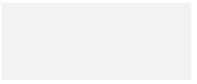
在實驗三中，我們固定食材的比例：粉 100g(50%)：水 70g(35%)：糖 30g(15%)，以不同的澱粉（木薯粉、地瓜粉、竹芋澱粉、馬鈴薯澱粉），最後把珍珠的Q彈度顏色、試吃口感評分等記錄下來。

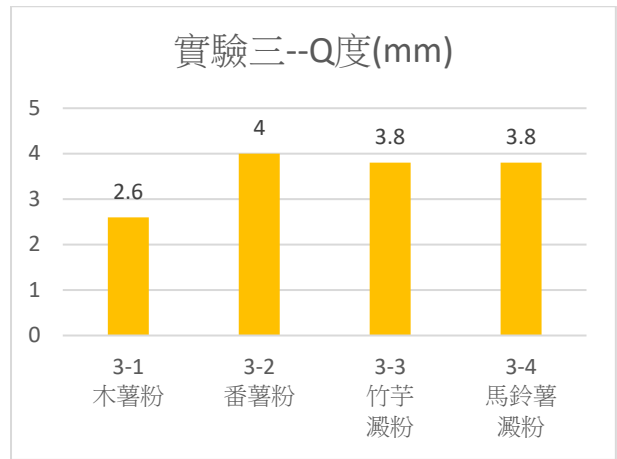
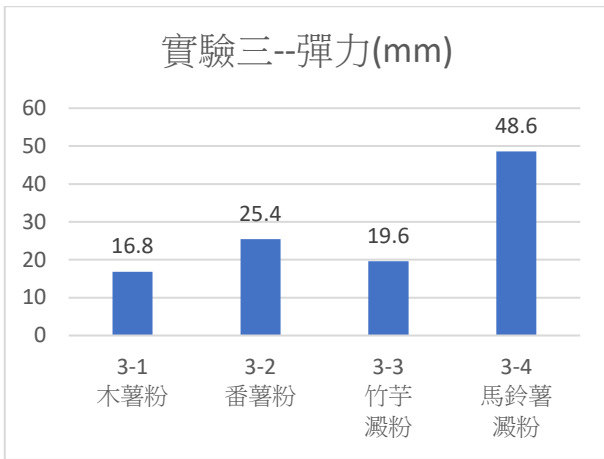
4-1 實驗三的比例

實驗三	3-1	3-2	3-3	3-4
澱粉種類	木薯粉	地瓜粉	竹芋澱粉	馬鈴薯澱粉
澱粉	50	50	50	50
水	35	35	35	35
豐年果糖	15	15	15	15

單位：克

4-2 實驗三結果

實驗三	3-1	3-2	3-3	3-4
粉種類	木薯粉	番薯粉	竹芋澱粉	馬鈴薯澱粉
珍珠照片				
色票對照				
色票標示	C5M5Y10	M10Y10C10	Y10	K5
CMYK 顏色				
彈力	16.8 mm	25.4 mm	19.6 mm	48.6 mm
Q度 擠壓後回復長度	2.6 mm	4.0 mm	3.8 mm	3.8 mm
整體Q彈度	19.4	29.4	23.4	52.4
口感綜合評分	5.6	5.2	3.6	2.6

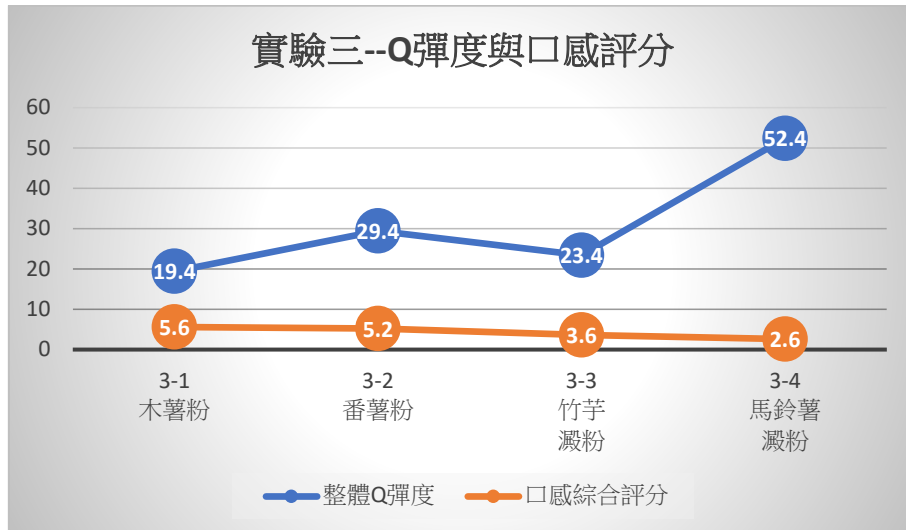


4-3 實驗三試吃口感評分

試吃評分及感想	
<p>甜感平均</p>	<p>Q感平均</p>
<p>黏牙感平均</p>	<p>軟硬感平均</p>
<p>綜合比較 (好吃感)</p>	
<p>3-1 木薯粉</p>	<p>試吃員 1：木薯粉珍珠沒有很甜，但已經比下面 3 種珍珠甜。</p> <p>試吃員 2：是我覺得最甜的一種珍珠，但是它有一點黏牙，而且他還滿 Q 的，我覺得好吃。</p> <p>試吃員 3：我覺得不甜，但是有淡淡的香味，而且黏牙感適中，會有味道留在嘴裡，整體沒有很好吃。</p> <p>試吃員 4：木薯粉做成的珍珠超級甜，又有一點點的黏牙，非常的好吃。</p> <p>試吃員 5：木薯粉做的珍珠比竹芋澱粉和馬鈴薯澱粉做的珍珠好吃一百倍，這才是正常的珍珠嘛！</p> <p>試吃員 6：(未參與實驗)</p>

<p>3-2 番薯粉</p>	<p>試吃員 1：番薯粉珍珠、竹芋澱粉珍珠、馬鈴薯粉珍珠口感相近，這 3 種裡最好吃的是番薯粉做成的珍珠。</p> <p>試吃員 2：感覺一咬下去就有點碎掉了，吃起來還滿香的，比竹芋珍珠跟馬鈴薯珍珠還好吃。</p> <p>試吃員 3：我覺得沒木薯珍珠甜，但是比木薯珍珠 Q，而味道也是無法直接說出是什麼味道，整體比木薯珍珠還難吃。</p> <p>試吃員 4：木薯粉珍珠比番薯粉珍珠更甜，但是番薯粉珍珠比較 Q 彈，沒有那麼的黏牙。</p> <p>試吃員 5：我覺得番薯粉做的珍珠比其他兩個甜一點點，也比其他兩個珍珠 Q 多了，比下面兩個正常一點。</p> <p>試吃員 6：(未參與實驗)</p>
<p>3-3 竹芋澱粉</p>	<p>試吃員 1：我覺得番薯粉珍珠、竹芋澱粉珍珠、馬鈴薯粉口感相近，這是 3 種裡面最好吃的。</p> <p>試吃員 2：味道很怪，有一個味道在喉嚨裡，跟番薯粉珍珠一樣，感覺好像一咬就分開了。</p> <p>試吃員 3：沒像木薯粉及番薯粉做的珍珠好吃，而且一咬下去，珍珠就直接被切成兩半了，一點 Q 彈都沒有。</p> <p>試吃員 4：竹芋沒有那麼 Q 彈，而且超級硬，也比較沒味道，沒那麼好吃。</p> <p>試吃員 5：竹芋澱粉做的珍珠沒有甜味，也沒有很 Q，我覺得軟軟的，有種饅頭的味道。</p> <p>試吃員 6：(未參與實驗)</p>
<p>3-4 馬鈴薯澱粉</p>	<p>試吃員 1：馬鈴薯粉珍珠中間吃起來粉粉的。</p> <p>試吃員 2：它的中間非常硬，而且整顆珍珠有一種水味，只比竹芋澱粉還好吃一點點而已。</p> <p>試吃員 3：我覺得在這四種珍珠中是最不好吃的，而且和竹芋澱粉做成的珍珠一樣，一咬就變兩半了，吃起來的味道也超噁心的。</p> <p>試吃員 4：馬鈴薯的味道又淡了一些，比竹芋更硬，不是那麼 Q 彈，不太好吃。</p> <p>試吃員 5：我覺得馬鈴薯粉做的珍珠有種粉粉的感覺，而且一點也不甜，一咬就分成兩半了，味道也超奇怪，真的會有人想吃嗎？</p> <p>試吃員 6：(未參與實驗)</p>

目的四結論：



1. 我們發現 Q 彈度最好的是馬鈴薯珍珠，第二名是蕃薯珍珠，而最多人使用的木薯粉，反而是 Q 彈度最差的。
2. 大家的試吃口感評分，木薯粉珍珠是最好吃的，第二名是蕃薯珍珠；馬鈴薯珍珠雖然最 Q 彈，但最難吃，咬下去會裂成兩半，吃起來也有粉粉的感覺。
3. 綜合 Q 彈度和試吃口感，我們決定使用皆為第二名的蕃薯粉來做後續實驗。

研究目的五：探討不同代糖對珍珠 Q 彈度及口感的影響

研究構想：我們在查詢資料時，發現果糖雖然 GI 值低，然而卻不是對健康有益的糖，有些資料說明果糖比其他糖類更容易被癌細胞利用，加速腫瘤生長與轉移 (GeneOnline News, 2025)，另一則報導則說，高果糖玉米糖漿可能干擾腦部能量代謝，而讓神經功能受損 (GeneOnline News, 2025)。因此我們想要探討代糖是否可以取代果糖，成為降低珍珠熱量的方法，同時保有珍珠的 Q 彈度及口感。

在實驗四中，我們挑選天然代糖裡低熱量、低 GI 的品項，最後選了三種代糖（赤藻糖醇、羅漢果糖、甜菊糖苷），以這三種代糖替換果糖作為實驗的操縱變因。然而因為果糖及三種代糖甜度各自不一，因此在做實驗四之前我們有先測試這三種代糖的甜度，找到代糖和果糖的甜度倍率，以這個倍率調整糖的重量佔比，再來固定(蕃薯粉+糖):水的比例，算出各成分所需重量。

我們想測量我們使用的各種糖的甜度，卻發現使用甜度計是不可行的作法，因為甜度計的原理：利用光線穿透液體時，折射角度會因為濃度改變。因此可以依據濃度量測液體的含糖量，由此可知：甜度計只能測量相同糖類的甜度比較。

在研究甜度時，我們發現我們使用的豐年果糖並不是純果糖，而是由甘蔗或玉米轉換成的糖漿。最常見的是HFS55，意思是含有55%的果糖，甜度與白砂糖相同。為了瞭解代糖相對於豐年果糖的使用量，我們進行了試喝實驗，以實驗二的結果作為基準（糖15g），分別試喝不同濃度的赤藻糖醇、羅漢果糖、甜菊糖苷的糖水甜度，選出與豐年果糖溶液基準最相像的那一杯，進行投票，以最高票者作為糖量標準。

	基準值					參考值		
	豐年果糖	赤藻糖醇						
糖水濃度倍率	1 倍	1 倍	1.1 倍	1.2 倍	1.3 倍	1.4 倍	1.5 倍	1.6 倍
糖量 (克)	15	15	16.5	18	19.5	21	22.5	24
水量 (克)	35	35	33.5	32	30.5	29	27.5	26
試吃投票						5 票	1 票	
試吃結果	赤藻糖醇糖量標準定為 1.4 倍							

	基準值						參考值		
	豐年果糖	羅漢果糖							
糖水濃度倍率	1 倍	$\frac{1}{40}$ 倍 濃糖水液	$\frac{1}{160}$ 倍	$\frac{1}{180}$ 倍	$\frac{1}{200}$ 倍	$\frac{1}{220}$ 倍	$\frac{1}{240}$ 倍	$\frac{1}{260}$ 倍	$\frac{1}{280}$ 倍
糖量 (克)	15	0.75	10.0 克 濃糖水	8.9 克 濃糖水	8.0 克 濃糖水	7.3 克 濃糖水	6.7 克 濃糖水	6.2 克 濃糖水	5.7 克 濃糖水
水量 (克)	35	99.25	30	31.1	32	32.7	33.3	33.8	34.3
試吃投票						1 票	4 票	1 票	
試吃結果	羅漢果糖糖量標準定為 $\frac{1}{240}$ 倍								

	基準值						參考值		
	豐年果糖	羅漢果糖							
糖水濃度倍率	1 倍	$\frac{1}{40}$ 倍 濃糖水液	$\frac{1}{260}$ 倍	$\frac{1}{280}$ 倍	$\frac{1}{300}$ 倍	$\frac{1}{320}$ 倍	$\frac{1}{340}$ 倍	$\frac{1}{360}$ 倍	$\frac{1}{380}$ 倍
糖量 (克)	15	0.75	6.2 克 濃糖水	5.7 克 濃糖水	5.3 克 濃糖水	5.0 克 濃糖水	4.7 克 濃糖水	4.4 克 濃糖水	4.2 克 濃糖水
水量 (克)	35	99.25	33.8	34.3	34.7	35.0	35.3	35.6	35.8
試吃投票								5 票	1 票
試吃結果	羅漢果糖糖量標準定為 $\frac{1}{360}$ 倍								

*羅漢果糖和甜菊糖苷的甜度太高，配糖水溶液時必須取非常小的量，不但難配且濃度會配的不精準，於是我們決定先配濃度為果糖水濃度 140 倍的濃糖水液，再逐步稀釋。

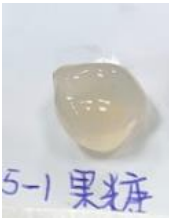







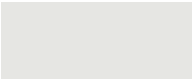



糖種類	白砂糖	豐年果糖	赤藻糖醇	羅漢果糖	甜菊糖苷
甜度計算 (基準值：白砂糖)	1 倍	1 倍	0.7 倍	200-280 倍	300-350 倍
所需糖量 (倍)	1 倍	1 倍	1.43 倍	$\frac{1}{200}$ 倍 ~ $\frac{1}{280}$ 倍	$\frac{1}{300}$ 倍 ~ $\frac{1}{350}$ 倍

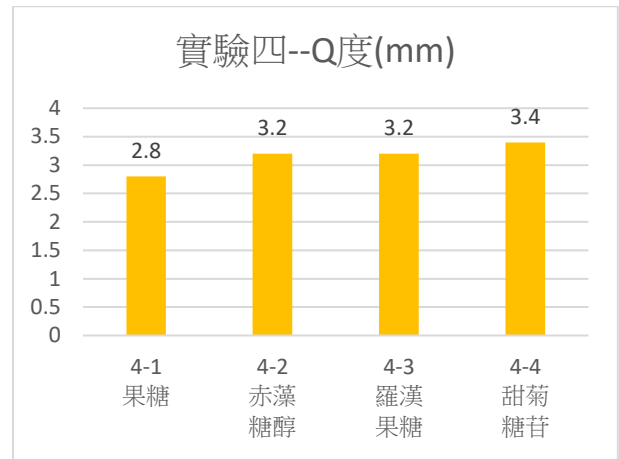
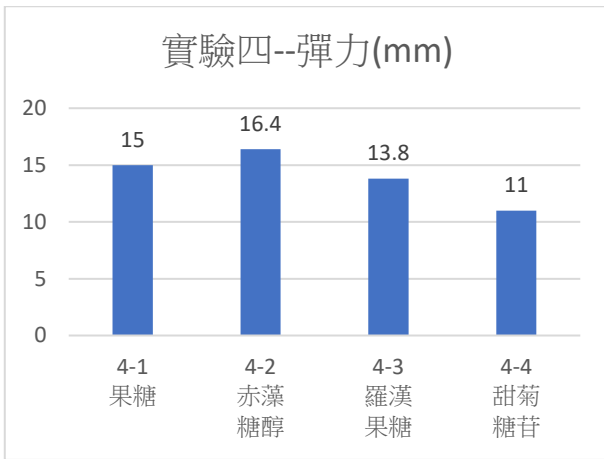
*以白糖和果糖作為基準量

5-1 實驗四的比例

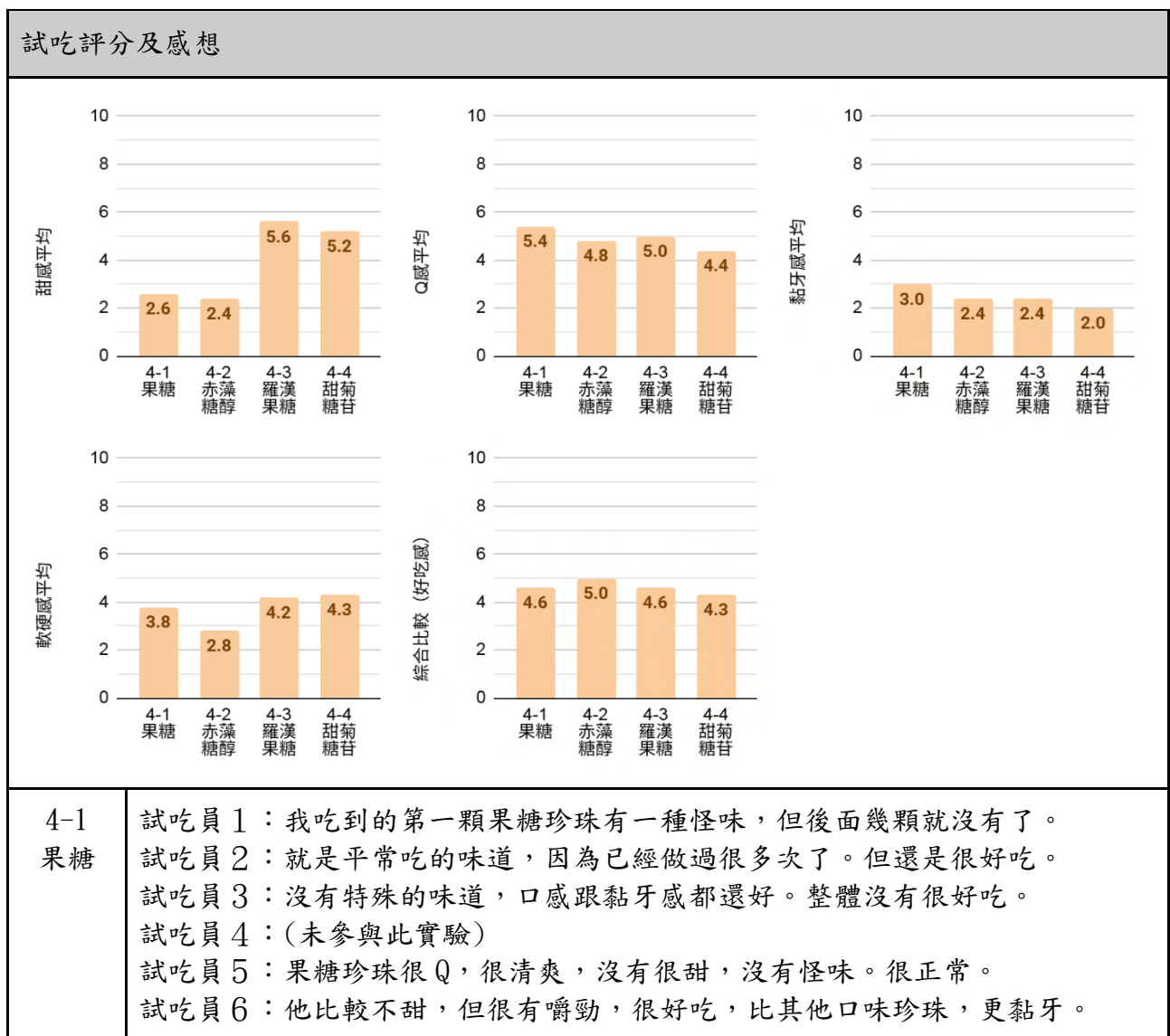
實驗四	4-1	4-2	4-3	4-4
糖的種類	果糖	赤藻糖醇	羅漢果糖	甜菊糖苷
所需糖量(倍)	1	1.4	$\frac{1}{240}$	$\frac{1}{360}$
所需糖量(克)	15	21	0.0625	0.0416
蕃薯粉(克)	50	46.5	58.8	58.8
水(克)	35	32.5	41.2	41.2

5-2 實驗四結果

實驗四	4-1	4-2	4-3	4-4
代糖種類	果糖	赤藻糖醇	羅漢果糖	甜菊糖苷
珍珠照片				
色票對照				
色票標示	M10Y10C10	M20Y20C10	M30Y30C10	M30Y30C10
CMYK 顏色				
彈力	15 mm	16.4 mm	13.8 mm	11.0 mm
Q 度 擠壓後回復長度	2.8 mm	3.2 mm	3.2 mm	3.4 mm
整體 Q 彈度	17.8	19.6	17	14.4
口感綜合評分	4.6	5.0	4.6	4.3

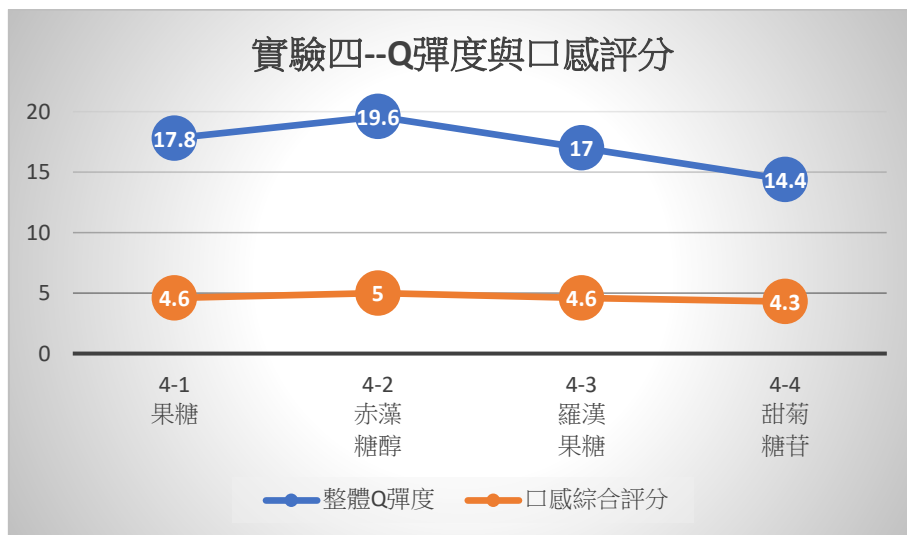


5-3 實驗四試吃口感評分



<p>4-2 海藻糖醇</p>	<p>試吃員 1：赤藻糖醇珍珠比果糖珍珠更好吃，比較軟，粉的味道也比較重。 試吃員 2：用代糖做的珍珠還蠻甜的，也很 Q，雖然有點黏牙，但不錯吃。 試吃員 3：甜得剛剛好，很軟，我喜歡。整體很好吃。 試吃員 4：(未參與此實驗) 試吃員 5：赤藻糖醇珍珠偏軟，而且很大顆。 試吃員 6：比 4-1 軟，比較沒嚼勁，較不黏牙，和 4-1 一樣不甜。</p>
<p>4-3 羅漢果糖</p>	<p>試吃員 1：有獨特味道且超甜。除了味道不好吃，其他都不錯。口感很 Q。 試吃員 2：這顆珍珠是四種珍珠中第二甜的，也 QQ 的，我會給它第一名。 試吃員 3：他超甜，非常硬，不 Q 還會黏牙，整體非常難吃。 試吃員 4：(未參與此實驗) 試吃員 5：羅漢果糖珍珠超級甜，沒有很 Q，也沒有怪味。 試吃員 6：是 4 種珍珠中最甜的，最有嚼勁的一種珍珠，最好吃。</p>
<p>4-4 甜菊糖苷</p>	<p>試吃員 1：跟之前喝的甜菊糖苷水味道不一樣，之前喝的很苦。這次不會苦但味道很怪。 試吃員 2：這顆珍珠真的超甜，雖然沒有超 Q，但就算不沾糖漿也很甜的珍珠真的超好吃。 試吃員 3：他比 4-3 稍微不甜，但也不 Q 有點黏牙，更硬。整體超級難吃。 試吃員 4：(未參與此實驗) 試吃員 5：甜菊糖苷珍珠跟羅漢果糖珍珠一樣甜，羅漢果糖珍珠比較 Q。 試吃員 6：比 4-1，4-2 還甜，也較硬。不黏牙也沒嚼勁。</p>

目的五結論：



1. 大家都覺得羅漢果糖珍珠和甜菊糖苷珍珠吃起來是最甜的，是其他兩種糖的兩倍，而實驗的 Q 彈度也比赤藻糖醇珍珠和果糖珍珠差，再加上這兩種天然代糖嚐起來都有一種特別的味道，所以我們給的綜合口感分數略低一點。
2. Q 彈度最好的是赤藻糖醇珍珠，綜合大家的試吃口感評分，也覺得赤藻糖醇珍珠最好吃，所以我們決定用赤藻糖醇來做之後的珍珠實驗。

研究目的六：探討添加不同種類色粉對珍珠外觀、Q 彈度及口感的影響

研究構想：我們希望做出來的低卡健康珍珠，不但美味而且美觀，因此在實驗五和實驗六我們想以外加不同重量的色粉，探討各種色粉為珍珠增加顏色的效果，以及不同種類色粉對珍珠 Q 彈度及口感的影響。

我們選用草莓粉、抹茶粉、紫薯粉、紅麴粉、斑蘭葉粉、南瓜粉、蝶豆花粉等七種色粉，把色粉加到基礎粉團中，這些色粉不但顏色不相同，來源也不相同，草莓粉來自果實，抹茶粉來自葉子，紫薯粉來自根，紅麴粉來自糯米上的紅麴黴菌，斑蘭葉粉來自葉子，南瓜粉來自果實，蝶豆花粉來自花，這些色粉建議的用量都在 0.5%~5%之間，因此我們每一種色粉的實驗中，我們在粉團中分別加入 1g 和 3g 色粉，想找到適合用於珍珠製作的色粉及它適合的比例。

實驗五與實驗六中，我們先固定食材的比例，蕃薯粉 46.5g：水 32.5g：赤藻醣醇：21g，再加入七種不同色粉（草莓粉、抹茶粉、紫薯粉、紅麴粉、斑蘭葉粉、南瓜粉、蝶豆花粉）作為實驗的操縱變因，而每一種色粉分別測試加入 1g 和 3g 的量。










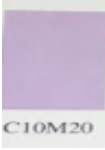











6-1 實驗五和實驗六的比例

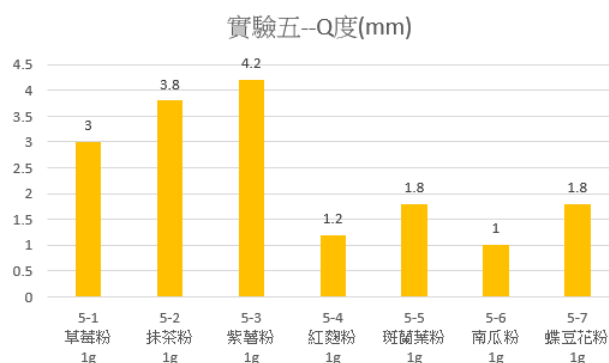
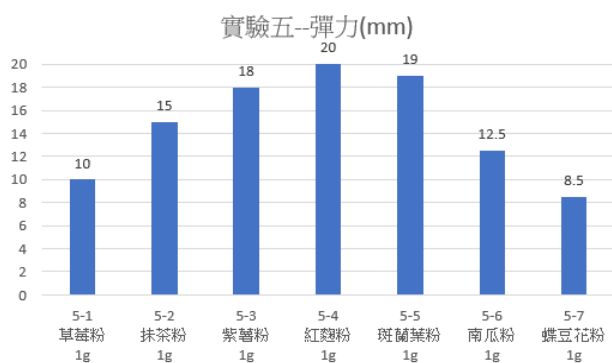
實驗五	5-1	5-2	5-3	5-4	5-5	5-6	5-7
實驗代號	6-1-L	6-2-L	6-3-L	6-4-L	6-5-L	6-6-L	6-7-L
蕃薯粉	46.5g	46.5g	46.5g	46.5g	46.5g	46.5g	46.5g
水	32.5g	32.5g	32.5g	32.5g	32.5g	32.5g	32.5g
赤藻醣醇	21g	21g	21g	21g	21g	21g	21g
色粉種類	草莓粉	抹茶粉	紫薯粉	紅麴粉	斑蘭葉粉	南瓜粉	蝶豆花粉
色粉重量	1g	1g	1g	1g	1g	1g	1g

6-2 實驗六的比例




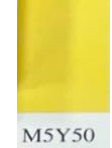


實驗六	6-1	6-2	6-3	6-4	6-5	6-6	6-7
實驗代號	6-1-D	6-2-D	6-3-D	6-4-D	6-5-D	6-6-D	6-7-D
蕃薯粉	46.5g	46.5g	46.5g	46.5g	46.5g	46.5g	46.5g
水	32.5g	32.5g	32.5g	32.5g	32.5g	32.5g	32.5g
赤藻醣醇	21g	21g	21g	21g	21g	21g	21g
色粉種類	草莓粉	抹茶粉	紫薯粉	紅麴粉	斑蘭葉粉	南瓜粉	蝶豆花粉
色粉重量	3g	3g	3g	3g	3g	3g	3g

6-3 實驗五結果

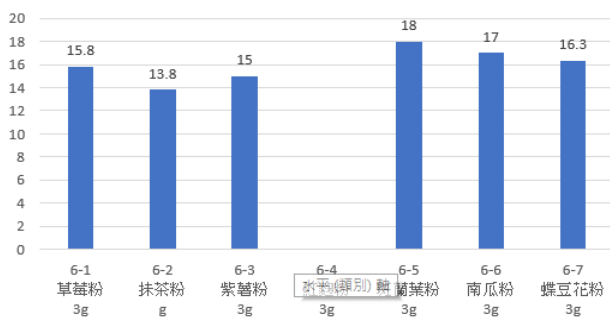
實驗五	5-1	5-2	5-3	5-4	5-5	5-6	5-7
實驗代號	6-1-L	6-2-L	6-3-L	6-4-L	6-5-L	6-6-L	6-7-L
色粉種類	草莓粉	抹茶粉	紫薯粉	紅麴粉	斑斕葉粉	南瓜粉	蝶豆花粉
色粉的量	1g	1g	1g	1g	1g	1g	1g
珍珠照片							
色票對照							
色票標示	M40Y30	C40M40Y90	C10M20	C50Y50M90	Y100K50	M10Y50	C70M60
CMYK 顏色							
彈力	10 mm	15 mm	18 mm	20 mm	19 mm	12.5 mm	8.5 mm
Q 度 擠壓後回 復長度	3 mm	3.8 mm	4.2 mm	1.2 mm	1.8 mm	1.0 mm	1.8 mm
整體 Q 彈度	13.0	18.8	22.2	21.2	20.8	13.5	10.3
口感綜合 評分	4.0	4.0	4.4	4.3	3.3	5.2	4.2



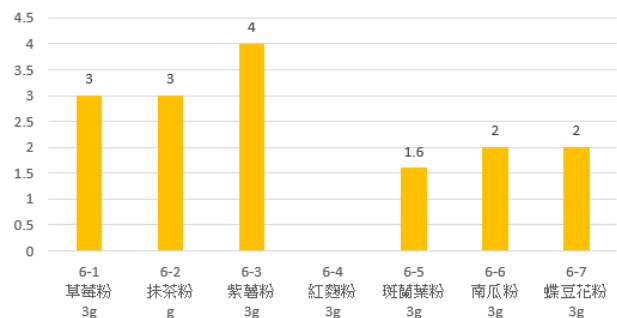
6-4 實驗六結果

實驗六	6-1	6-2	6-3	6-4	6-5	6-6	6-7
實驗代號	6-1-D	6-2-D	6-3-D	6-4-D	6-5-D	6-6-D	6-7-D
色粉種類	草莓粉	抹茶粉	紫薯粉	紅麴粉	斑斕葉粉	南瓜粉	蝶豆花粉
色粉的量	3g	3g	3g	3g	3g	3g	3g
珍珠照片				失敗			
色票對照							
色票標示	M40Y30	M80Y80C70	C20M60		M70Y70C70	M5Y50	C100M100Y50
CMYK 顏色							
彈力	15.8 mm	13.8 mm	15 mm	-	18 mm	17.0 mm	16.3 mm
Q 度 擠壓後回 復長度	3.0 mm	3.0 mm	4.0 mm	-	1.6 mm	2.0 mm	2.0 mm
整體 Q 彈度	18.8	16.8	19.0	-	19.6	19.0	18.3
口感綜合 評分	5.2	4.2	5.4	-	2.5	4.3	2.8

實驗六--彈力(mm)

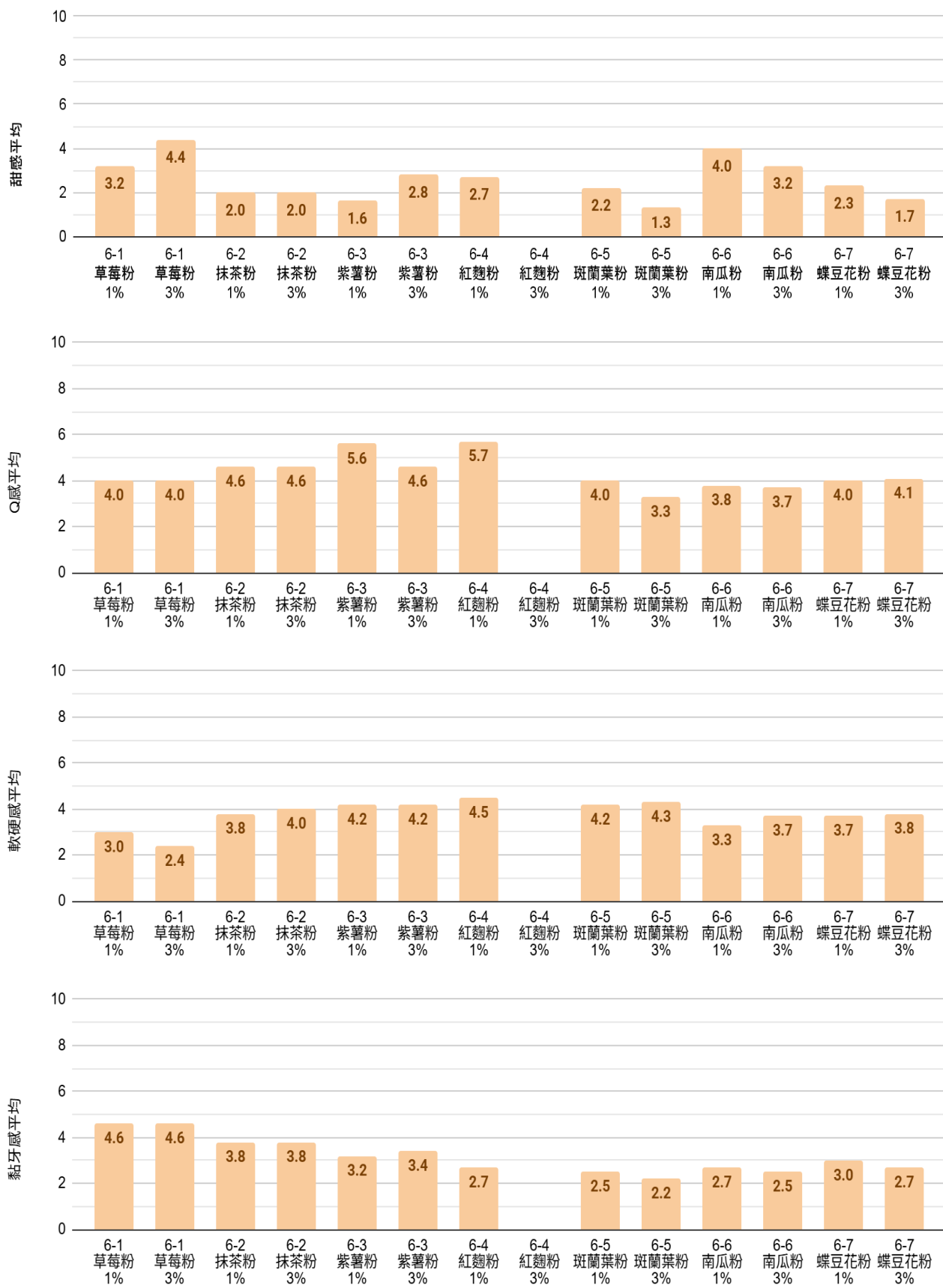


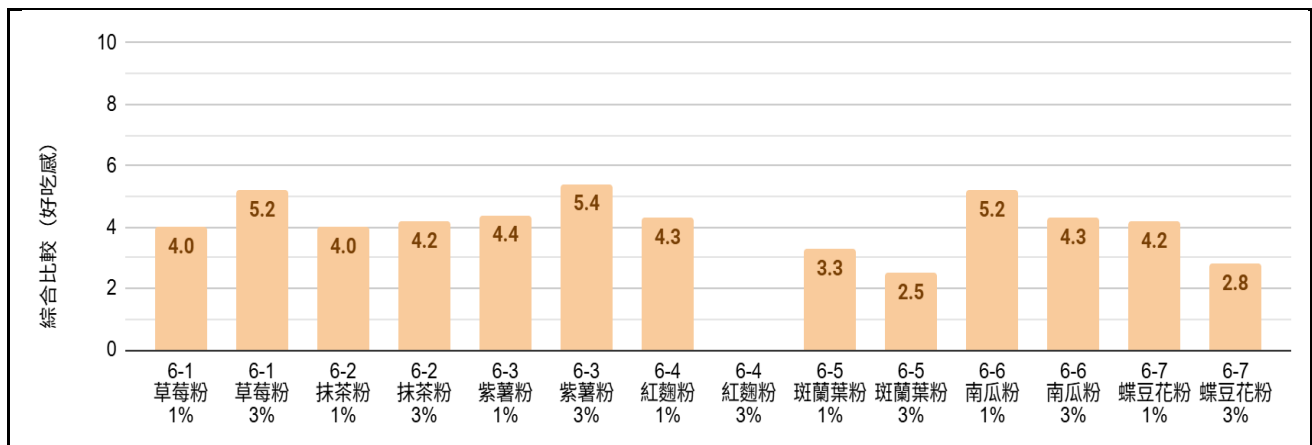
實驗六-Q度(mm)



6-5 實驗五和實驗六試吃口感評分

試吃評分及感想



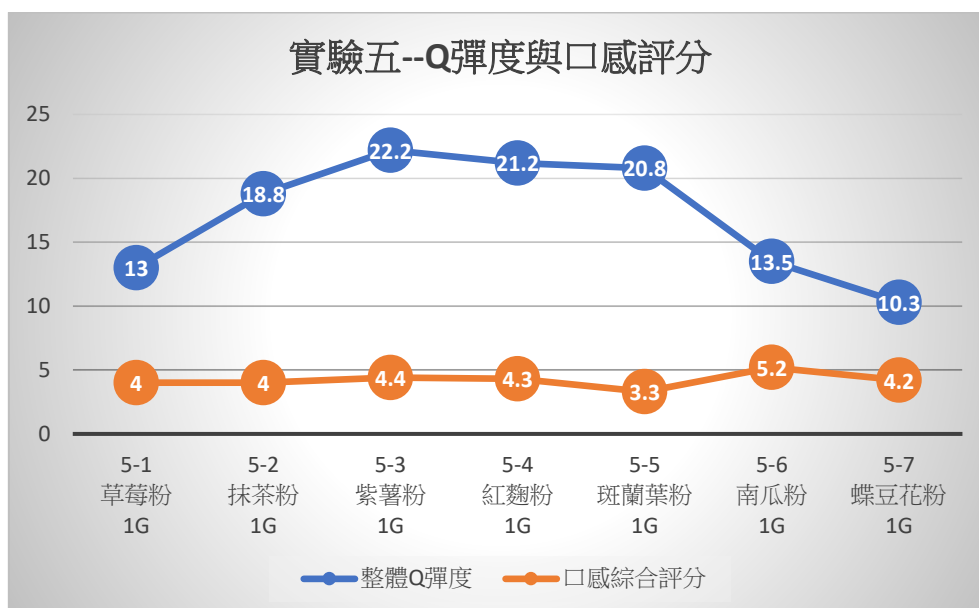


<p>6-1-L 草莓粉 1g</p>	<p>試吃員 1：草莓系列的很噁心，因為有淡淡的草莓香，但又吃不到草莓味。下次草莓粉要加更多。草莓系列是我在實驗中吃過最黏牙的珍珠。 試吃員 2：酸酸的，但吃起來 QQ 的，中間不會有硬硬的感覺，好吃。 試吃員 3：我覺得他沒什麼甜味，也不 Q，還非常軟，整體有一點噁心。 試吃員 4：(未參與此實驗) 試吃員 5：草莓粉 1% 的珍珠雖然聞起來有草莓味，可是吃起來沒有草莓味，但是有甜味，我覺得吃起來軟軟的。 試吃員 6：還算甜，也有一點 Q，不會很黏牙，非常軟，很好吃。</p>
<p>6-1-D 草莓粉 3g</p>	<p>試吃員 1：3% 的草莓珍珠有比 1% 的好吃，但很軟，比 1% 的甜，也是黏牙。 試吃員 2：吃起來酸又 QQ 的，而且中間也不會有硬硬的感覺，好吃。 試吃員 3：我覺得它沒什麼甜，但比 6-1-1 甜，不 Q，超軟，也是很噁心的。 試吃員 4：(未參與此實驗) 試吃員 5：草莓粉 3% 的珍珠有一點草莓味，可是吃起來很軟，有一點黏牙，我覺得是最好吃的。 試吃員 6：很甜、很黏牙、很軟，但沒有很 Q，是我覺得最好吃的珍珠口味。</p>
<p>6-2-L 抹茶粉 1g</p>	<p>試吃員 1：我覺得超級好吃，有抹茶味，而且 6-2-L 或 6-2-D 都很剛好。有甜味 QQ 的，軟硬適中。 試吃員 2：這次做的珍珠都沒有特別的甜，6-2-L 也沒什麼甜，但很 Q。 試吃員 3：一點也不好吃，而且也很軟，不 Q，整體來說超難吃，很噁心。 試吃員 4：(未參與此實驗) 試吃員 5：抹茶粉 1% 的珍珠沒有很甜，也沒有很 Q，軟軟的，有點黏牙，有一點點抹茶的苦味，沒有很好吃。 試吃員 6：沒什麼味道，可是很 Q，也很軟，不黏牙，不太好吃。</p>
<p>6-2-D 抹茶粉 3g</p>	<p>試吃員 1：6-2-D 也超級好吃，以 6-2-L 更甜，更 Q，是完美珍珠。 試吃員 2：6-2-D 很好吃，抹茶味比較重，很 Q。 試吃員 3：它和 6-2-2 的一樣，不好吃，很軟也不 Q，整體一樣也很噁心。 試吃員 4：(未參與此實驗) 試吃員 5：抹茶粉 3% 的珍珠完全不甜，也不 Q，軟軟的，沒有很黏牙，有抹茶的苦味。 試吃員 6：有點苦，和 1% 的一樣軟。不太 Q 也不太黏牙。</p>

<p>6-3-L 紫薯粉 1g</p>	<p>試吃員 1：紫薯系列珍珠是三種系列珍珠中最甜的，也非常 Q，比抹茶系列珍珠更不黏牙。 試吃員 2：他沒什麼味道，但 Q 度是第一名。 試吃員 3：我覺得他還可以吧，雖然不甜不 Q，但硬度剛好，整體也還 OK。 試吃員 4：(未參與此實驗) 試吃員 5：紫薯粉 1%的珍珠沒有很甜，蠻 Q 的，有點黏牙，有一點軟，我覺得一般般。 試吃員 6：幾乎沒味道，但非常有嚼勁，有一點黏牙，也有一點軟。</p>
<p>6-3-D 紫薯粉 3g</p>	<p>試吃員 1：每種珍珠都是色粉加越多，珍珠就越好吃。所以 6-3-D 也比 6-3-L 好吃、甜。 試吃員 2：他紫薯的味道比較濃，但還是不甜。有點黏牙。 試吃員 3：我覺得他和 6-3-L 的一樣，不甜也不會 Q，然後硬度剛好，整體也是還 OK，就是紫薯的味道更重了。 試吃員 4：(未參與此實驗) 試吃員 5：紫薯粉 3%的珍珠有點甜，沒有很 Q，有一點黏牙，有點軟，我覺得沒有很好吃。 試吃員 6：比 1%有味道一些些，不太 Q，也不太黏牙，軟軟的，很好吃。</p>
<p>6-4-L 紅麴粉 1g</p>	<p>試吃員 1：紅麴粉味道淡淡的，口感超 Q!但是在製作時先是太水，它其實不太吃水，所以到後面一捏就碎。 試吃員 2：紅麴粉做的珍珠其實還蠻好吃的，而且也很 Q，我會給它第一名。 試吃員 3：我覺得他一點都不甜，而且很噁心，不 Q，一點點黏牙，整體都沒有很好吃。 試吃員 4：紅麴粉珍珠蠻甜的，也很 Q 彈。好吃。 試吃員 5：紅麴粉珍珠 L 有股怪味，不知道是什麼味道，也不甜，好難吃。 試吃員 6：不太甜，但是很 Q，有嚼勁，不會很黏牙，有點硬。</p>
<p>6-4-D 紅麴粉 3g</p>	<p>失敗</p>
<p>6-5-L 斑蘭葉粉 1g</p>	<p>試吃員 1：斑蘭葉粉珍珠是這次實驗中最噁的一種，因為有很重的葉子味，加上軟軟 QQ 的口感。 試吃員 2：斑蘭葉粉珍珠 L 比 D 還好吃一點點，因為它的草味沒那麼濃。 試吃員 3：我覺得他和 6-4-L 差不多，也是一點都不甜，不 Q，有一點黏黏的，但是他更難吃。 試吃員 4：斑蘭葉粉珍珠有點苦，有點抹茶味，沒有很好吃。 試吃員 5：我覺得斑蘭葉粉珍珠 L 完全不甜，有葉子的味道。 試吃員 6：沒什麼味道，QQ 的，完全不黏牙，有點硬，我覺得不太好吃。</p>
<p>6-5-D 斑蘭葉粉 3g</p>	<p>試吃員 1：如果斑蘭葉粉珍珠沒有葉子味，就會好吃很多，因為口感很好。 試吃員 2：斑蘭葉粉珍珠非常不好吃，有很重的草味，而且也沒什麼味道。 試吃員 3：和 6-5-L 差不多，一點都不甜，不 Q，小黏牙，味道重，噁心。 試吃員 4：這個苦味更重，但其他特點跟 6-5-L 差不多。 試吃員 5：斑蘭葉粉珍珠 L 簡直是黑暗料理，根本就是在吃掉一片葉子。 試吃員 6：有點苦，不太 Q，完全不黏牙，有點硬(不好吃)。</p>
<p>6-6-L 南瓜粉 1g</p>	<p>試吃員 1：南瓜粉珍珠是這次實驗中最正常、最好吃的珍珠。雖然口感偏軟，但味道不錯。 試吃員 2：南瓜粉珍珠其實還蠻 Q 的，而且也不會有什噁心的味道，蠻好吃 試吃員 3：我覺得 6-6-L 比 6-4、6-5 都還好吃，就是咬起來會像在咬粉，然後味道怪怪的。</p>

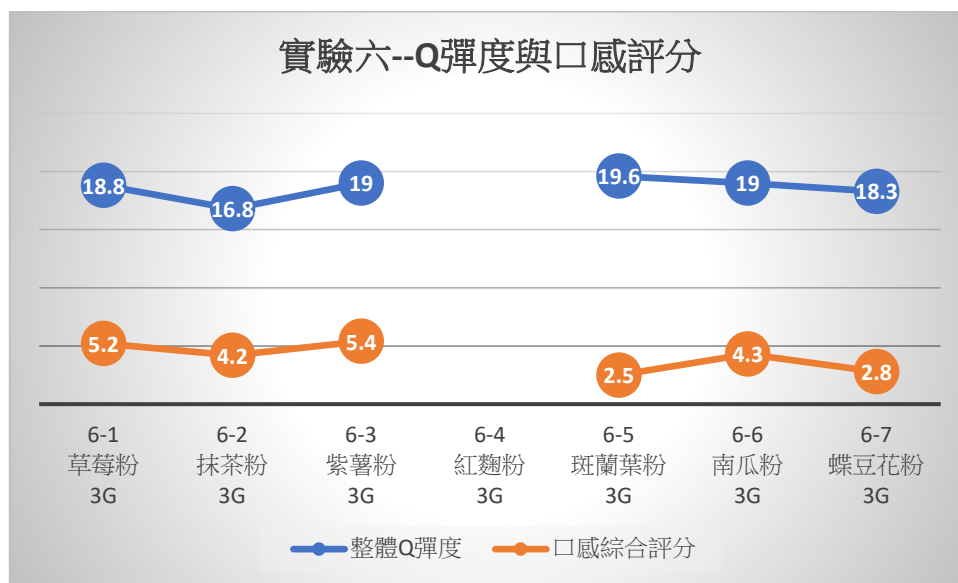
	<p>試吃員 4：南瓜粉珍珠跟紅麴粉味道很像，但是比較 Q 彈。</p> <p>試吃員 5：南瓜粉珍珠 L 有點怪味，整體而言沒有很甜，一般般。</p> <p>試吃員 6：很甜，很好吃，普通 Q，不會黏牙，很軟。</p>
6-6-D 南瓜粉 3g	<p>試吃員 1：南瓜粉 D 比 L 甜很多，也是口感偏軟，正常的珍珠。</p> <p>試吃員 2：南瓜粉珍珠 D 跟 L 沒有差太多，D 就只是沒有甜味，比較沒味道。</p> <p>試吃員 3：我覺得 6-6-D 比上 6-6-L 會是較難吃的，而且粉的感覺更重了，味道也更怪。</p> <p>試吃員 4：6-6-D 的珍珠比 6-6-L 沒味道，也有一點苦味。</p> <p>試吃員 5：南瓜粉珍珠 D 的南瓜味很重，沒有甜味，感覺只要是 D 的就不怎麼好吃。</p> <p>試吃員 6：沒有很甜，但不會苦。普通 Q，有一點黏牙，還算軟，不錯吃。</p>
6-7-L 蝶豆花粉 1g	<p>試吃員 1：蝶豆粉珍珠還算能接受的，因為還有味道更噁的珍珠。</p> <p>試吃員 2：蝶豆花珍珠都沒有什麼特別濃的味道，沒有特別的好吃，很普通</p> <p>試吃員 3：我覺得他的味道和 6-5-L 差不多，只是味道沒有那麼噁心，可是還是很難吃。</p> <p>試吃員 4：蝶豆花粉珍珠也跟紅麴粉珍珠味道很像，有點苦，但紅麴粉珍珠比較好吃。</p> <p>試吃員 5：蝶豆花粉珍珠 L 沒什麼味道，感覺跟一般的珍珠差不多，我絕做這個珍珠團最難的地方是他超級黏，手上全部都是珍珠麵團。</p> <p>試吃員 6：不甜，但 Q，也不黏牙，有一點硬，不錯吃。</p>
6-7-D 蝶豆花粉 3g	<p>試吃員 1：蝶豆花粉珍珠有點酸味，口感不錯，整體還蠻符合我花的印象。</p> <p>試吃員 2：蝶豆花粉珍珠 D 其實有比 L 好吃一點，但還是很淡的味道。</p> <p>試吃員 3：我覺得他的味道和 6-5-D 差不多，只是味道沒有那麼噁心，可是還是很難吃。</p> <p>試吃員 4：6-7-D 比 6-7-L 的更苦，比較 Q 彈，但不太好吃。</p> <p>試吃員 5：蝶豆花珍珠 D 超級難吃，而且超苦，還有一股怪味.....大自然的味。</p> <p>試吃員 6：不甜，有點苦，不太 Q，不會黏牙，非常軟，我覺得不好吃。</p>

目的六添加 1g 色粉結論：



1. 添加天然色粉後，珍珠會帶點色粉原料的味道，味道會影響試吃的評分，因此Q彈度和試吃口感評分略有差異。
2. Q彈度最好的是紫薯粉珍珠，綜合大家的試吃口感評分，紫薯粉珍珠是第二好吃的；紅麴粉珍珠的Q彈度及試吃口感評分和紫薯粉珍珠差不多。
3. 南瓜粉珍珠是我們1g色粉中試吃口感評分最高的，但Q彈度卻沒有這麼好。
4. 就珍珠的外觀顏色來看，我們覺得紫薯粉珍珠的顏色最漂亮，其次是紅麴粉珍珠和南瓜粉珍珠。

目的六添加3g色粉結論：



1. 添加3g天然色粉後，珍珠有色粉原料的味道更重了，味道更是影響試吃的評分，因此Q彈度和試吃口感評分差異頗大。
2. 添加天然色粉中，唯一一個失敗的就是添加3g的紅麴粉珍珠，粉團太乾會裂掉，無法形成整團，所以製作失敗。
3. 斑蘭葉粉珍珠的Q彈度最好，但試吃口感評分卻是最低，因為斑蘭葉粉珍珠吃來像在咬葉子，很噁心。
4. 紫薯粉珍珠的Q彈度第二名的，但試吃口感評分卻是最高分。
5. 草莓粉珍珠和蝶豆花粉珍珠的Q彈度差不多，但是試吃口感評分卻差很多，草莓粉珍珠吃起來有草莓味很香，蝶豆花粉珍珠有苦味，吃起來有種怪味道。
6. 就珍珠的外觀顏色來看，我們也是覺得紫薯粉珍珠的顏色最漂亮，其次是南瓜粉珍珠。

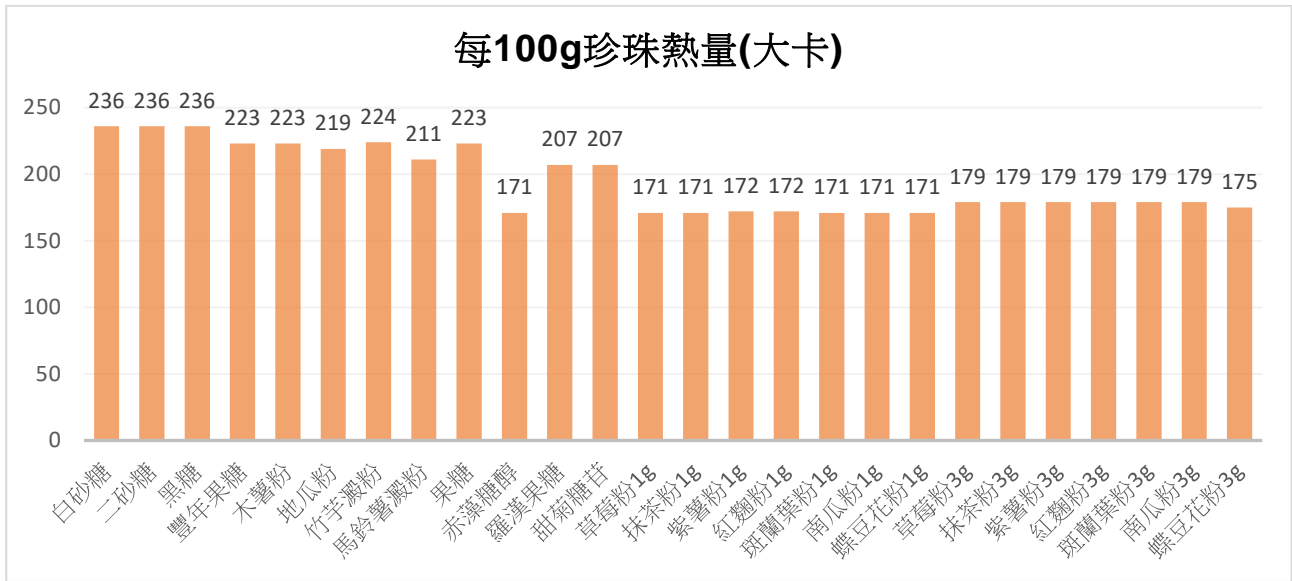
研究目的七：探討以上自製配方珍珠之熱量與成本

研究構想：手搖飲文化盛行，珍珠作為核心配料，其熱量容易被大眾忽略，因此我們想要瞭解「自製配方珍珠」的熱量是多少？熱量與成本間具有什麼關係呢？

7-1 各實驗的珍珠熱量與成本圖表

實驗項目	實驗編號	變因	珍珠生重熱量 (大卡/100g)	珍珠製作成本 (元/100g)
實驗二 不同的糖	2-1	白砂糖	236	4.6
	2-2	二砂糖	236	4.5
	2-3	黑糖	236	5.6
	2-4	豐年果糖	223	7.1
實驗三 不同澱粉	3-1	木薯粉	223	7.1
	3-2	番薯粉	219	6.8
	3-3	竹芋澱粉	224	70.6
	3-4	馬鈴薯澱粉	211	8.9
實驗四 不同代糖	4-1	果糖	223	7.1
	4-2	赤藻糖醇	171	11.8
	4-3	羅漢果糖	207	4.9
	4-4	甜菊糖苷	207	4.7
實驗五 實驗六 添加不同色粉	6-1-L	草莓粉 1g	171	14.8
	6-1-D	草莓粉 3g	179	21.0
	6-2-L	抹茶粉 1g	171	13.1
	6-2-D	抹茶粉 3g	179	15.8
	6-3-L	紫薯粉 1g	172	12.8
	6-3-D	紫薯粉 3g	179	15.1
	6-4-L	紅麴粉 1g	172	13.2
	6-4-D	紅麴粉 3g	179	16.2
	6-5-L	斑蘭葉粉 1g	171	14.5
	6-5-D	斑蘭葉粉 3g	179	20.1
	6-6-L	南瓜粉 1g	171	13.2
	6-6-D	南瓜粉 3g	179	16.2
	6-7-L	蝶豆花粉 1g	171	14.6
	6-7-D	蝶豆花粉 3g	175	20.4

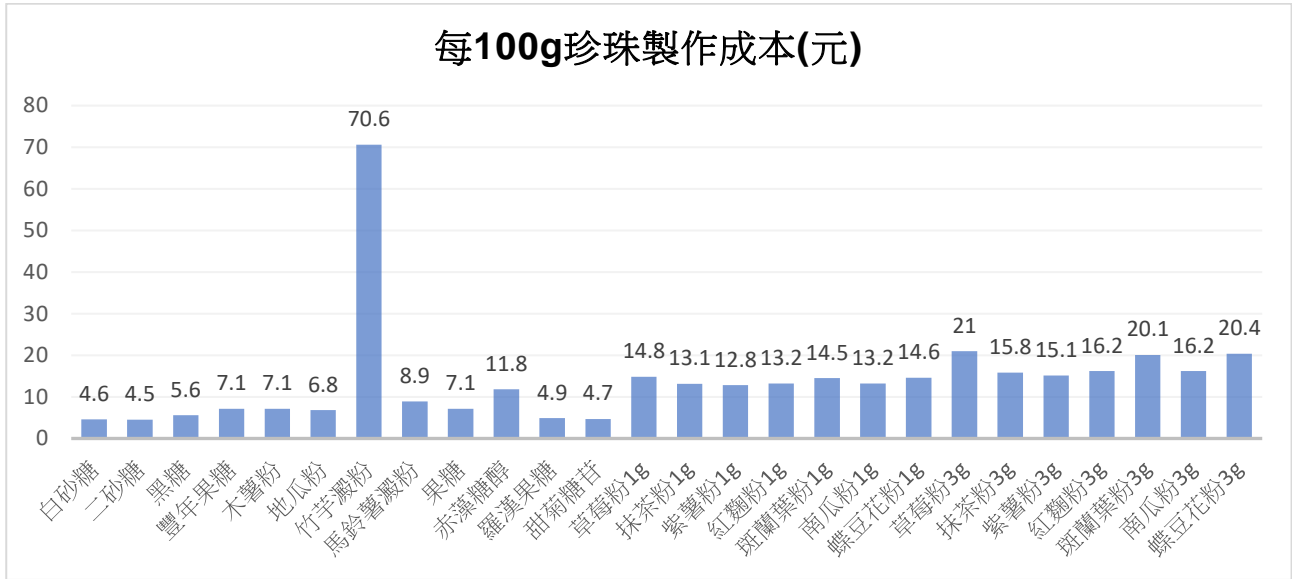
目的七珍珠熱量結論：



從上面珍珠熱量的圖表可得知：

1. 以不同糖（實驗二）、不同澱粉（實驗三）製作珍珠，珍珠的熱量差異都不明顯。
2. 但是以不同天然代糖取代果糖（實驗四），可看得出來熱量明顯下降，尤其是使用赤藻糖醇的實驗下降得最明顯。赤藻糖醇不但熱量低，甜度也比砂糖低，取代砂糖時需要使用更多的份量，在珍珠整體重量中，比其他種糖佔的比例更高。而羅漢果糖與甜菊糖苷的甜度極高，只使用一點點就可以讓珍珠有甜味，但是因為糖的重量佔珍珠整體的重量較低，因此澱粉的比例就提高了，導致珍珠的熱量並沒有下降的像赤藻糖醇珍珠一樣明顯。
3. 添加不同色粉的實驗（實驗五及實驗六），不同色粉並沒有對珍珠的熱量產生明顯的差異，因為使用赤藻糖醇，熱量還是維持較低的數值。

目的七珍珠製作成本結論：



從上面珍珠製作成本的圖表可得知：

1. 以不同糖（實驗二）製作的珍珠中，果糖珍珠是製作成本較高的珍珠。
2. 以不同澱粉（實驗三）製作的珍珠中，竹芋澱粉珍珠的製作成本明顯比其他珍珠高很多，原因是其價格很高，可能是現今竹芋澱粉不容易購買，太白粉不再使用竹芋澱粉的原因。
3. 以不同代糖（實驗四）製作的珍珠中，雖然羅漢果糖和甜菊糖苷的價格非常高，然而他們需要的用量非常少量，所以做成珍珠之後，製作成本反而是很低的，甚至比果糖珍珠的成本更低，赤藻糖醇因為甜度較低，為了要達到足夠的甜度，使用量會比較大，所以製作成本是實驗五中最高的。
4. 添加不同色粉的珍珠（實驗五及實驗六），添加同樣色粉的情況下，添加 3g 色粉的珍珠的製作成本一定比添加 1g 色粉的珍珠的製作成本高，除此之外，添加不同色粉的珍珠，製作成本並沒有明顯的差異。

目的七自製配方珍珠之熱量與成本總結：

1. 使用赤藻糖醇製作的珍珠熱量是最低的，再加上赤藻糖醇不但熱量低，甜度也比砂糖低，所以取代砂糖時需要使用更多的份量，因此珍珠的製作成本偏高。
2. 依據我們的實驗，如果要熱量與成本兼顧，會建議把糖類替換成羅漢果糖或是甜菊糖苷，粉類還是使用普遍且價格便宜的木薯粉或是地瓜粉，而地瓜粉會比木薯粉 Q 彈、黏牙。

柒、結論與建議

一、研究結論

1. 我們尋找了方便在教室進行實驗的步驟，包括**材料單純**（僅需木薯粉、水、糖），**方便固定材料份量**（不需手粉）、**器材簡單**（不需冰箱、電鍋）等，且為了烹煮的一致性及安全性，我們找了四格鍋和電磁爐來烹煮珍珠。
2. 在製作珍珠的步驟中，我們發現一定要**把沸騰的黑糖水倒入裝有木薯粉的容器中**，這樣木薯粉才會成團，如果反過來把木薯粉倒入沸騰的黑糖水中，會造成木薯粉無法成團，呈現碎裂粉粉的狀態。
3. 實驗一最佳比例，實驗後製作珍珠的**最佳比例是「粉 50%、水 35%、糖 15%」**，其他比例會讓麵團呈現過濕黏稠、動力沙質感、非牛頓流體等狀態，導致珍珠製作失敗。實驗二**不同糖類**，綜合**Q 彈度與試吃口感評分**，**最好的是果糖珍珠**，因此果糖作為後續實驗之糖類。實驗三**不同澱粉**，馬鈴薯粉 Q 彈度最高，但因口感易碎且帶粉感，綜合評比後，**蕃薯粉珍珠 Q 彈度與美味兼具**，因此薯粉作為後續實驗之粉類。實驗四**不同代糖**，**赤藻糖醇不僅在 Q 彈度表現亮眼，好吃亦獲最高評分，優於果糖及其他代糖**。實驗五和實驗六針對健康與視覺的天然色粉實驗中，發現色粉會改變珍珠的味道，進而影響好吃的評分，因此**建議色粉添加量 1g 就好**，斑蘭葉粉和蝶豆花粉雖具 Q 彈度但風味欠佳，而南瓜粉和草莓粉 Q 彈度尚可，但是味道接受度高，好吃評分較高。**紫薯粉在 1g 與 3g 的實驗中皆有良好的 Q 彈度與口感**，外觀顏色我們也認為是最漂亮的，因此想要自製**Q 彈、美味、美觀、健康等兼具的珍珠**，**最優選配方是「蕃薯粉搭配赤藻糖醇，再添加紫薯粉」**。
4. 實驗一～實驗六研究結果列表

實驗編號	操縱變因	研究結果（綜合 Q 彈度與試吃口感評分）
實驗一	粉水糖比例	最佳比例是「粉 50%、水 35%、糖 15%」
實驗二	不同糖類	果糖珍珠
實驗三	不同粉類	蕃薯粉珍珠
實驗四	不同代糖	赤藻糖醇珍珠
實驗五六	不同色粉	紫薯粉珍珠

5. 比較自製珍珠的成本與熱量後，**使用赤藻糖醇的珍珠，熱量是最低的**，但製作成本略高，如果想要熱量與成本兼顧，糖類可以使用羅漢果糖或是甜菊糖苷，粉類可以選用普遍且價格便宜的木薯粉或是蕃薯粉。
6. 做完整個研究後，我們發現珍珠**並不是 Q 彈度越高就越好吃，口感和味道也是很重要的考量因素**，製作完的珍珠並不甜，直接食用沒有那麼好吃，可以在沖洗後的珍珠裡加入適量的糖，會讓珍珠更美味。

二、未來研究建議

1. **增加試吃人員**：我們實驗後的試吃，只有我們這六位同學，如果未來可以增加到 20~30 人，試吃口感的回饋會更佳準確。
2. **珍珠大顆一點**：我們這次研究實驗的珍珠每顆是秤 0.5g，做出來偏小，也不是很好測量，未來可以考量增加到 1g 重，烹煮的時間也需要加長。
3. **不同風味的珍珠**：由於我們的實驗訴求是健康的珍珠，所以只有添加天然色粉，未來實驗中可以增加不同風味的珍珠，讓更多同學試吃與回饋，或許能成功開發新的商機。

捌、研究心得

回首這一年半，真的很不容易，經歷了許多困難與挫折，我們把這些困難與挫折，當作之後實驗的借鑑，繼續調整改進，讓我們的研究能更加順利。

1. 我們一開始遇到最大的困難，是如何同時煮四種珍珠，如果用多臺電磁爐，可能會造成教室跳電，而不同廠牌電磁爐功率也不盡相同，會無法掌握煮珍珠的狀態，也會影響後續實驗的測量，我們終於找到四格鍋，解決了這樣難題。
2. 再來是如何自製珍珠以及做珍珠的材料比例而困擾，後來我們蒐集了很多資料，看了很多網站、影片之後，終於找到了幾個方法，再透過實驗，找出最適合做珍珠的比例。
3. 在製作珍珠的過程中也遇到一些問題，例如：珍珠粉團外面常出現粉團外有木薯粉顆粒，怎樣也揉不均勻，我們發現是粉太粗，因此在實驗前，先用研鉢將粉類磨得更細緻些。開著冷氣製作珍珠，容易讓麵團或是未下水煮的珍珠乾掉，因此我們想到把廚房紙巾沾濕覆蓋在容器上，終於解決在冷氣房內實驗的問題。糖水煮過頭而糖水量變少，因此水快要滾時，就要加入黑糖或砂糖，並快速攪拌，讓其盡快溶解，避免水分蒸發過多。
4. 如何減少人為干擾下，測量珍珠的 Q 彈度，我們看了很多資料，動手自製測量 Q 彈度的儀器，測試時遇到問題就不斷的改良，我們改良到了第三代。
5. 一開始只有一組測量 Q 彈度的儀器，但我們發現速度很慢，也怕煮好的珍珠變硬，於是我們又再做了一組測量儀器，再多借一臺平板，兩組同時進行實驗，這樣速度快多了。

以上的困難我們都一一克服了，也順利完成獨立研究，我們覺得自己很努力也很棒。而在每次實驗的過程中，有非常多的事情要做，包含實驗後的清潔整理、數據整理分析、製作圖表等等，我們會先分工好每個人的工作，而已完成的同學，會幫忙還沒完成的人，因此在獨立研究過程中，不僅是做研究，自己在不知不覺中有所成長，學到很多技能，也增進我們六個人之間的友誼，真是一舉多得啊！

玖、參考資料

1. 珍珠變 Q 變硬的秘密：順丁烯二酸化學澱粉 ——這就是所謂 Q 彈的代價？

<https://www.cha.gov.tw/fp-263-2714-9deb7-1.html>

2. 珍珠奶茶的珍珠為什麼會那麼 Q 彈呢？

<http://foodnext.net/science/machining/paper/5593251479>

3. 珍奶別再點全糖了！飲料店揭「煮珍珠」秘密：同業認、這樣才更 Q

<https://www.nownews.com/news/6722767>

4. 小心有毒-毒澱粉 珍珠「萬年 Q 彈」的秘密 小心「順丁烯二酸」吃下肚

<https://health.ltn.com.tw/article/breakingnews/3658961>

5. 珍珠奶茶的珍珠怎麼做的？

<https://www.yingxuanzhuang.com/blog/latest-news/how-boba-balls-made/>

6. 【飲料】手作「珍珠粉圓」，無添加，依然 Q 彈。(適合使用的粉類介紹)

https://neochai.pixnet.net/blog/post/29385676?utm_source=chatgpt.com

7. 黑糖珍珠粉圓 DIY 只要 2 種材料 + 1 根吸管！小撇步煮出 Q 彈口感

<https://food.ltn.com.tw/article/10656>

8. 自己做黑糖珍珠（波霸），輕鬆煮出口感不怕糊！

https://food.ltn.com.tw/article/9516?utm_source=chatgpt.com

9. 手工自製珍珠粉圓 波霸粉圓 黑糖粉圓

<https://cookpad.com/tw/%E9%A3%9F%E8%AD%9C/2066843>

10. 如何煮出 Q 彈珍珠？飲料達人傳授黑糖珍珠關鍵做法與比例！

<https://www.oktea.tw/Article/Detail/81661?lang=zh->

[TW&srsltid=AfmB0opW3XVABMAL1JhJKZEjK442YGMzIpg0qIL7wBfEvFCmMPvv2Kzy&utm_source=chatgpt.com](https://www.oktea.tw/Article/Detail/81661?lang=zh-TW&srsltid=AfmB0opW3XVABMAL1JhJKZEjK442YGMzIpg0qIL7wBfEvFCmMPvv2Kzy&utm_source=chatgpt.com)

11. 大波霸、小珍珠，粒粒皆安心～自製手工珍珠粉圓

https://www.kidsplay.com.tw/index.php/mobile/cooking/content/476?utm_source=chatgpt.com

12. 黑糖珍珠鮮奶|今晚我想來杯台灣之光，自製珍珠就是這麼軟Q【麥哥找了】

<https://www.youtube.com/watch?v=ViEAvZ70v10>

13. 教你自製珍珠奶茶，絲滑 Q 彈，幾塊錢就能做出一大鍋！

<https://www.youtube.com/watch?v=mtws08ppvqQ>

14. 台灣珍珠~粉圓做法~第一次做粉圓就成功！

<https://ameiykid.pixnet.net/blog/posts/3049381452>

15. 珍珠的奧秘-研究糖對澱粉凝膠的影響，中華民國第 54 屆中小學科學展。

16. 「什麼丸」?虱目魚丸 Q 彈度的探究，中華民國第 55 屆中小學科學展覽會作品說明書。

17. 「珍」相大白~探討珍珠 Q 彈的秘密，福山國小高雄市獨立研究自然類第三名。

18. 「珍」是好「珠」味，探討國小四、五、六年級學生對自製珍珠粉圓的喜好研究，

臺南市 109 年度國小學生獨立研究競賽作品。

附錄

珍珠製作成本與熱量計算表

食材品項	售價(元)	重量(公克)	每 1g 成本	每 100g 熱量	每 1g 熱量
木薯粉	32	400	0.080	352	3.52
番薯粉	29	400	0.073	345	3.45
竹芋澱粉	135	100	1.350	355	3.55
馬鈴薯澱粉	46	400	0.115	328	3.28
白砂糖	21	500	0.042	400	4
二砂糖	18	500	0.036	398	3.98
黑糖	32	300	0.107	400	4
豐年果糖	75	362	0.207	400	4
赤藻糖醇	188	500	0.376	313	3.13
羅漢果糖	1045	20	52.25	40	0.4
甜菊糖苷	1428	113	12.64	0	0
紫薯粉	285	250	1.14	0	0
草莓粉	155	50	3.1	358	3.58
抹茶粉	162	120	1.35	379	3.79
紅麴粉	75	50	1.5	376	3.76
斑蘭葉粉	140	50	2.8	386	3.86
南瓜粉	75	50	1.5	377	3.77
蝶豆花粉	145	50	2.9	375	3.75