

中華民國第 64 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 生活與應用科學(二)科

082908

烤出滿滿的幸「芙」～探討泡芙空心的秘訣

學校名稱： 高雄市三民區博愛國民小學

作者： 小六 呂學翰 小六 陳品蓁 小六 陳昱雯 小六 郭仁爵	指導老師： 廖素禎
---	------------------

關鍵詞： 澱粉糊化、蛋液比例、溫度

摘要

影響泡芙空心的因素有澱粉糊化和筋性、配方水分和油脂含量及烤溫。本研究發現奶油、水、麵粉和蛋液最佳比例為 1：2：1.67：1.75。麵糰糊化後應降溫至 60°C 以下再分次加入蛋液，4 份食材蛋液量 200 克的麵糊拉伸力可刮起呈倒三角形(約 4 公分)為最佳狀態。澱粉蛋白質成分越多麵糊吸水量越高，低筋麵粉泡芙中空狀態最佳，高筋麵粉泡芙支撐度最高；油脂越多泡芙中空高度越小，支撐度越大。增加蛋液量的泡芙支撐度最佳。麵粉和蓬萊米粉比例 4:1 的泡芙中空高度最大；三種米穀粉以蓬萊米粉泡芙中空高度最佳，可取代麵粉製作空心泡芙，其奶油、水、米粉和蛋液最佳比例為 1：2：1.67：2.37。麵粉和色粉比例為 49：1 的泡芙中空高度較佳。需分兩階段烤程讓泡芙上色均勻。

壹、前言

一、研究動機

我們常在商店及賣場看到一顆顆看起來美味可口的泡芙，每當吃到餡料飽滿、一口咬下就爆漿的泡芙，就會感到無比幸福。所以我們對泡芙的配方與做法感到很好奇，想了解泡芙中空的原因，目前沒有看過針對泡芙的相關研究或純原理書，通常是在食譜中參雜一點，或是糕點書中的一個篇章，因此我們想透過本研究探討泡芙空心的秘訣，成為未來增進泡芙研發的相關研究文獻。此外，市售泡芙主要以麵粉製作，如能使用無麩質米穀粉製作泡芙，不僅能推廣台灣在地米食應用，也能讓過敏體質者可以安心享用低卡無麩質的米泡芙。

二、研究目的

- (一)探討蛋液比例對於泡芙體中空狀態的影響
- (二)探討麵糊倒三角對於泡芙體中空狀態的影響
- (三)探討不同種類麵粉(低筋、中筋、高筋)對於泡芙體中空狀態的影響
- (四)探討不同種類油脂(奶油、植物油、動物油)對於泡芙體中空狀態的影響
- (五)探討調整不同液體(奶油、水、蛋液)比例對於泡芙體中空狀態的影響
- (六)探討米穀粉(蓬萊米粉)比例對於泡芙體中空狀態的影響
- (七)探討不同種類液體(牛奶、豆漿)對於泡芙體中空狀態的影響
- (八)探討不同種類米穀粉(蓬萊米粉、在來米粉、糯米粉)對於泡芙體中空狀態的影響
- (九)應用常見食材(抹茶粉、可可粉、石榴汁)製作泡芙體

三、文獻探討

(一)認識泡芙

泡芙 (PrOfiterOle / Cream Puff)，源自法國，是直布羅陀代表性的美食，也有人說是來自於義大利，在 16 世紀傳入法國，臺灣稱它為奶油空心餅。維基百科(2024)原是一種搭配湯的鹹麵包，內餡多是肉泥、乳酪等，之後才演化為外型較圓、內部中空的泡芙。它的外型像甘藍菜，因此法文又名為 CHOU，而長型的泡芙在法文中叫 ECLAIR，是閃電的意思，但不是因外型而得名，而是因法國人愛吃長型的泡芙，總能在最短時間內吃完，速度就像閃電般，才會用閃電來形容它。(中文百科)

泡芙在烤的過程中會形成中空狀態，由蓬鬆的麵皮中加入鮮奶油、巧克力或冰淇淋等內餡。通常由底部注射、中間切開填餡，或從上方撕破後加進去。根據充填餡料不同，泡芙在各地也有不同名稱，而且大多是法語的名詞，在 17 世紀初就已經出現，稱為 POtage de prOfiteOlles，直到 19 世紀，prOfiterOle 這個名詞才確定用來代表泡芙。維基百科(2024)

「奶油空心餅」顧名思義就是泡芙內部是中空球體，是食品烘焙蛋糕丙級考試的考題之一，所以泡芙空心是決定成敗很重要的因素，以下說明泡芙空心的原理以及影響泡芙空心的原因。

(二)泡芙空心原理

麵糊的含水量及麵糊表面結皮的速度，是影響泡芙球體中空結構與外殼大小的成因。糊化的澱粉具有包裹空氣，鎖住水分的特性，泡芙放入烤箱接觸到熱空氣後，會在表面形成一層薄膜，因此在進烤箱前噴水，可以延緩表面結皮，表皮裡的水蒸氣會被鎖在泡芙內，而當底部溫度一到達 100°C 後，水份會逐漸轉化成水蒸氣，開始推擠泡芙的外殼，此時體積會逐漸脹大，像吹汽球一樣，也因為水份轉化成水蒸氣的過程不是全部麵糊都同時進行，所以泡芙內會出現一格一格的空氣室(氣孔組織)。等到表皮被烤成固態後，泡芙內的水蒸氣無法再撐大體積，只能從小縫隙中排出，所以泡芙停止膨脹，這就是造成泡芙中間中空的過程。烘焙找材料(2019)

(三)泡芙麵糰糊化及麵糊乳化



糊化：將麵粉加水、加熱糊化，可製作出可以吸進大量水分且充滿黏性的麵糰。此階段加入油脂，可抑制麩素形成，切斷過多的澱粉黏性(蛋白質筋性)，使麵糊膨脹時更具延展性。加入麵粉後還需要繼續加熱攪拌是為了要加速澱粉糊化的作用，讓麵糊中的水份散去，也因為加入麵粉後整體溫度會下降，若不持續加熱，麵糊的中心跟貼著鍋邊的麵糊溫度是不一樣的，所以加入麵粉後必須控制適中的火候，加熱至麵糰的全部水份揮發完。麵糰加熱攪拌完

成時鍋底會有一層薄膜產生，可以直接用溫度計測量麵糰溫度，麵糰中心溫度達到 80 度即可。烘焙找材料(2019)

乳化：雞蛋中的蛋黃具有油脂，蛋液分次加進麵糰可讓麵糊乳化更完全，可讓上一階段加入的油脂穩定，也可提供麵糊膨脹時的水分，調整麵糊整體的黏性與軟硬度，且加熱後蛋液中的蛋白質凝固可支撐泡芙主體更堅固，使其不塌陷。烘焙找材料(2019)

(四)澱粉特性

- 1.麵粉：市售泡芙體主要用麵粉製作，常見的麵粉種類有低筋、中筋和高筋麵粉，其中的筋指的是麵筋(麩質或麥麩)，是使生麵糰具有筋力的物質。實際上筋力高低取決於麵粉中的蛋白質含量，麵糰筋力因此產生不同的黏度。 陳凱詩(2017)
- 2.高筋麵粉：蛋白質含量約 12.5 ~ 13.5%，蛋白質含量高，因筋度強多用來做麵包。
- 3.中筋麵粉：蛋白質含量為 9.5 ~ 12.0%，中筋粉多用在中式點心製作上，如包子、饅頭、餃子皮等，大部分中式點心都以中筋麵粉來製作。
- 4.低筋麵粉：蛋白質含量在 8.5%以下，因此筋性較低，多用來做蛋糕等鬆軟糕點。
- 5.米穀粉：大約從 2011 年開始，農糧署推廣新型態米食，希望逐步取代麵粉，只是米穀粉沒有筋性，較難取代高筋麵粉，需要用技術與設備加以調整。米穀粉有乾磨、水磨和氣流磨三種製程。水磨或氣流粉碎米穀粉可製作如蛋糕、泡芙等會膨發的西點，用乾磨粉可製作麵疙瘩、水餃皮和餅乾。可用米穀粉和麵粉摻配，同時攝取兩者的營養，成功率較高。楊語芸(2021)以下就三種常見的米穀粉進行說明。

稻米種類		
		
籼/粘	秈	糯
蓬萊米，米粒圓短，生米有透明感，可作為米飯、烘焙和韓國年糕等用途。	在來米，米粒細長，生米有透明感，可作為蘿蔔糕、碗粿和米苔目等用途。	米粒整顆粉白不透明，長糯米可用做油飯等鹹味米食；圓糯米可做湯圓和和果子等甜品。

圖片引用自：鍾憶明(2019)。《米穀粉的無麩質烘焙料理教科書》











(五)油脂特性

油脂在泡芙配方中的功能是**抑制麵粉的麵筋麩質交鏈過度形成**，讓麵糊(麵筋)具有**良好的延展性**。不加油脂或添加不足，容易在烘培時產生黏性，泡芙就會無法膨脹。

(六)學術文獻探討

目前並未有泡芙相關的學術研究作品，只在食譜中出現製作方法，而在《用科學方式瞭解糕點的「為什麼？」》一書中，主在說明泡芙基本作法、製作過程中的材料作用、結構變化、配方比例及烤溫調節與調整泡芙口感的方法等，並未針對泡芙空心進行闡述。

(七)探討市售泡芙體組織和空心狀態

品牌	日式 BXX	夢 XX	全 X	京 X	猜 X
照片					
剖面圖					
由上表可知泡芙體上層皮厚、下層皮薄，內部空心是泡芙的常見狀態。					

貳、研究設備及器材


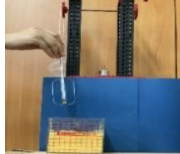




類別	名稱	用途
器材	卡式瓦斯爐、瓦斯罐、Panasonic NB-H3800 38L 烤箱、烤盤(31.1X38.6cm)、烘焙紙	烘烤設備
	不鏽鋼鍋、提把鍋具、碗、湯匙	盛裝材料
	量杯、電子秤(誤差值± 0.1)	秤重
	紅外線溫度計、棒針溫度計、烤箱溫度計	測溫
	攪拌棒、刮刀、刮板	混合材料
	鋸齒刀	觀察泡芙體剖面
	16吋(40.5*22.5cm)可重複用擠花袋(PA 材質、耐受溫度 -10℃~60℃)	擠麵糊
	直徑 1.5-2.0mm 玻璃珠、50ml 量筒、湯匙、鐵尺、碗、水彩筆、250ml 燒杯、電子秤	測量泡芙中空體積
	500ml 玻璃量筒、1250ml 寶特瓶、圓柱塑膠筒、500c.c.量杯、水	測量泡芙體支撐度
	德國 fischertechnik 慧魚工程積木、公升盒、電動打蛋器攪拌棒、刮刀、砝碼(2 克、10 克、20 克、50 克、100 克)、塑膠盒、棉線、紙箱、A4 色紙	測量麵糊延展性
相機、平板	拍攝紀錄	

食材	麵粉(低筋、中筋、高筋)、米穀粉(蓬萊米粉、在來米粉、糯米粉)、雞蛋、糖、鹽、油(無鹽奶油、葵花油、鵝油)、水、牛奶、豆漿、抹茶粉、可可粉、濃縮石榴汁
----	---


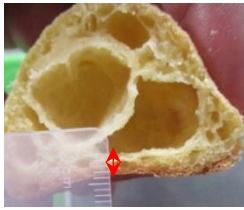
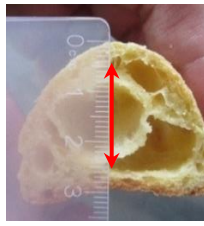
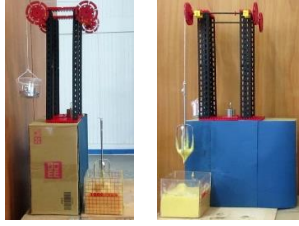
參、研究過程與結果討論

一、建立泡芙測試標準(實驗測試五次，去除最大和最小值，中間值求平均)





(一)泡芙麵糊的黏滯性(拉伸力)

					
1.將麵糊填滿高6cm的透明立體公升盒(約600 cm ³)。	2.將攪拌棒垂直插入麵糊中心	3.將砝碼慢慢放入盒中直至拉起麵糊中的攪拌棒拍攝過程	4.砝碼秤重計算麵糊的拉伸力	5.麵糊倒三角拍照並計算高度	6.用刮刀刮起麵糊成倒三角拍照對照

(二)泡芙體外皮厚度與中空高度(本研究判定成功的泡芙成品中空高度需大於2公分)

			
測量泡芙體上皮	測量泡芙體下皮	測量泡芙體中空高度	麵糊黏滯性測試裝置

(三)泡芙體的支撐度(硬度)

			
1.泡芙放入中空柱體，電子秤歸零。	2.放入空的玻璃量筒	3.逐量加水(每次加50克停5秒鐘)。	4.觀察到泡芙下陷時停止加水並計重。

(四)泡芙體的中空體積



1. 將烤好的泡芙放涼用鋸齒刀剖半，去除內部氣孔組織。	2. 以湯匙挖起玻璃珠放入剖半的泡芙體內(各兩半)。	3.用湯匙底部刮平泡芙剖面的表層。	4.把兩半泡芙內的玻璃珠用水彩筆全數敲入燒杯。	5.將燒被內的玻璃珠倒入有刻度的量筒。	6.再觀看量筒刻度得到體積(1ml=1cm ³)
-----------------------------	----------------------------	-------------------	-------------------------	---------------------	--------------------------------------

二、泡芙試做實驗

(一)實驗方法：先選取一個網路食譜，以中筋麵粉 50 克、葵花油 30 克、水 60 克、鹽 0.5 克、糖 5 克和蛋液 50 克進行測試。陳美婷 (2017)

(二)實驗結果與討論

1. 實驗結果

		
1.進烤箱前的泡芙	2.出爐的泡芙	3.泡芙剖面圖

2. 討論分析：

- (1) 這次製作的泡芙外型很圓，外表有一些裂痕，顏色偏淡褐色，外皮吃起來有點脆，泡芙體內的空間還算大，有一個大孔洞和許多小縫隙。
- (2) 因為泡芙有成形、內部呈中空狀態且外皮有脆度，我們覺得這樣的配方可以進行實驗，故之後以此配方繼續進行後續的實驗。

三、實驗操作流程圖

				
1.所有食材先秤重	2.白板紀錄	3. 奶油先加熱，然後加入熱水、鹽和糖煮至大滾	4. 開中火加入麵粉壓拌成糰，到鍋底有層薄膜時離火靜置。	5.麵糰測溫直到低於 60°C
				

6.蛋液分次加入麵糰，每次以 1/2 的蛋液量加入。	7.最後用攪拌機攪打均質麵糊，刮刀拌勻。	8.刮刀拉起麵糊成倒三角約 4 公分。	9.烤前麵糊測溫約 32°C	10.用刮刀將麵糊刮淨裝入擠花袋
				
11. 麵糊裝入擠花袋用刮板推到頂端	12.麵糊擠在電子秤歸零的烘焙紙上	13.每個泡芙麵糊秤重 20 克	14.沾水抹平泡芙尖端	15. 進烤箱前在泡芙表面水平噴水。
				
16.烤箱上下火 230°C預熱 1 小時，放中下層計時烘烤 20 分鐘。	17.然後調降下火成 210°C，烤盤移至上層烤 10 分鐘。	18.最後烤箱開縫約 8 公分悶 10 分鐘。	19.出爐後放涼	20.剖開檢測

備註：泡芙烤前表面噴水可延緩泡芙表層結皮，泡芙越可以順利地膨脹完全。

四、實驗過程

研究一之一、蛋液三種比例實驗

(一)實驗方法

1.實驗材料：中筋麵粉 50 克三份、奶油 30 克三份、水 60 克三份、鹽 0.5 克三份、糖 5 克三份、**蛋液為 50 克、55 克和 60 克。**







2.實驗流程：三台烤箱上火 220°C，下火 190°C 先預熱 1 小時，烤箱上火 220°C，下火 190°C，烤約 30-40 分鐘(依泡芙上色程度調整時間)，步驟同第 7 頁之實驗操作流程。



(二)實驗結果與討論

1.實驗結果：

麵粉種類	中筋麵粉		中筋麵粉		中筋麵粉	
蛋液(克)	50 克	O	55 克	O	60 克	X
烤前重量/個	20 克		20 克		20 克	

烤後照片			
剖面圖			
備註：○表示泡芙有空心，X表示空心程度差。烤前麵糊重量誤差值±1克			

2. 討論分析：

- (1) 我們發現加入蛋液 50 克和蛋液 55 克的泡芙都有成功膨脹，且表面有一些小洞及裂痕，而加入蛋液 60 克的泡芙麵糊較稀，泡芙扁平塌陷不易膨脹，沒有中空狀態。
- (2) 同比例下，因加入 50 克和 55 克蛋液製成的泡芙有空心，想進一步了解蛋液低於 50 克的泡芙空心狀態如何，於是接著進行第二個蛋液比例實驗。

研究一之二、蛋液三種比例實驗




(一) 實驗方法

1. 實驗材料：中筋麵粉 50 克三份、奶油 30 克三份、水 60 克三份、鹽 0.5 克三份、糖 5 克三份和添加的蛋液分別為 45 克、50 克和 55 克。
2. 實驗流程：三台烤箱上火 220°C，下火 190°C 先預熱 1 小時。上火 220 度，下火 190 度，烘烤時間各約 30-40 分鐘(依泡芙上色程度調整時間)，其餘步驟同第 6 頁至第 7 頁之實驗操作流程。

(二) 實驗結果與討論

1. 實驗結果

麵粉種類	中筋麵粉		中筋麵粉		中筋麵粉	
蛋液(克)	45 克	X	50 克	X	55 克	O
烤前重量/個	20 克		20 克		20 克	
烤後平均重量(克)	15 克		15.1 克		15.3 克	

烤前照片	
烤後照片	
剖面圖	
備註：O 表示泡芙有空心，X 表示空心程度差。烤前麵糊重量誤差值±1 克	

2. 討論分析：

- (1) 烘烤時，有一個烤箱內的泡芙時間到了卻未膨脹，推測是烤箱內溫度不一造成誤差，應在實驗前先確認烤箱內各處的烤溫是否均勻以及不同烤箱的烤溫是否一致。
烤箱上下火溫度可能需要分兩階段烤程，泡芙上色會較均勻。
- (2) 由於研究者實驗技術尚未純熟，導致有麵糊殘留在器具上，應該盡量一鍋到底操作並採用刮刀刮取麵糊以減少麵糊殘留。
- (3) 由於使用蛋液 55 克的泡芙體完全中空，而使用蛋液 45 克及 50 克的泡芙內有較多氣孔組織，決定以蛋液 50 克為基底，持續增加蛋液到麵糊呈倒三角狀作為下次實驗的變因。
- (4) 戴手套拿不鏽鋼鍋具因靠近火源容易燙傷，後續的實驗改用有把手的鍋子較安全。
- (5) 在測量溫度時，只將測溫槍靠近鍋子附近來感測溫度，所以溫度可能不標準，因此決定下次使用測溫計，插入麵糊裡面測量溫度。



研究二、麵糊倒三角(黏製性)實驗

(一)實驗方法

1. 實驗材料：中筋麵粉 200 克、奶油 120 克、水 240 克、鹽 2 克、糖 20 克和蛋液 215 克。以配方 4 倍的食材份量，從蛋液量 175 克，逐次加十克蛋液量到 215 克的實驗。

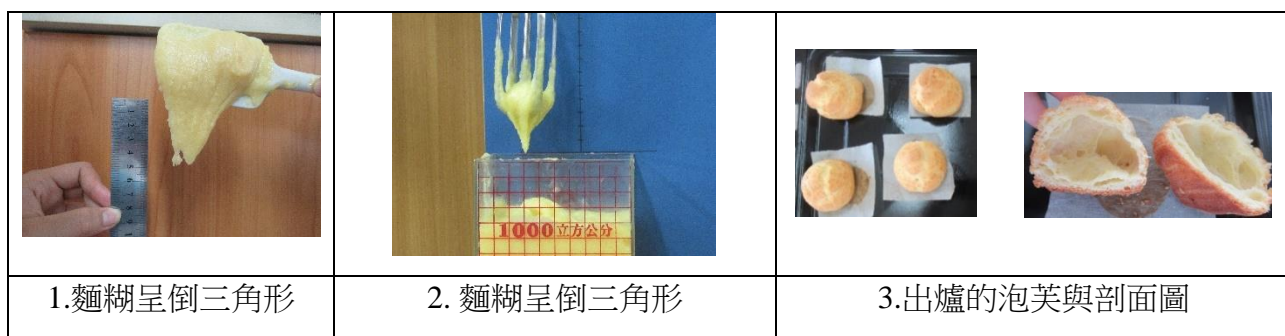
2.實驗流程：麵糊製作同第 6 頁至第 7 頁之實驗操作流程，接著以黏滯性測試裝置進行實驗。



(二)實驗結果與討論

1. 實驗結果：

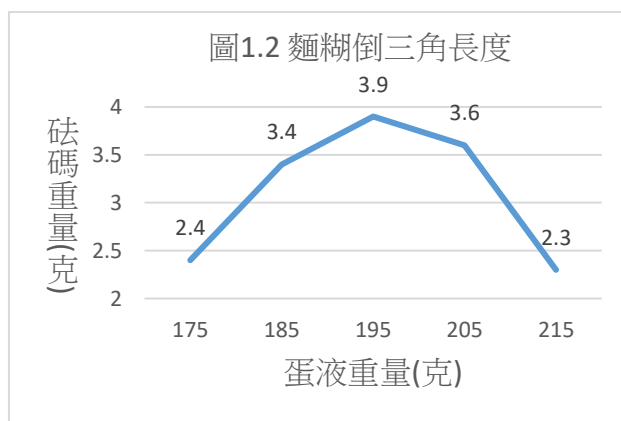
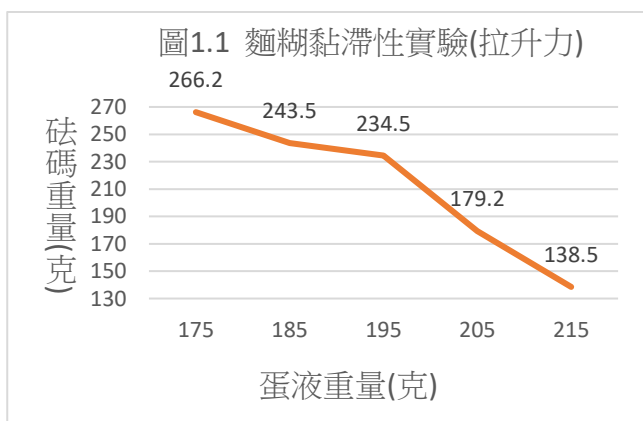
次數 實驗項目	第一次測量		第二次測量		第三次測量		第四次測量		第五次測量	
蛋液量(克)	175		185		195		205		215	
刮刀倒三角 平均長度(公分)	2		3		4		5		3.5	
麵糊拉伸力 砝碼重量(克)	1	285.5	1	245	1	239	1	169.9	1	142.9
	2	265.5	2	243.5	2	234.5	2	184.6	2	136.8
	3	247.5	3	242	3	230.5	3	183.2	3	135.9
	平均	266.2	平均	243.5	平均	234.5	平均	179.2	平均	138.5
攪拌棒 倒三角長度 (公分)	1	2.5	1	3	1	3.9	1	3.5	1	2.8
	2	1.8	2	3.8	2	3.6	2	3.3	2	2.1
	3	2.8	3	3.5	3	4.1	3	4	3	2.1
	平均	2.4	平均	3.4	平均	3.9	平均	3.6	平均	2.3



1.麵糊呈倒三角形

2. 麵糊呈倒三角形

3.出爐的泡芙與剖面圖



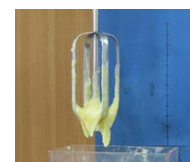
2. 討論分析：

(1)將烤盤放在烤箱中下層烤 20 分鐘後，泡芙底部已上色，但泡芙表面卻尚未上色，因此將上火調成 230 度，再烤 10 分鐘。



(2)之後烤箱預熱溫度改為上、下火均溫 230°C，用上火 230°C，下火 200°C，烤 30 分鐘以測試烤溫效果。

(3)發現麵糊溫度和蛋液量會影響麵糊的黏滯性，麵糊溫度越低，黏性越高，拉伸度越差(重量值越大)。蛋液量越少，麵糊黏性越高，拉伸度越差(重量值越大)；蛋液量越多，麵糊越稀，黏性越低，拉伸度越好(重量值越小)但也容易斷裂。蛋液 195 克的麵糊刮刀倒三角是 4 公分，攪拌棒是 3.9 公分，蛋液 205 克的麵糊刮刀倒三角是 5 公分，攪拌棒是 3.6 公分，推估蛋液 200 克是中筋麵粉拉伸力的最佳狀態，倒三角約 4 公分。









研究三之一、不同麵粉實驗(低、中、高筋麵粉)

(一)實驗方法

- 1.實驗材料：低、中、高筋麵粉各 50 克、奶油 30 克三份、水 60 克三份、鹽 0.5 克三份、糖 5 克三份和蛋液 57 克三份。
2. 實驗流程：三台烤箱先上下火各 230°C 預熱 1 小時。上火溫度 230°C，下火 200°C，各烤 30 分鐘，其餘步驟同第 6 頁至第 7 頁之實驗操作流程。

(二)實驗結果與討論

1. 實驗結果：

麵粉種類	低筋麵粉		中筋麵粉		高筋麵粉	
蛋液(克)	57 克	O	57 克	O	57 克	X
烤前重量/個	20 克		20 克		20 克	
烤後平均重量	15 克		14 克		14 克	
烤後照片						
剖面圖						
上皮厚度(公分)	0.5 公分		0.3 公分		充滿氣孔組織 實心無中空	
下皮厚度(公分)	1.5 公分		0.3 公分			
備註：O 表示泡芙有空心，X 表示空心程度差。烤前麵糊重量誤差值±1 克						

特性 麵粉種類	外觀	孔隙	口感	攪拌時	麵糊狀態	擠壓時
低筋麵粉	有裂痕	較大	外皮較軟	有彈性不黏	有點結塊	較難擠
中筋麵粉	較圓	適中	適中	有點黏稠	適中	適中
高筋麵粉	較扁	無明顯孔隙	外皮較硬	很黏稠	很好攪	有點稀

2. 討論分析：

(1) 烤盤先放在烤箱中下層，二十分鐘時觀察泡芙底部已上色，但泡芙表皮未上色，決定先放中下層，上、下火各 230°C 烤 20 分鐘，再移至烤箱上層上火 230°C 和下火 210°C 烤十分鐘，最後烤箱打開約八公分空隙，悶十分鐘後取出放涼。



(2) 同樣的蛋液量，中筋麵粉的麵糊狀態黏稠度適中，低筋麵粉偏乾，而高筋麵粉偏稀。推測麵粉蛋白質成分不同會影響麵糊的吸水程度，故之後以調整蛋液比例進行三種麵粉測試。




研究三之二、不同麵粉實驗(低、中、高筋麵粉)







(一) 實驗方法

- 實驗材料：低、中、高筋麵粉各 50 克、奶油 30 克三份、水 60 克三份、鹽 0.5 克三份、糖 5 克三份和蛋液 57 克三份(依麵糊呈倒三角調整)。
- 實驗流程：三個烤箱都上下火預熱 230°C 1 小時，各烤 20 分鐘，再上火 230°C 和下火 200°C 烤十分鐘，最後烤箱打開約八公分空隙，悶十分鐘後取出放涼，其餘步驟同第 6 頁至第 7 頁之實驗操作流程。

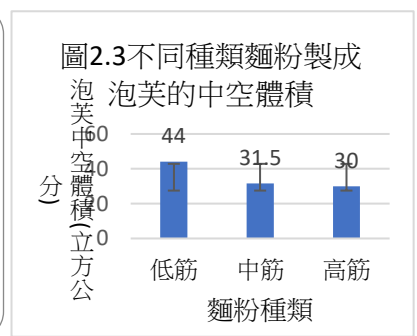
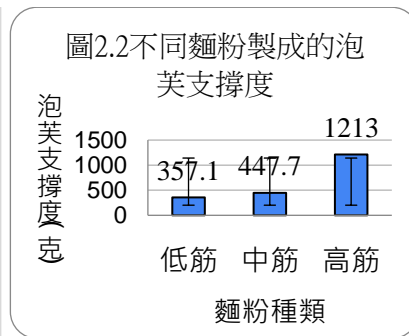
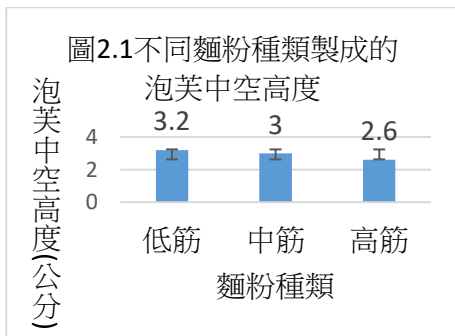
(二) 實驗結果與討論

1. 實驗結果：

麵粉種類	低筋麵粉		中筋麵粉		高筋麵粉	
蛋液(克)	52	0	53	0	54.2	0
烤前重量/個	20 克		20 克		20 克	
烤前照片						

烤後照片			
剖面圖			
備註：○表示泡芙有空心，X表示空心程度差。烤前麵糊重量誤差值±1 克			

麵粉種類	低筋				中筋				高筋			
烤後均重(克)	12.6				13.3				11.8			
次數	1	2	3	平均	1	2	3	平均	1	2	3	平均
上皮(公分)	0.5	0.5	0.5	0.5	1.2	0.3	0.6	0.7	0.5	1	0.8	0.8
下皮(公分)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
中空高度(公分)	3	3.3	3.2	3.2	3	3.2	2.9	3	3	2.1	2.8	2.6
中空體積(立方公分)	40	46	46	44	32.8	28.8	32.8	31.5	28	30	32	30
支撐度(克)	359.6	358.8	353	357.1	458.4	400.8	484	447.7	1198	1210	1233	1213
備註	中間有較多氣孔組織				中間有少量氣孔組織				上層氣孔組織較多			



2. 討論分析：

- (1) 由於上次實驗中，高筋麵粉的泡芙並無空心，因此再進行一次實驗，並適當調整蛋液量，結果三種麵粉的泡芙都成功了，內部皆是空心，證明蛋液量應隨著不同種類的麵糊做調整。麵糊吸水量由高至低依序為高筋麵粉、中筋麵粉和低筋麵粉。由此可知蛋白質成分越高的麵糊吸水量也越高。

(2) 由圖 2.1 可知三種麵粉製成泡芙，低筋的中空高度最大，其次是中筋，高筋的最小。

(3) 由圖 2.2 可知三種麵粉製成泡芙，高筋的支撐度最高，其次是中筋，低筋的最低。

低筋泡芙外皮口感偏薄軟，中筋泡芙介於中間，高筋泡芙外皮偏厚硬，較能耐濕氣。

可見筋性弱泡芙膨脹較大、口感較軟；筋性越強，膨脹度越小，外殼則越脆硬。

(4) 由圖 2.3 可知三種麵粉製成的泡芙，低筋泡芙的中空體積最大，其次是中筋，最小的是高筋。

研究四、不同油類(奶油、植物油、動物油)實驗

(一)實驗方法

1. 實驗材料：中筋麵粉 50 克三份、奶油 30 克、動物油(鵝油)30 克、植物油(葵花油)30 克、水 60 克三份、鹽 0.5 克三份、糖 5 克三份和蛋液 57 克三份。
2. 實驗流程：同研究三之二的實驗流程。

(二)實驗結果與討論

1. 實驗結果：

麵粉種類	中筋麵粉		中筋麵粉		中筋麵粉	
油種類	奶油		葵花油		鵝油	
蛋液(克)	57 克	O	57 克	X	57 克	X
烤前重量/個	20 克		20 克		20 克	
烤前照片						
烤後照片						
剖面圖						
上皮厚度(公分)	0.5		充滿氣孔組織 無空心		扁平塌陷 無空心	
下皮厚度(公分)	0.5					
備註：O 表示泡芙有空心，X 表示空心程度差。烤前麵糊重量誤差值±1 克						

2. 討論分析：

- (1) 奶油和動物油(鵝油)的麵糊流動性較佳，但動物油(鵝油)的麵糊因太稀無法定型烘烤，僅取一個樣本烘烤，其內部為實心組織。發現麵糊的流動性會影響泡芙的中空程度。
- (2) 植物油(葵花油)泡芙在烘烤時有起泡的情形，內部較實心，推測**油水沸點不同，麵糰因無法充分糊化以致油脂無法和蛋液乳化，且植物油不含水，油脂過多使麵糊無法完全吸收，而在烘烤時出現油脂過多冒泡的情形。**
- (3) 進行不同麵粉和不同油的實驗後，**發現不同麵粉的蛋白質成分和油脂的含水量會影響麵糊的吸水程度，產生麵糊不同的黏稠度，進而影響泡芙的中空程度，故需因應澱粉筋性程度調整蛋液比例，不宜皆用等量蛋液。**










研究五、調整液體(奶油、水、蛋液)比例實驗




(一)實驗方法

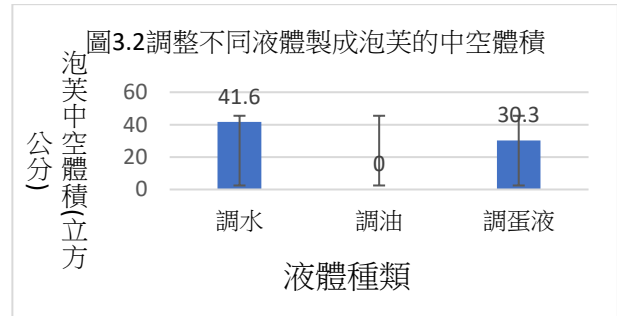
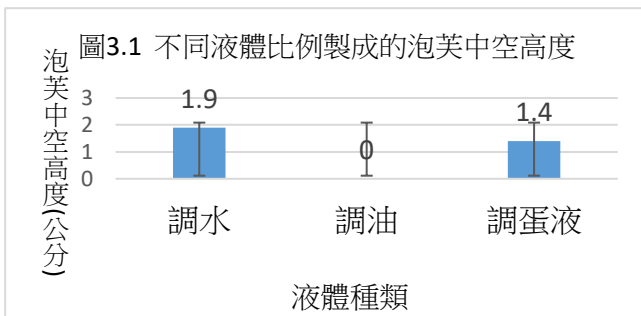
1. 實驗材料：中筋麵粉 50 克三份、**奶油 30 克二份和 40 克一份、水 60 克兩份和 80 克一份、鹽 0.5 克三份、糖 5 克三份和蛋液(麵糊調至倒三角形)。**
2. 實驗流程：同研究三之二的實驗流程。

(二)實驗結果與討論

1. 實驗結果：

液體種類 比例	調水		調油		調蛋液	
	水/油(克)					
水/油(克)	80 / 30		60 / 40		60 / 30	
蛋液(克)	56	O	50	X	54	O
倒三角						
烤前照片						
烤後照片						

剖面圖			
上皮(公分)	0.4	中間都是氣泡組織	0.6
下皮(公分)	0.5		0.5
中空高度(公分)	2		2
中空體積(立方公分)	41.6	無	30.3
特性	麵糊濕度高，膨脹係數較大，外皮較軟	麵糊較滑順	頂部破裂較明顯
口感	外酥內軟	內部綿密	內部較硬
備註：O 表示泡芙有空心，X 表示空心程度差。烤前麵糊重量誤差值±1克			



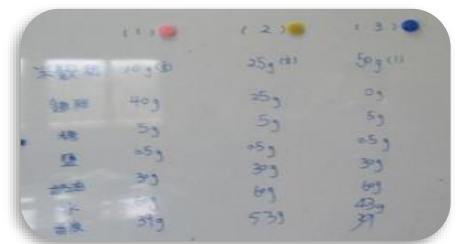
2. 討論分析：

- (1) 由圖 3.1 可知，增加配方水量的泡芙中空高度最大，其次是增加蛋液，增加油量會因為麵糊無法完全吸收而有殘餘的油，且水分減少，導致泡芙無法膨脹且充滿氣孔組織。
- (2) 增加水量，雖可增加麵糊濕度，加大膨脹係數，但蛋液量不變，蛋白質含量不足以支撐泡芙體，所以泡芙外皮會較軟。
- (3) 蛋液的蛋白質含量會影響泡芙的口感，蛋液量越高，則泡芙皮越硬。
- (4) 由圖 3.2 可知，調整水的泡芙的中空體積最大，其次是調整蛋液的泡芙。

研究六、不同比例米穀粉(蓬萊米粉)實驗

(一)實驗方法

1. 實驗材料：中筋麵粉 25 克和 40 克、蓬萊米粉 10 克、25 克和 50 克、奶油 30 克三份、水 60 克三份、鹽 0.5 克三份、糖 5 克三份和蛋液(調至倒三角)。



2. 實驗流程：同研究三之二的實驗流程。

(二)實驗結果與討論

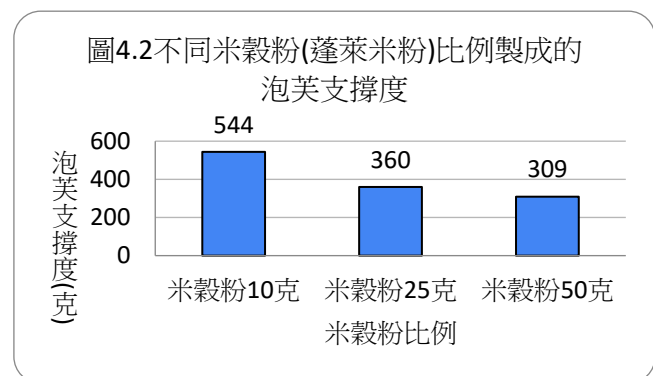
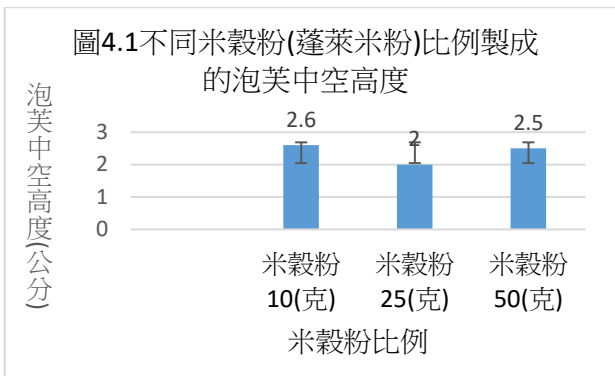
1.實驗結果：

澱粉比例	蓬萊米粉10克			蓬萊米粉25克			蓬萊米粉50克		
	中筋麵粉40克			中筋麵粉25克			中筋麵粉0克		
蛋液(克)	1.	39克	X	1.	23克	X	1.	43克	X
	2.	50.1克	O	2.	53克	O	2.	39克	X
	到此實驗完成			到此實驗完成			3.	51.3克	O
烤前重量/個 (誤差值±1克)	20克			20克			20克		
烤前照片	1.								
	2.								
	3.	到此實驗完成		到此實驗完成					
烤後照片	1.					失敗			
	2.								
	3.	到此實驗完成		到此實驗完成					

剖面圖	1.			失敗
	2.			
	3.	到此實驗完成	到此實驗完成	
備註：O 表示泡芙有空心，X 表示空心程度差。烤前麵糊重量誤差值±1克 因為使用米穀粉50克和蛋液43克的實驗操作有誤，故不採用。				

實驗項目	1	2	3	4	5				
蓬萊米粉(克)	50	10	25	10	50				
中筋麵粉(克)	0	40	25	40	0				
蛋液(克)	39	50.1	53	39	51.3				
烤後平均/個	15.4	13.6	14.5	14.1	14				
上皮(公分)	實心 X	次數	數據	次數	數據	次數	數據	次數	數據
		1	1.5	1	2	1	1.17	1	1.5
		2	1.6	2	1.5	2	1.2	2	2
		3	0.5	3	2	3	1.3	3	2
平均(公分)	實心 X	1.2		1.8		1.4		1.8	
中空高度 (公分)	實心 X	次數	數據	次數	數據	次數	數據	次數	數據
		1	2.5	1	2.2	1	1.3	1	3
		2	2.4	2	2.3	2	1.3	2	2.1
		3	3	3	1.6	3	1.4	3	2.3
平均(公分)	實心 X	2.6		2		1.3		2.5	
下皮(公分)	實心 X	次數	數據	次數	數據	次數	數據	次數	數據
		1	0.2	1	0.4	1	0.5	1	0.1
		2	0.2	2	0.6	2	0.8	2	0.1
		3	0.5	3	2.4	3	0.4	3	0.1
平均(公分)	實心 X	0.3		1.1		0.6		0.1	
中空體積 (立方公分)	無	次數	數據	無	無	無	無	次數	數據
		1	37					1	40
		2	39					2	40
		3	35					3	41

平均 (立方公分)	無		37		無		無		40.3	
支撐度(克)	次數	數據	次數	數據	次數	數據	次數	數據	次數	數據
	1	165	1	547	1	379	1	202	1	507
	2	301	2	546	2	377	2	242	2	203
			3	539	3	324	3	161	3	219
平均(克)	233		544		360		202		309	



1. 討論分析：

- (1)蓬萊米粉 25 克加入蛋液 23 克的麵糊表面出油且顆粒不平整，推測是麵粉未完全糊化，因此再重做。
- (2)發現米穀粉須充分糊化，否則烘烤時會出現油脂，且泡芙不易膨脹。
- (3)發現蛋液比例會影響泡芙膨脹度，如果蛋液量不足，泡芙體會堅硬且充滿氣孔組織。
- (4)從圖 4.1 可知麵粉和蓬萊米粉比例 4:1 的泡芙中空高度 2.6 公分最大，其次是全蓬萊米粉 2.5 公分，中空高度最小的是麵粉和蓬萊米粉各半，僅 2 公分。此外，全蓬萊米粉的泡芙中空體積最大，因此可用全蓬萊米粉取代中筋麵粉製作泡芙。
- (5)由圖 4.2 可知，麵粉和蓬萊米粉比例 4:1 的泡芙支撐度最佳，為 544 克，其次是麵粉與蓬萊米粉各半，為 360 克，支撐度最差的是全蓬萊米粉，僅 309 克。




研究七、不同種類液體實驗

(一)實驗方法

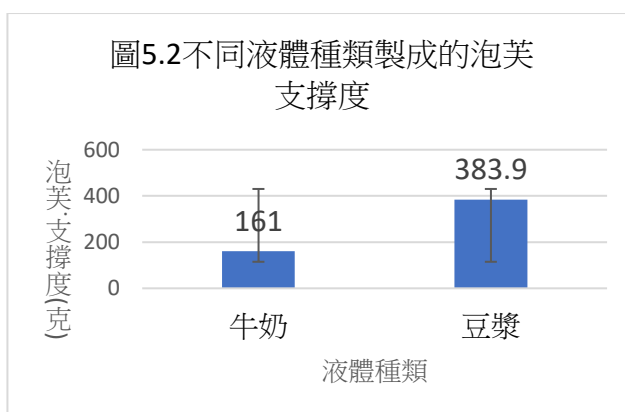
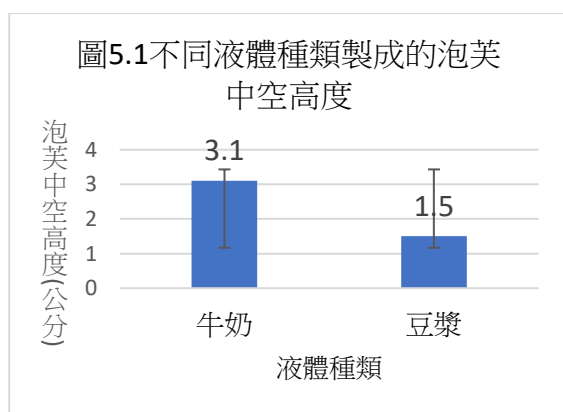
- 1.實驗材料：中筋麵粉 50 克兩份、奶油 30 克兩份、無糖豆漿 60 克、牛奶 60 克、鹽 0.5 克兩份、糖 5 克兩份和蛋液(調至倒三角)。
2. 實驗流程：同研究三之二的實驗流程。

(二)實驗結果與討論

1. 實驗結果：

麵粉種類	中筋麵粉 50 克			
液體(克)	牛奶 60		豆漿 60	
蛋液(克)	25.2	53	39.8	62
	O	O	X	O
倒三角				
烤前照片				
烤後照片				
剖面圖			中心充滿氣孔組織 無空心	

備註：O 表示泡芙有空心，X 表示空心程度差。烤前麵糊重量誤差值±1 克



2. 討論分析：

(1) 我們發現將奶油、豆漿和牛奶先分開加熱，再混合攪拌後煮滾，比較不會噴。

(2) 第一次的豆漿泡芙用了蛋液 39.8 克，牛奶泡芙用了蛋液 25.2 克，跟之前水 60 克的比例(蛋液 53 克)比起來相差很多，推測是未達糊化溫度，導致麵糰無法充分吸收水分。

(3)發現第一次的泡芙不太成功，豆漿泡芙完全實心，而牛奶泡芙切開三個也只有一個空心，由於泡芙中間都是氣泡組織，無法測量外皮的厚度，於是進行第二次實驗。

(4)從文獻中得知豆漿到達沸點前會有很多小氣泡，需要繼續加熱 3 分鐘，為免加熱時水分流失，先將豆漿煮沸，奶油先煮融化，然後取 60 克熱豆漿加入熱奶油中煮滾。豆漿煮沸時表層會凝結薄膜，需要過濾掉。



研究八、不同米穀粉實驗(在來米粉、糯米粉、蓬萊米粉)










(一)實驗方法


1.實驗材料：米穀粉(在來米粉、糯米粉、蓬萊米粉)各 50 克、鹽 0.5 克三份、糖 5 克三份、水 60 克三份、奶油 30 克三份和蛋液(調製倒三角)。

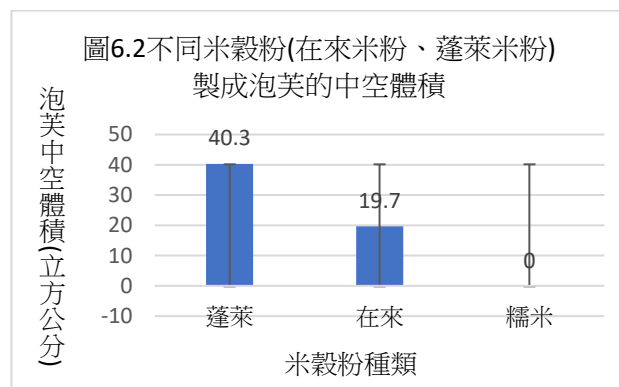
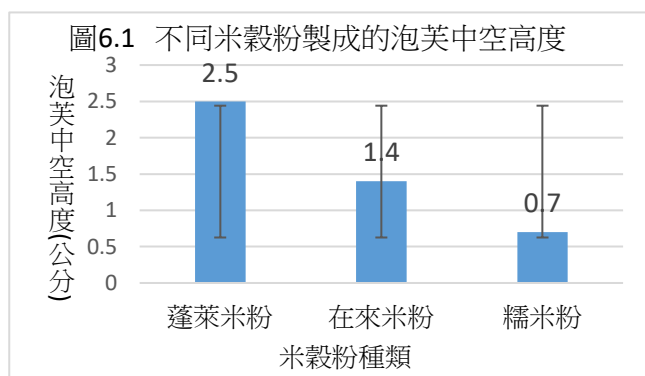
2. 實驗流程：同研究三之二的實驗流程。

(二) 實驗結果與討論

1. 實驗結果：

米穀粉類別	在來米粉		糯米粉		蓬萊米粉	
蛋液(克)	52	0	47.6	X	51.3	0
倒三角						
烤前照片						
烤後照片						

剖面圖						
特性	麵糊有顆粒狀	外皮較軟 麵糊具高延展性	上層氣孔組織較多 下皮薄、空心大			
上皮(公分)	1.1	0.1	1.8			
中空高度(公分)	1.4	0.7	2.5			
中空體積 (立方公分)	次數	數據	次數	數據		
	1	19	無	1	40	
	2	20		2	40	
	3	20		3	41	
平均 (立方公分)	19.7		無		40.3	
下皮(公分)	0.5	無(多為氣孔組織)		0.1		
口感	外偏軟內濕潤	外薄軟內濕黏		外皮酥薄內鬆軟		
備註：○表示泡芙有空心，X表示空心程度差。烤前麵糊重量誤差值±1克						



1. 討論分析：

- (1)在來米粉糊的外觀看起來有顆粒，原本擔心會出油，但沒有。
- (2)糯米粉糊不吸油，需攪拌充足讓油完全被吸收，吸收完蛋液的麵糊光滑且具高延展性。
- (3)米穀粉加入蛋液前易結塊，加蛋液後須不斷翻壓拌直到呈倒三角狀態。
- (4)在來米粉泡芙外皮較軟，彈性佳(壓了會回復)。
- (5)糯米粉泡芙蛋液比例最低，只有一個有空心，其餘中心皆有麵包組織，表面有光澤，



無裂痕，呈不規則狀，被壓後不會彈回原本的高度。

(6)從圖 6.1 可知蓬萊米粉的泡芙中空高度 2.5 公分最大，其次是在來米粉 1.4 公分，而中空度最小的是糯米粉，僅 0.7 公分。由上可知蓬萊米粉的中空高度最佳，適合製作空心泡芙。

(7)從圖 6.2 可知蓬萊米粉的泡芙中空體積 40.3 立方公分最大，其次是在來米粉 19.7 立方公分。由上可知蓬萊米粉的中空體積最佳，適合製作空心泡芙。



蛋液比例會影響泡芙膨脹體積的大小

研究九之一、應用常見食材製作泡芙體實驗

(一)實驗方法

- 1.實驗材料：水60克三份、中筋麵粉和色粉(中筋麵粉47克和可可粉3克、中筋麵粉47克和抹茶粉3克)、中筋麵粉50克兩份、無糖豆漿60克、石榴汁60克、鹽0.5克三份、糖5克三份、無鹽奶油30克四份和蛋液調至倒三角形。
- 2.實驗流程：同研究三之二的實驗流程。


(二) 實驗結果與討論

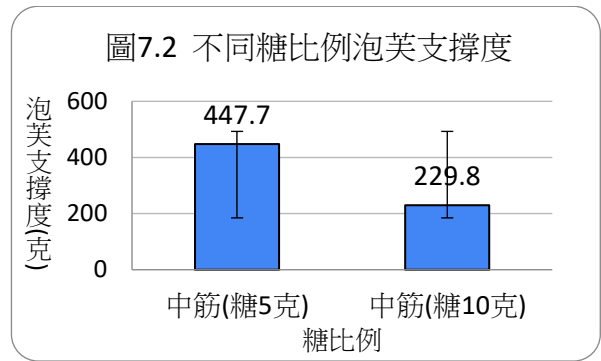
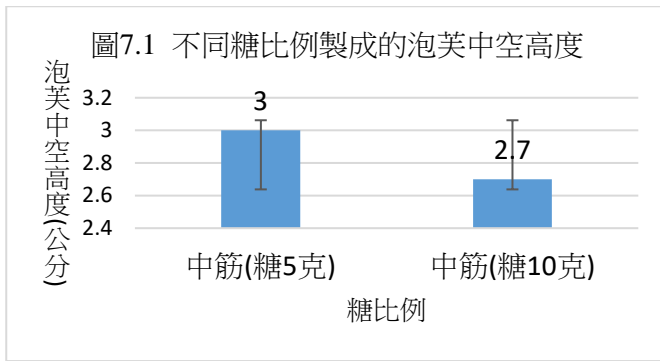
1. 實驗結果：

食材項目	可可粉3克	抹茶粉3克	豆漿60克	石榴汁60克
蛋液倒三角				
烤前				

烤後					
剖面圖					
觀察項目	食材(克)	可可粉3	抹茶粉3	豆漿60	石榴汁60
		蛋液47.1	蛋液50.1	蛋液37.3	蛋液7.7
特性	內部許多小洞	內部緊實	內部緊實	內部緊實	
上皮平均(公分)	0.7	1	1.2	0.8	
下皮平均(公分)	0.7	1.3	0.3	0.6	
中空高度平均(公分)	2.1	無	0.5	無	
中空體積(cm ³)	19.8	無	無	無	
口感	較軟	內部較硬	內部緊密	較乾	

2. 討論分析

- (1) 抹茶泡芙烤前的麵糊有顆粒，表面凹凸不平，推測是油水未達糊化溫度或是攪拌不完全，須再重製。
- (2) 麵糊以可可粉和抹茶粉三克取代麵粉，推測因蛋白質成分降低，泡芙外皮變軟，口感像麵包，需要降低顏色粉的用量，之後實驗改用一克顏色粉。
- (3) 以石榴汁替代水製作泡芙，發現其本身含糖量高，糊化後的麵糊較稀，易塌陷不易成型，成品扁平無空心，口感酥脆、酸甜像餅乾。
- (4) 因糖量問題，進一步做了兩種糖量比例(5克和10克)的實驗，如下圖7.1和7.2，發現糖量越高，泡芙的中空高度越差，支撐度也降低將近二分之一。如要用果汁取代水製作泡芙，可能需要稀釋以降低含糖量。



研究九之二、應用常見食材製作泡芙體

(一)實驗方法

1.實驗材料：水60克兩份、高筋麵粉和色粉 (麵粉49克和可可粉1克、麵粉49克和抹茶粉1克)、中筋麵粉50克和無糖豆漿60克、鹽0.5克三份、糖5克三份、奶油30克兩份、葵花油30克和蛋液調至倒三角形。

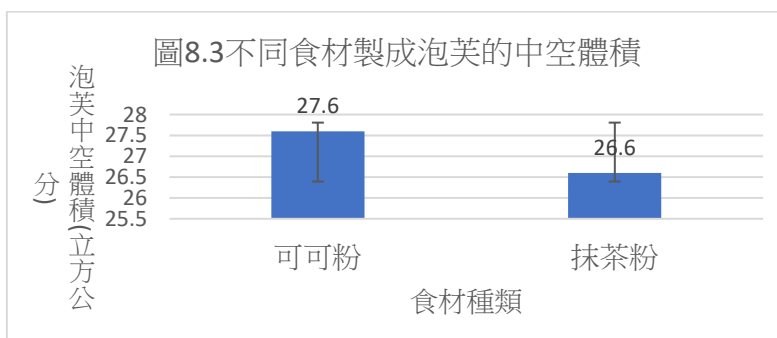
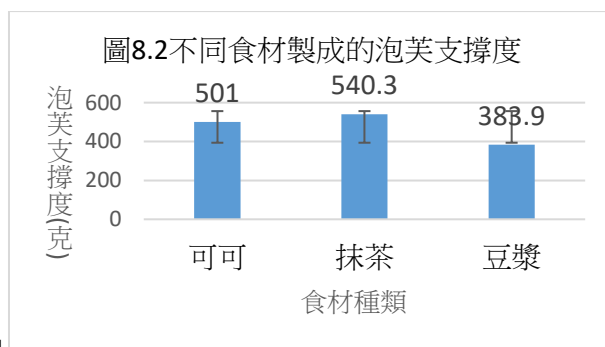
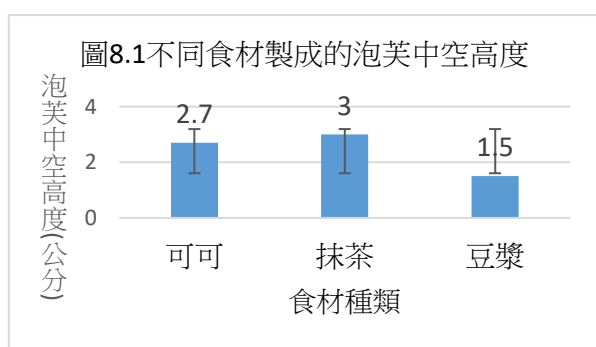
2.實驗流程：同研究三之二的實驗流程。

(二) 實驗結果與討論

1. 實驗結果：

食材項目	可可粉1克	抹茶粉1克	豆漿60克
蛋液倒三角			
烤前			
烤後			
剖面圖			
	可可粉1克	抹茶粉1克	豆漿60克

觀察項目	高筋麵粉	高筋麵粉	中筋麵粉
	蛋液50克	蛋液50克	蛋液62克
	植物油30克	奶油30克	奶油30克
烤後均重(克)	12.5	12.2	13.2
特性	內部空心	內部空心	內部有一些空心
上皮平均(公分)	0.7	1	1.2
下皮平均(公分)	0.7	1.3	0.3
中空高度平均(公分)	2.7	3.0	1.5
中空體積平均(立方公分)	27.6	26.6	無
平均支撐度(克)	501	540.3	383.9
口感	濕潤度介於中間	較濕潤	較乾、有脆度



2. 討論分析

- (1) 因無鹽奶油內含14%~16%的水分，而植物油近乎全是油脂，從泡芙烘烤後的均重顯示麵糊內的奶油水分蒸發了，故奶油製成的泡芙重量較植物油做成的稍微輕0.3克。

- (2) 由圖8.1和圖8.2可知不同食材製成的泡芙，抹茶泡芙的中空高度和支撐度皆優於可可泡芙，而豆漿泡芙數據最差。推測豆漿因主成分有植物性蛋白質，糊化時需要較多蛋液，因此蛋液量最多，為62克，且因有碳水化合物，導致膨脹效果差，中空高度和支撐度皆為最差。
- (3) 由圖 8.3 可知，**可可粉製成的泡芙中空體積最大**，其次是抹茶粉製成的泡芙。

肆、討論

- 一、製作泡芙時，**關鍵之一是要將澱粉燙熟**。澱粉燙熟後會產生糊化作用，變得容易吸收水分，且澱粉糊化後可**包覆空氣**，烘烤時麵糰內的水份會產生水蒸氣，此壓力會將表皮撐開，**充足的水分可促使泡芙膨脹呈中空狀態**。
- 二、**麵糊糊化後期添加的蛋液量是泡芙中空狀態的關鍵條件之二**。麵糊太濕擠壓出的麵糊不會挺立，烤出來的泡芙呈扁平塌陷，口感偏軟。麵糊太乾，水份不足以讓表皮膨脹，因此泡芙體積不大，表皮較厚，內部呈實心且孔洞小，口感扎實。**以本研究而言，奶油、水、麵粉和蛋液的最佳比例為 1： 2： 1.67： 1.75**。
- 三、**泡芙成功的關鍵之三是麵糊加入蛋液的溫度需低於 60℃**，蛋液需分次加入麵糊(三至五次)，避免一次大量加入，讓麵糊溫度急速下降，少量加入可讓麵糊和蛋液充分混合，直到麵糊達到乾濕的最佳狀態約 32℃。可用攪拌棒從**麵糊中拉起呈倒三角形**，**尖端需離底部約 4 公分**，且保持形狀不滴落(蛋液 200 克的麵糊可達到此拉伸力)。
- 四、調整泡芙成分中的液體比例，**發現在糊化時增加水量的泡芙體**；增加油量時，麵糊會無法完全吸附油脂，導致泡芙在烘烤時不斷冒出油泡，泡芙不易膨脹，呈現實心狀態；只有增加蛋液的泡芙體效果最好，呈現完美的中空狀態。
- 五、**麵糊擠壓時，需離烤盤約 1 公分高**，**擠花袋口和烤盤呈垂直狀態**，擠到後面可用刮板向袋口刮平，減少損耗；**泡芙尖端可沾水抹平**，以免太接近熱源而烤焦了。
- 六、**泡芙烤制的溫度和時間也是關鍵條件**，**兩階段溫度烤製可幫助泡芙完美定型與上色**。因應不同烤箱會有不同的溫度條件，建議一開始用上下火 200℃的高溫烤焙 20 分鐘，觀察泡芙的狀態，如果顏色呈米白色太淺，之後可調高烤溫，如果已呈米黃色，則溫度是適中的，第二階段下火可降溫至 10 或 20 度加烤 10 分鐘最後再打開烤箱使有縫隙，悶十分鐘後再取出放涼。第一階段的高溫烘烤可讓麵糊內的水蒸氣迅速爆發，讓泡芙體膨脹。定型後，降溫至 200 度，讓泡芙的水分烤乾，泡芙出爐後才不會塌陷。可視表皮顏色考慮是否調升上火烤溫使泡芙表皮上色，增加酥脆度，表面呈黃褐色即可出爐。烤製過程前 20 分鐘，一定不能打開烤箱，因為膨脹中的泡芙如果溫度驟降，會塌陷下去。

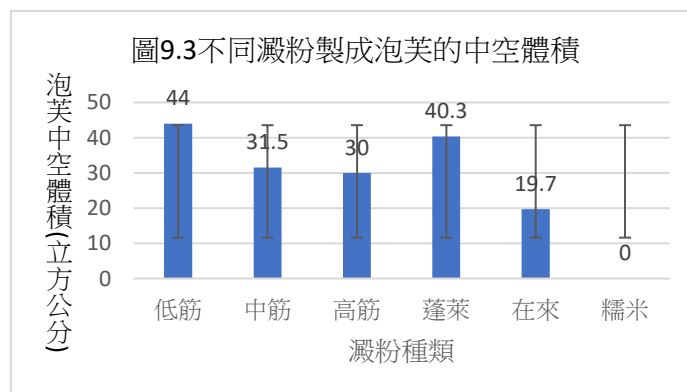
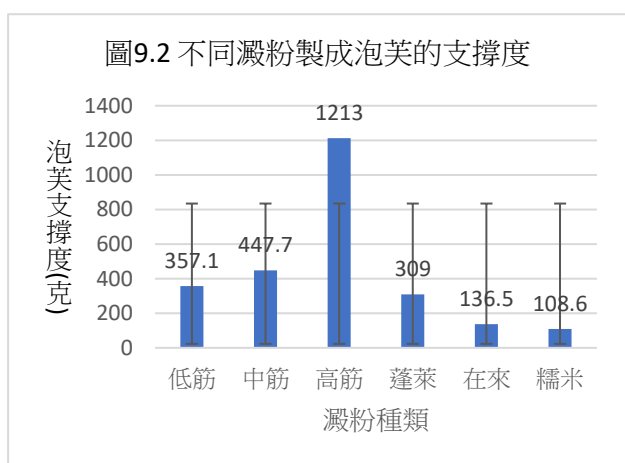
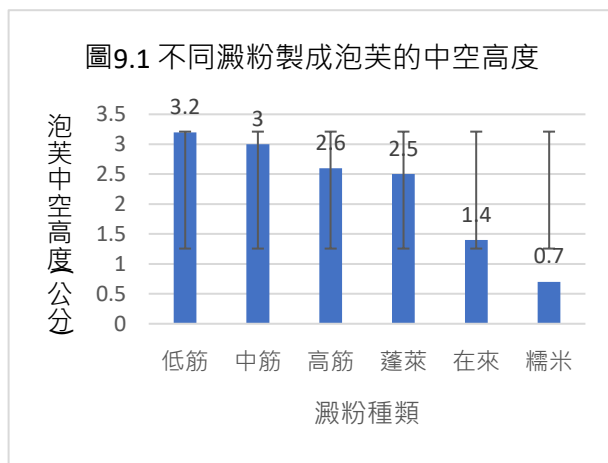
第一階段至少要烤製 20 分鐘，等泡芙定型後，可打開檢查泡芙底部色澤再決定是否調整下火的烤溫或調整烤盤位置，最後烤箱開小縫隙慢慢降溫，目的是讓泡芙內部水氣慢慢蒸發不殘餘濕氣。

七、將全數製作的泡芙體計算外皮厚度的平均值，上皮為 0.7 公分，下皮為 0.3 公分，證明泡芙是下皮薄、上皮厚。泡芙上皮普遍比下皮要厚，第二階段考程下火烤溫調降約 10 °C 可讓泡芙底部色澤適中，也可將烤盤調整放至上層，讓上皮上色均勻。

八、從研究結果綜合 9.1 下圖可知，低筋麵粉製成的泡芙中空高度最佳，其次依序為中筋麵粉、高筋麵粉和蓬萊米粉，在來米粉和糯米粉較差；蓬萊米粉泡芙的中空高度 2.5 公分近似高筋麵粉的 2.6 公分，支撐度 309 克近似低筋麵粉 357.1 克，故可用蓬萊米粉取代麵粉製作空心泡芙，以本研究而言，奶油、水、米粉和蛋液的最佳比例為 1 : 2 : 1.67 : 2.37。

九、從 9.2 下圖可知，高筋麵粉製成的泡芙支撐度最佳，其次依序為中筋麵粉、低筋麵粉和蓬萊米粉，在來米粉和糯米粉較差。

十、從下圖 9.3 可知，低筋麵粉製成的泡芙中空體積最佳，其次依序為蓬萊米粉、中筋麵粉和高筋麵粉，在來米粉和糯米粉較差，故可用蓬萊米粉取代中筋麵粉製作空心泡芙，



伍、結論

- 一、以本研究的泡芙配方比例而言，蛋液量應控制在 50 至 55 克之間，56 克之後麵糊較稀，超過 60 克的麵糊會太稀，低於 50 克會太乾，導致泡芙膨脹度不佳。因此，**奶油、水、麵粉和蛋液的最佳比例為 1：2：1.67：1.75。**
- 二、**麵糊的流動性會影響泡芙的膨脹程度**，蛋液量應根據麵糊狀態而調整，以 4 份食材的配方，**約加 200 克蛋液的麵糊拉伸力可刮起呈倒三角形(約 4 公分高)為最佳狀態。**
- 三、**麵粉中蛋白質成分不同會影響麵糊的吸水程度**，蛋白質成分越高的麵糊吸水量也越高。以三種麵粉(低筋、中筋和高筋)製成泡芙，低筋的中空狀態最大，其次是中筋，高筋的最小；高筋的支撐度最高，其次是中筋，低筋的最低。
- 四、研究發現**不同油脂的含水量會影響麵糊的吸水程度**，讓麵糊產生不同的黏稠度，進而影響泡芙的中空程度。
- 五、調整配方中液體(奶油、水、蛋液)的比例，**增加水量的泡芙中空高度最佳**，其次是增加蛋液量，**增加油量會因麵糊無法完全吸收而有殘餘的油**，導致泡芙不易膨脹且無空心，而**增加蛋液量的泡芙支撐度最佳。**
- 六、以蓬萊米粉替換中筋麵粉製作泡芙，**麵粉和米粉比例 4:1 的泡芙中空高度最佳**，其次是**全米粉**，中空高度最小的是麵粉和米粉各半；**麵粉和米粉比例 4:1 的泡芙支撐度最佳**，其次是麵粉與蓬萊米粉各半，支撐度最差的是全米粉。
- 七、以牛奶和豆漿取代水製作泡芙，**牛奶泡芙的中空程度較豆漿泡芙佳**，內部為空心；豆漿泡芙的中空程度較差，內部都充滿氣孔組織，無空心。
- 八、比較在來米粉、糯米粉和蓬萊米粉製作的泡芙，**蓬萊米粉的泡芙中空程度最佳**，其次是在來米粉，中空高度最差的是糯米粉，**可用蓬萊米粉取代麵粉製作空心泡芙。**
- 九、**應用常見食材製作泡芙體**，以可可粉和抹茶粉三克取代麵粉，因蛋白質成分降低，導致支撐度不足而無法空心，**需要降低顏色粉的用量**，麵粉和色粉比例為**49：1。**
- 十、綜合計算研究中泡芙的上、下皮厚度，可知泡芙上皮比下皮厚，**烤箱溫度除了需要分兩階段烤程讓泡芙上色均勻**，建議第二階段下火烤溫至少調降 10℃，以免烤焦了。
- 十一、所有粉類實驗中，**泡芙中空體積由高而低依序是低筋麵粉、蓬萊米粉和中筋麵粉。**

陸、未來展望

在製作泡芙過程中，我們嘗試以米穀粉取代麵粉製作泡芙，未來希望可以增加不同澱粉種類如芋頭粉等，繼續研發使用在地食材製作泡芙，以紅麴粉、南瓜泥和時令果汁等融入泡芙體，應用生活中的天然食材增添泡芙體風味，讓泡芙更繽紛可口。

這次進行泡芙的探究，讓我們知道櫥窗裡的泡芙得來不易，甜點師傅需要掌握配方中食材的特性，製作技巧和器材機具的應用，環環相扣，才能做出賣相佳又餡料飽滿的泡芙，關於泡芙，還有很多待答的問題等我們繼續探究，如麵糊冷藏後退冰回到常溫是否可以做出和剛拌好的麵糊一樣的泡芙？如何延緩泡芙皮變軟？如何做出更酥脆的泡芙？希望我們能繼續研究，發現更多關於泡芙的秘訣，烤出滿滿的幸「芙」。

柒、參考文獻

- 一、陳美婷(2017年12月8日)。奶油空心餅。陳美婷的家政教室 FB。
- 二、不萊噠(2016年9月19日)。23個烤出完美泡芙秘訣。取自：<https://reurl.cc/6Q07Zd>
- 三、烘焙找材料(2019.11.11)。閃電泡芙？修女泡芙？傻傻分不清楚 X 我的泡芙為什麼會塌會失敗？取自：<https://www.heybaker.com/blog/posts/puff>
- 四、特密絲(2020年10月12日)。烤泡芙不塌陷的方法。取自 <https://reurl.cc/krYYKx>
- 五、維基百科(2024年2月14日)。泡芙。取自 <https://reurl.cc/13Wg69>
- 六、中文百科。泡芙(西式甜點)。取自 <https://reurl.cc/zlke8N>。
- 七、claire(2021年8月4日)。一次搞懂米粉小泡芙的製作原理。取自 <https://reurl.cc/mMN2NI>
- 八、楊語芸(2021年10月28日)。翻轉米食的秘密武器，米穀粉出擊！低卡少油無麩質，專業指南大公開。取自 <https://reurl.cc/4jVGeV>。
- 九、鍾憶明(2019年5月15日)。以米穀粉取代麵粉！究竟米穀粉是何方神聖？摘自《米穀粉的無麩質烘焙料理教科書》。取自 <https://reurl.cc/mrKNOG>。
- 十、中山弘典(2009年3月)。《用科學方式瞭解糕的「為什麼？」》。大境文化。

說明書中除了第3頁引用之圖片外，其餘照片皆為作者自行拍照或製作。

【評語】 082908

1. 本研究找出低筋、中筋、高筋麵粉在不同蛋液條件下均能成功製作出泡芙，以及利用蓬萊米粉也可以成功製作，差異在口感，但能滿足不同族群人對於泡芙的期待。
2. 發酵過程需要適當控制溫度和氧氣供應，但實驗條件下可能難以精確控制這些變數，從而影響結果的穩定性和重現性，實驗條件的細節（如麵糊溫度、蛋液加入速度等）記錄不夠詳細，可能影響實驗的可重複性和結果的精確性。另外實驗條件也需考慮其他可能對泡芙效果有影響的特殊材料或添加劑。

作品簡報

烤出滿滿的幸「糕」
探討泡芙空心的秘訣



摘要

影響泡芙空心的因素有澱粉糊化和筋性、配方水分和油脂含量及烤溫。本研究發現奶油、水、麵粉和蛋液最佳比例為1：2：1.67：1.75。麵糰糊化後應降溫至60℃以下再分次加入蛋液，4份食材蛋液量200克的麵糊拉伸力刮起呈倒三角形(約4公分)為最佳狀態。澱粉蛋白質成分越多麵糊吸水量越高，低筋麵粉泡芙中空狀態最佳，高筋麵粉泡芙支撐度最高；油脂越多泡芙中空高度越小，支撐度越大。增加蛋液量的泡芙支撐度最佳。麵粉和蓬萊米粉比例4:1的泡芙中空高度最大；米穀粉以蓬萊米粉泡芙中空高度最佳，可取代麵粉製作空心泡芙，其奶油、水、米粉和蛋液最佳比例為1：2：1.67：2.37。麵粉和色粉比例為49：1的泡芙中空高度較佳。需分兩階段烤程讓泡芙上色均勻。

一、研究動機

我們常在商店及賣場看到一顆顆看起來美味可口的泡芙，每當吃到餡料飽滿、一口咬下就爆漿的泡芙，就會感到無比幸福。所以我們對泡芙的配方與做法感到很好奇，想了解泡芙中空的原因，目前沒有看過針對泡芙的相關研究或純原理書，通常是在食譜中參雜一點，或是糕點書中的一個篇章，因此我們想透過本研究探討泡芙空心的秘訣，成為未來增進泡芙研發的相關研究文獻。此外，市售泡芙主要以麵粉製作，如能使用無麩質米穀粉製作泡芙，不僅能推廣台灣在地米食應用，也能讓過敏體質者可以安心享用低卡無麩質的米泡芙。

二、研究目的



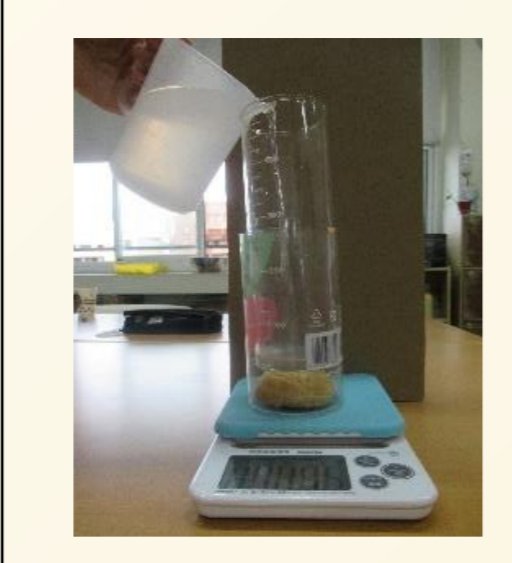

- (一) 探討蛋液比例對於泡芙體中空狀態的影響
- (二) 探討麵糊倒三角對於泡芙體中空狀態的影響
- (三) 探討不同種類麵粉(低筋、中筋、高筋)對於泡芙體中空狀態的影響
- (四) 探討不同種類油脂(奶油、植物油、動物油)對於泡芙體中空狀態的影響
- (五) 探討調整不同液體(奶油、水、蛋液)比例對於泡芙體中空狀態的影響
- (六) 探討米穀粉(蓬萊米粉)比例對於泡芙體中空狀態的影響
- (七) 探討不同種類液體(牛奶、豆漿)對於泡芙體中空狀態的影響
- (八) 探討不同種類米穀粉(蓬萊米粉、在來米粉、糯米粉)對於泡芙體中空狀態的影響
- (九) 應用常見食材(抹茶粉、可可粉、石榴汁)製作泡芙體

貳、泡芙體測試標準與製作流程

一、泡芙麵糊的黏滯性(拉伸力)

					
1.將麵糊填滿高6cm的透明立體公升盒(約600cm ³)。	2.將攪拌棒垂直插入麵糊中心	3.將砝碼慢慢放入盒中直至拉起麵糊中的攪拌棒並拍攝過程	4.砝碼秤重計算麵糊的拉伸力	5.麵糊倒三角拍照並計算高度	6.用刮刀刮起麵糊成倒三角拍照對照

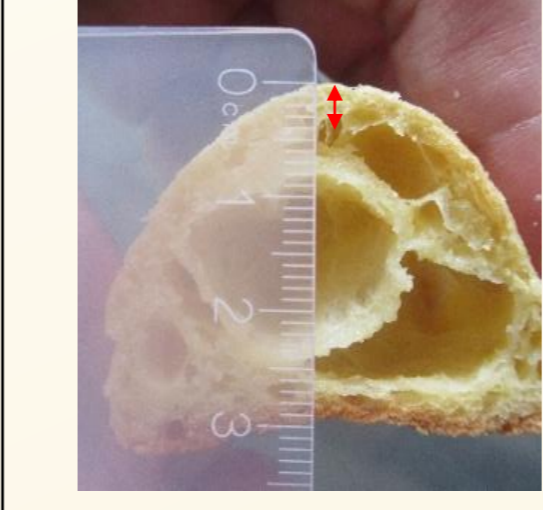
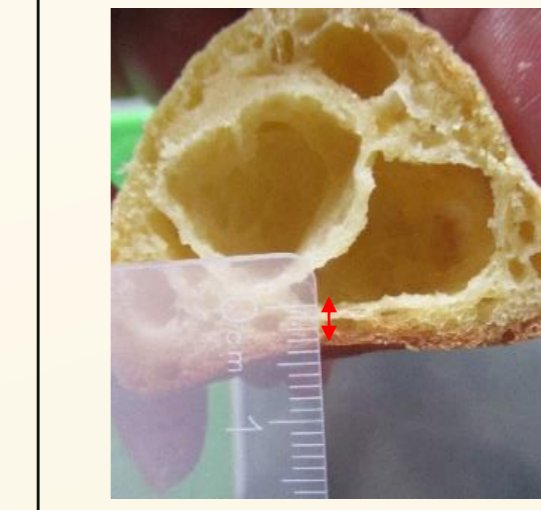
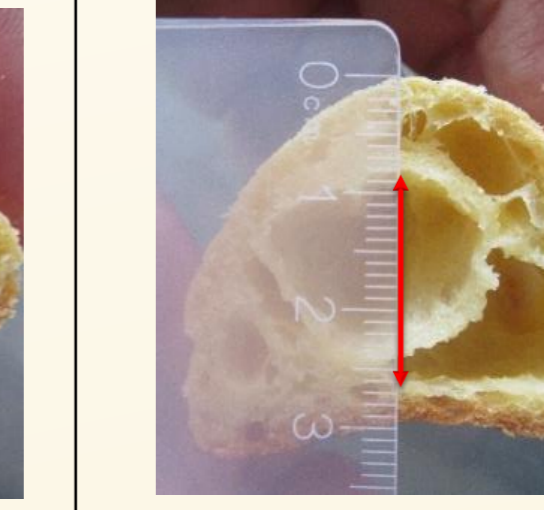
三、泡芙體的支撐度

			
1.泡芙放入中空柱體，電子秤歸零。	2.放入空的玻璃量筒。	3.逐量加水(每次加50克停5秒鐘)。	4.觀察到泡芙下陷時停止加水並計重。

五、實驗操作流程圖

				
1.所有食材先秤重	2.白板紀錄	3.奶油先加熱然後加入熱水、鹽和糖煮至大滾	4.開中火加入麵粉壓拌成糰，到鍋底有層薄膜時離火靜置	5.麵糰測溫直到低於60℃
				
6.蛋液分次加入麵糰，每次以1/2的蛋液量加入	7.刮刀拉起麵糊成倒三角約4公分	8.最後用攪拌機攪打均質麵糊，刮刀拌勻。	9.烤前麵糰測溫約32℃	10.用刮刀將麵糊刮淨裝入擠花袋
				
11.麵糊裝入擠花袋用刮板推到頂端	12.麵糊擠在電子秤歸零的烘焙紙上	13.每個泡芙麵糊秤重20克	14.沾水抹平泡芙麵糊尖端	15.進烤箱前在泡芙麵糊表面水平噴水
				
16.烤箱上下火230℃預熱1小時，放中下層計時烘烤20分鐘。	17.然後調降下火成210℃，烤盤移至上層烤10分鐘。	18.最後烤箱開縫約8公分悶10分鐘。	19.出爐後放涼	20.剖開檢測

二、泡芙體外皮厚度與中空高度

		
測量泡芙體上皮	測量泡芙體下皮	測量泡芙體中空程度

四、泡芙體的中空體積

					
1.將烤好的泡芙放涼用鋸齒刀剖半，去除內部氣孔組織。	1.以湯匙挖起玻璃珠放入剖半的泡芙體內(各兩半)。	3.用湯匙底部刮平泡芙剖面的表層。	4.把兩半泡芙內的玻璃珠用水彩筆全數敲入燒杯。	5.將燒杯內的玻璃珠倒入有刻度的量筒。	6.再觀看量筒刻度得到體積(1 mL = 1 cm ³)



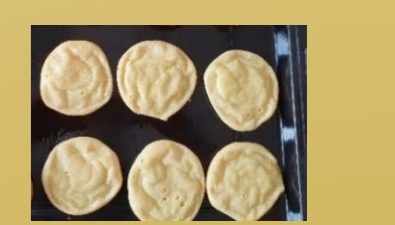



參、研究過程

研究一之1、探討蛋液比例對泡芙體中空狀態的影響

實驗過程：

1. 實驗材料：中筋麵粉50克三份、奶油30克三份、水60克三份、鹽0.5克三份、糖5克三份，蛋液為50克、55克和60克。
2. 實驗流程：三台烤箱上火220℃，下火190℃先預熱1小時，烤箱上火220℃，下火190℃，烤約30-40分鐘(依泡芙上色程度調整時間)，步驟同實驗操作流程。

結果與發現：

麵粉種類	中筋麵粉		中筋麵粉		中筋麵粉	
	50克	O	55克	O	60克	X
蛋液(克)	50克	O	55克	O	60克	X
烤前重量/個	20克		20克		20克	
烤後照片						
剖面圖						

備註：O表示泡芙有中空，X表示空心程度差。烤前麵糰重量誤差值±1克

- ◆ 加入蛋液50克和蛋液55克的泡芙有成功膨脹，且表面有一些小洞及裂痕，而加入蛋液60克的泡芙麵糊較稀，泡芙扁平塌陷，不易膨脹，沒有中空狀態。
- ◆ 想進一步了解蛋液低於50克的泡芙空心狀態如何，於是接著進行第二個蛋液比例實驗。

研究一之2、探討蛋液比例對泡芙體中空狀態的影響

實驗過程：

1. 實驗材料：蛋液為45克、50克和55克，其餘材料同研究一之1。
2. 實驗流程：同研究一之1之實驗流程。

結果與發現：

麵粉種類	中筋麵粉		中筋麵粉		中筋麵粉	
	蛋液(克)		蛋液(克)		蛋液(克)	
蛋液(克)	45克	X	50克	X	55克	O
烤前重量/個	20克		20克		20克	
烤後平均重量(克)	15克		15.1克		15.3克	
烤前照片						
烤後照片						
剖面圖						

備註：O表示泡芙有空心，X表示空心程度差。烤前麵糊重量誤差值±1克。

- ◆ 烤箱上下火溫度可能需要分兩階段烤程，泡芙上色會較均勻。
- ◆ 採用刮刀刮取麵糊以減少麵糊殘留。
- ◆ 蛋液55克的泡芙體完全中空，而蛋液45克及50克的泡芙內有較多氣孔組織，決定以蛋液50克為基底，持續增加蛋液到麵糊呈倒三角狀作為下次實驗的變因。

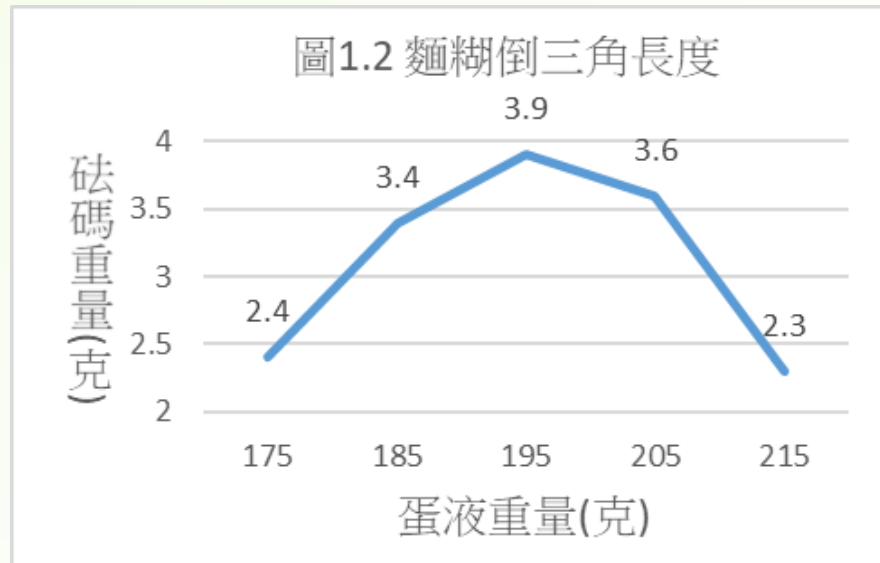
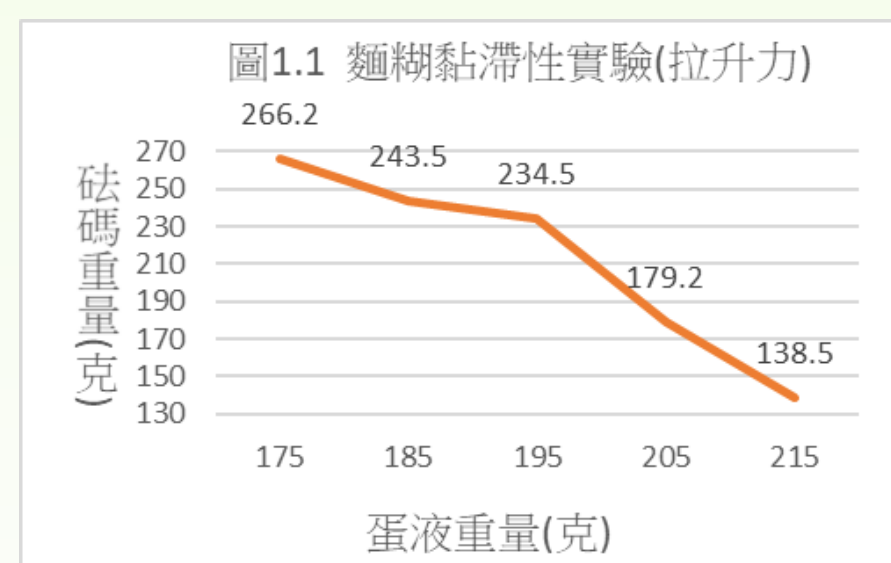
研究二、麵糊倒三角(黏滯性)實驗

實驗過程：

1. 實驗材料：中筋麵粉200克、奶油120克、水240克、鹽2克、糖20克和蛋液215克。以配方4倍的食材份量，從蛋液量175克，逐次加十克蛋液量到215克實驗。
2. 實驗流程：麵糊製作同第6頁至第7頁之實驗操作流程，接著以黏滯性測試裝置進行實驗。

結果與發現：

1. 麵糊呈倒三角形	2. 麵糊呈倒三角形	3. 出爐的泡芙與剖面圖



- ◆ 將烤盤放在烤箱中層烤十分鐘後，泡芙底部已上色，但泡芙表面卻尚未上色，因此將上火調成230℃，再烤10分鐘。
- ◆ 發現麵糊溫度和蛋液量會影響麵糊的黏滯性。麵糊溫度越低，黏性越高，拉伸度越差(重量值越大)。蛋液量越少，麵糊黏性越高，拉伸度越差(重量值越大)；麵糊越稀，黏性越低，拉伸度越好(重量值越小)但也容易斷裂。
- ◆ 推估蛋液200克是中筋麵糊拉伸力的最佳狀態，倒三角約4公分。

研究三之1、探討不同種類麵粉(低筋、中筋、高筋)對泡芙體中空狀態的影響

實驗過程：

1. 實驗材料：低、中、高筋麵粉各50克、奶油30克三份、水60克三份、鹽0.5克三份、糖5克三份和蛋液57克三份。
2. 實驗流程：三台烤箱上下火各230℃先預熱1小時。溫度上火230℃，下火200℃，各烤30分鐘，其餘步驟同第6頁至第7頁之實驗操作流程。

結果與發現：

麵粉種類	低筋麵粉		中筋麵粉		高筋麵粉	
	蛋液(克)		蛋液(克)		蛋液(克)	
蛋液(克)	57克	O	57克	O	57克	X
烤前重量/個	20克		20克		20克	
烤後平均重量	15克		14克		14克	
烤後照片						
剖面圖						
上皮厚度(公分)	0.5公分		0.3公分		充滿氣孔組織	
下皮厚度(公分)	1.5公分		0.3公分		實心無中空	

備註：O表示泡芙有空心，X表示空心程度差。烤前麵糊重量誤差值±1克

特性	麵粉種類					
	外觀	孔隙	口感	攪拌時	麵糊狀態	擠壓時
低筋麵粉	有裂痕	較大	外皮較軟	有彈性不黏	有點結塊	較難擠
中筋麵粉	較圓	適中	適中	有點黏稠	適中	適中
高筋麵粉	較扁	無明顯孔隙	外皮較硬	很黏稠	很好攪	有點稀

- ◆ 烤盤先放在烤箱中下層，二十分鐘時觀察泡芙底部已上色，但泡芙表皮未上色，決定先放中下層，上、下火各230℃烤20分鐘，再移至烤箱上層上火230℃和下火210℃烤十分鐘，最後烤箱打開約八公分空隙，悶十分鐘後取出放涼。
- ◆ 同樣的蛋液量，中筋麵粉的麵糊狀態黏稠度適中，低筋麵粉偏乾，而高筋麵粉偏稀。推測麵粉蛋白質成分不同會影響麵糊的吸水程度，故之後以調整蛋液比例進行三種麵粉測試。

研究三之2、探討不同種類麵粉(低筋、中筋、高筋)對泡芙體中空狀態的影響

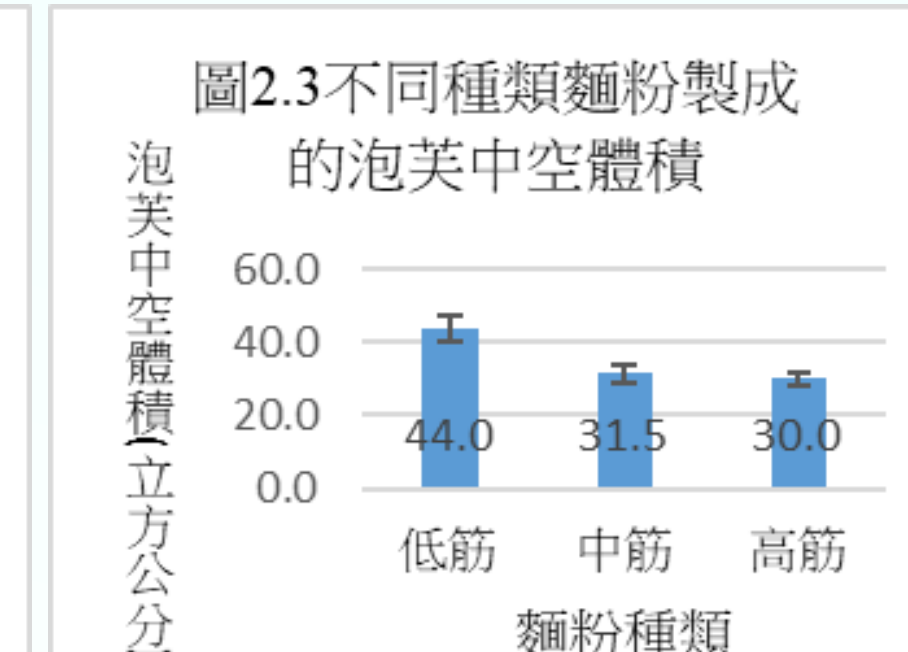
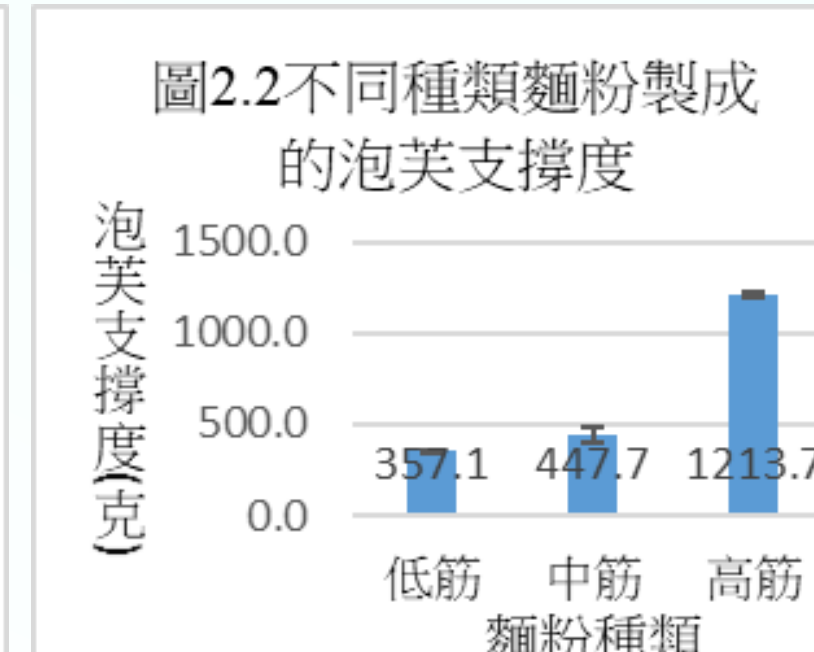
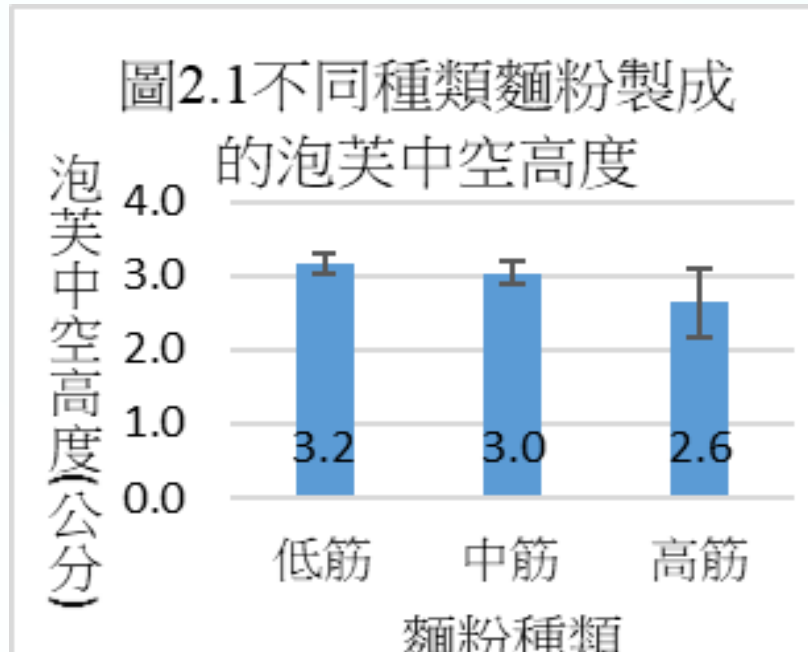
實驗過程：

1. 實驗材料：低、中、高筋麵粉各50克、奶油30克三份、水60克三份、鹽0.5克三份、糖5克三份和蛋液57克三份(依麵糊呈倒三角調整)。
2. 實驗流程：三個烤箱都上下火預熱230℃1小時，各烤20分鐘，再上火230℃和下火200℃烤十分鐘，最後烤箱打開約八公分空隙，悶十分鐘後取出放涼，其餘步驟同實驗操作流程圖。

結果與發現：

麵粉種類	低筋麵粉		中筋麵粉		高筋麵粉	
	蛋液(克)		蛋液(克)		蛋液(克)	
蛋液(克)	52	O	53	O	54.2	O
烤前重量/個	20克		20克		20克	
烤前照片						
烤後照片						
剖面圖						

備註：O表示泡芙有空心，X表示空心程度差。烤前麵糊重量誤差值±1克。



- ◆ 證明蛋液量應隨不同類的麵糊做調整。麵糊吸水量由高至低為高筋麵粉、中筋麵粉和低筋麵粉。可知蛋白質成分越高的麵糊吸水量也越高。
- ◆ 低筋麵粉製成的泡芙中空高度最大，其次是中筋，高筋最小。
- ◆ 高筋麵粉製成的泡芙支撐度最高，其次是中筋，低筋最低。
- ◆ 低筋泡芙製成的泡芙中空體積最大，其次是中筋，高筋最小。

研究四、探討不同種類油脂(奶油、植物油、動物油)對泡芙體中空狀態的影響

實驗過程：

1. 實驗材料：中筋麵粉50克三份、奶油30克、動物油(鵝油)30克、植物油(葵花油)30克、水60克三份、鹽0.5克三份、糖5克三份和蛋液57克三份。
2. 實驗流程：同研究三之二的實驗流程。

結果與發現：

麵粉種類	中筋麵粉		中筋麵粉		中筋麵粉	
	油種類		油種類		油種類	
油種類	奶油	O	葵花油	X	鵝油	X
蛋液(克)	57克	O	57克	X	57克	X
烤前重量/個	20克		20克		20克	
烤前照片						
烤後照片						
剖面圖						
上皮厚度(公分)	0.5		充滿氣孔組織		扁平塌陷	
下皮厚度(公分)	0.5		無空心		無空心	

備註：O表示泡芙有空心，X表示空心程度差。烤前麵糊重量誤差值±1克。

- ◆ 麵粉的蛋白質成分和油脂的含水量會影響麵糊的吸水程度，產生麵糊不同的黏稠度，進而影響泡芙的中空程度，故需因應食材調整蛋液比例，不宜皆用等量蛋液。

研究五、探討調整不同液體(奶油、水、蛋液)比例對泡芙體中空狀態的影響

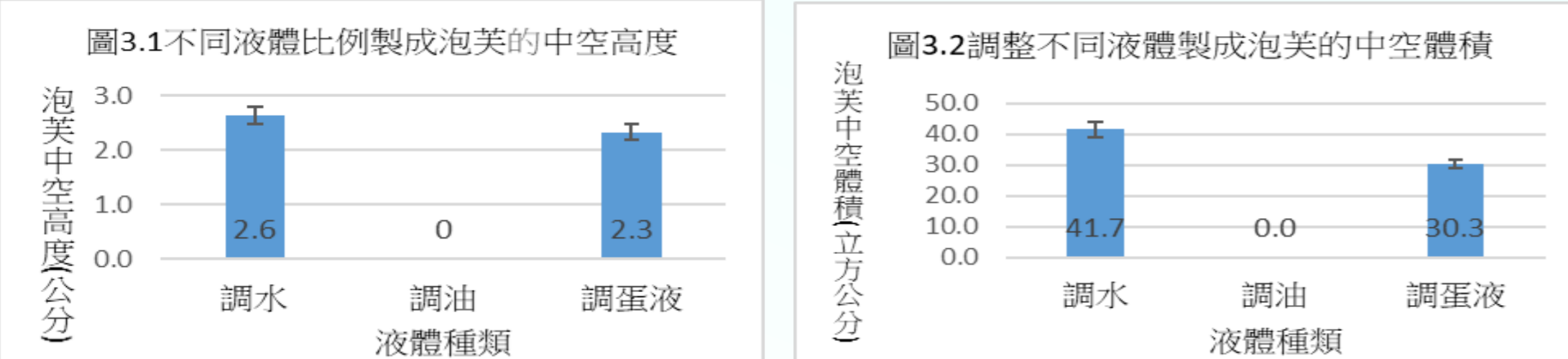
實驗過程：

1. 實驗材料：中筋麵粉50克三份、奶油30克兩份和40克一份、水60克兩份和80克一份、鹽0.5克三份、糖5克三份和蛋液(麵糊調至倒三角形)。
2. 實驗流程：同研究第六頁到第七頁的實驗流程。

結果與發現：

液體種類 比例	調水	調油	調蛋液
水/油(克)	80 / 30	60 / 40	60 / 30
蛋液(克)	56 O	50 X	54 O
倒三角			
烤前照片			
烤後照片			
剖面圖			
上皮(公分)	0.4	中間都是 氣泡組織	0.6
下皮(公分)	0.5		0.5
中空(公分)	2.6		2.3
中空體積 (立方公分)	41.6	無	30.3
特性	麵糊濕度高， 膨脹係數較大， 外皮較軟	麵糊較滑順	頂部破裂 較明顯
口感	外酥內軟	內部綿密	內部較硬

備註：O表示泡芙有空心，X表示空心程度差。烤前麵糊誤差值重量±1克



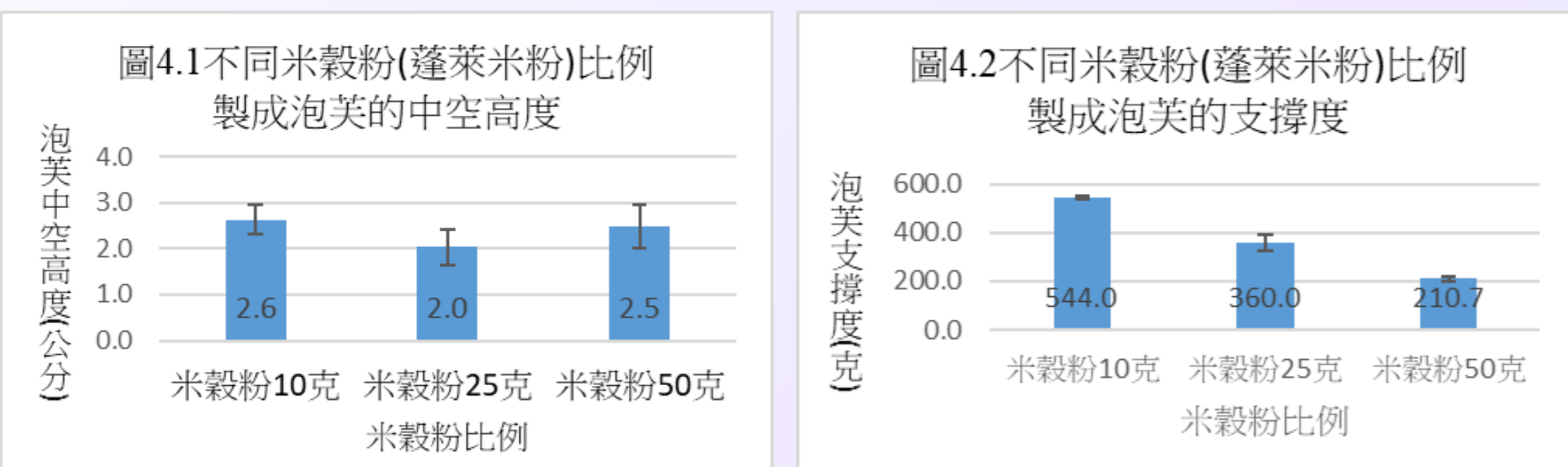
- ◆ 增加水量的泡芙中空體積及高度都最大，其次是增加蛋液，而增加油量會因為麵糊無法完全吸收而有殘餘的油，導致泡芙無法膨脹。
- ◆ 蛋液的蛋白質含量會影響泡芙的口感，蛋液量越高，則泡芙皮越硬。

研究六、探討米穀粉(蓬萊米粉)比例對泡芙體中空狀態的影響

實驗過程：

1. 實驗材料：中筋麵粉25克和40克、蓬萊米粉10克、25克和50克、奶油30克三份、水60克三份、鹽0.5克三份、糖5克三份和蛋液(調至倒三角)。
2. 實驗流程：同研究第六頁到第七頁的實驗流程。

結果與發現：



- ◆ 從圖4.1可知麵粉和蓬萊米粉比例4:1的泡芙中空高度2.6公分最大，其次是全蓬萊米粉2.5公分。可見可用全蓬萊米粉取代中筋麵粉製作泡芙。
- ◆ 由圖4.2可知，麵粉和蓬萊米粉比例4:1的泡芙支撐度最佳，其次是麵粉和蓬萊米粉各半。

研究七、探討不同種類液體(牛奶、豆漿)對泡芙體中空狀態的影響

實驗過程：

1. 實驗材料：中筋麵粉50克兩份、奶油30克兩份、無糖豆漿60克、牛奶60克、鹽0.5克兩份、糖5克兩份和蛋液(調至倒三角)。
2. 實驗流程：同研究第六頁到第七頁的實驗流程。

肆、研究結論

- 一、以本研究的泡芙配方比例而言，奶油、水、麵粉和蛋液的最佳比例為1：2：1.67：1.75。
- 二、發現麵糊的流動性會影響泡芙的膨脹程度，蛋液量應根據麵糊狀態而調整，直到麵糊拉伸力刮起呈倒三角形(約4公分)為最佳狀態。
- 三、發現麵粉中蛋白質成分不同會影響麵糊的吸水程度，蛋白質成分越高的麵糊吸水量也越高。低筋的中空狀態最大；而高筋的支撐度最高。
- 四、發現不同油脂的含水量會影響麵糊的吸水程度，讓麵糊產生不同的黏稠度。
- 五、發現增加水量的泡芙中空高度最佳；而增加蛋液量的泡芙支撐度最佳。

結果與發現：



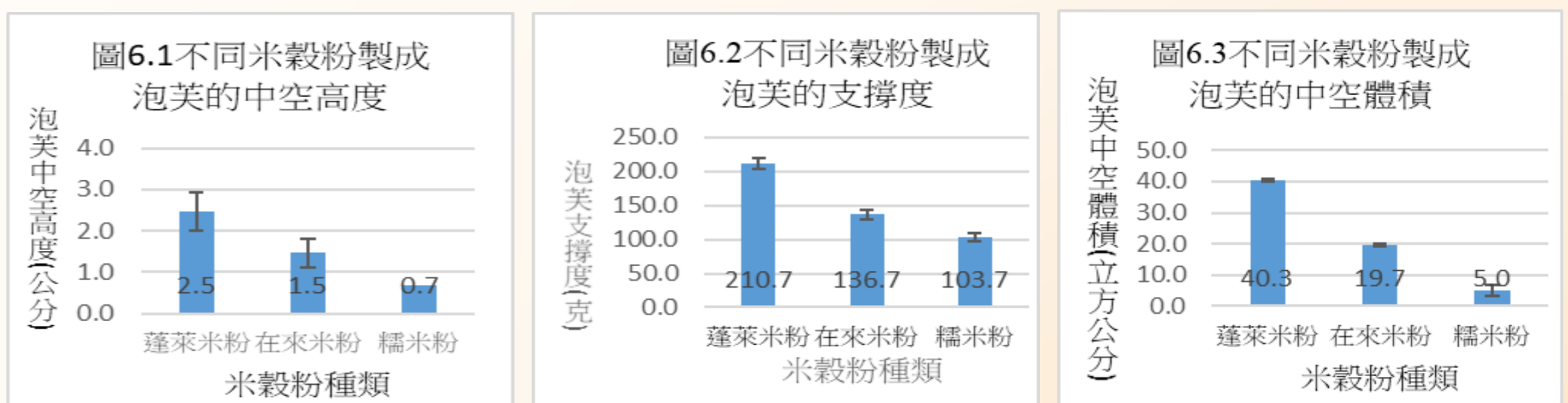
- ◆ 將奶油、豆漿和牛奶先分開加熱，再混合攪拌後煮滾，比較不會噴。
- ◆ 牛奶較豆漿做的泡芙中空高度大，但豆漿較牛奶做的泡芙支撐度高。

研究八、探討不同種類米穀粉(蓬萊米粉、在來米粉、糯米粉)對泡芙體中空狀態的影響

實驗過程：

1. 實驗材料：米穀粉(蓬萊米粉、在來米粉、糯米粉)各50克、鹽0.5克三份、糖5克三份、水60克三份、奶油30克三份和蛋液(調至倒三角)。
2. 實驗流程：同研究第六頁到第七頁的實驗流程。

結果與發現：



- ◆ 糯米粉做成的泡芙成不規則型。
- ◆ 米穀粉加入蛋液前易結塊，加蛋液後須不斷翻壓拌。
- ◆ 在來米粉的泡芙口感外偏軟內濕潤，糯米粉泡芙則外薄軟內濕黏，蓬萊米粉泡芙是外皮較硬內濕潤。
- ◆ 從圖6.1、6.3可知蓬萊米粉的泡芙中空高度及體積都最大，適合製作空心泡芙。其次是在來米粉，而糯米粉都是最小。

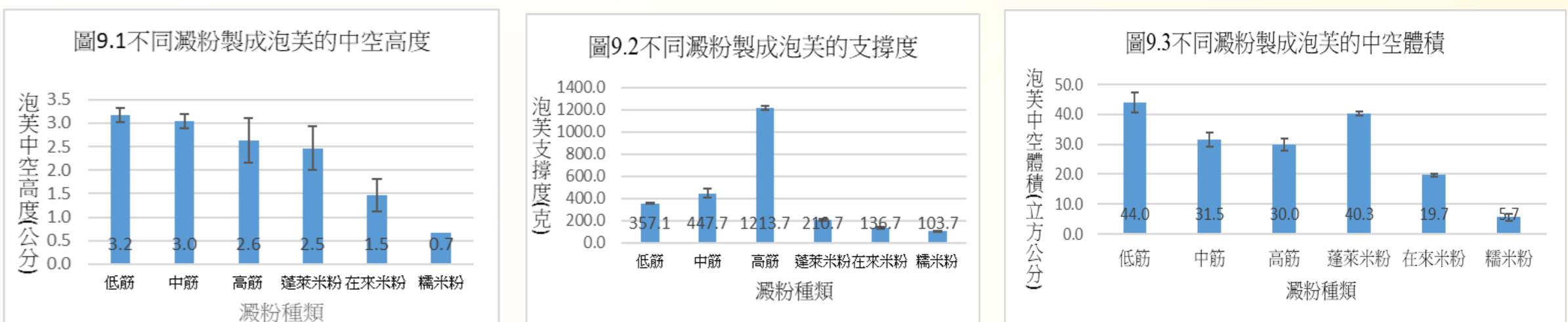
研究九、應用常見食材(抹茶粉、可可粉、豆漿、石榴汁)製作泡芙體

實驗過程：

1. 實驗材料：水60克兩份、中筋麵粉47克兩份和50克兩份、可可粉3克、抹茶粉3克、無糖豆漿60克、石榴汁60克、鹽0.5克四份、糖5克三份、無鹽奶油30克四份和蛋液(調至倒三角)。
2. 實驗流程：同研究第六頁到第七頁的實驗流程。

結果與發現：

- ◆ 麵糊以可可粉和抹茶粉三克取代麵粉，推測因蛋白質成分降低，泡芙外皮變軟，口感像麵包，需降低色粉的用量，之後實驗改用一克顏色粉。
- ◆ 糖量越高，泡芙的中空高度越差，支撐度也降低將近二分之一。如要用果汁取代水製作泡芙，需要稀釋以降低含糖量。
- ◆ 豆漿因主成分有植物性蛋白質，糊化時需要較多蛋液，因此蛋液量最多，為62克，且因有碳水化合物，導致膨脹效果差，中空高度和支撐度皆為最差。



- ◆ 低筋麵粉製成的泡芙中空高度最佳，其次依序為中筋麵粉、高筋麵粉和蓬萊米粉。
- ◆ 高筋麵粉製成的泡芙支撐度最佳，其次依序為中筋麵粉、低筋麵粉和蓬萊米粉。
- ◆ 泡芙中空體積由高而低依序是低筋麵粉、蓬萊米粉和中筋麵粉。

- 六、麵粉和米粉比例4:1的泡芙中空高度和支撐度最佳。
- 七、發現牛奶泡芙的中空高度較豆漿泡芙佳。
- 八、發現蓬萊米粉的泡芙中空高度最佳，建議可取代麵粉製作空心泡芙。
- 九、發現以可可粉和抹茶粉三克取代麵粉時，需要降低顏色粉的用量，讓麵粉和色粉比例為49：1。
- 十、綜合研究可知烤箱溫度需要分兩階段烤程讓泡芙上色均勻，建議第二階段下火烤溫至少調降10℃，以免烤焦。
- 十一、發現泡芙中空體積由高而低依序是低筋麵粉、蓬萊米粉和中筋麵粉。

海報中所有照片、圖片皆為作者自行拍照或製作