

中華民國第 65 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 生活與應用科學科(二)
(鄉土)教材獎

082909

掌中糊~探討水調麵糊流變性及對抹皮潤餅製作的影響

學校名稱： 高雄市左營區舊城國民小學

作者： 小六 莊昀澐 小六 李善雅	指導老師： 蕭妃茹 周采蓉
---------------------------------	-----------------------------

關鍵詞： 潤餅、流變性、凝膠化

掌中糊~探討水調麵糊流變性及對抹皮潤餅製作的影響

摘要

本研究利用高筋和中筋麵粉調配水粉比為 0.8~1.1 的水調麵糊，透過單位面積麵糊黏手的重量、流速、斷裂時的臨界質量及斷裂點的回縮實驗，探討水調麵糊的流變性及對抹皮潤餅製作的影響，並嘗試以海藻酸鈉來改變麵糊流變性，調出適合新手製作的抹皮麵糊。實驗結果以中筋麵粉水粉比 1 的麵糊黏手性、流速適當，麵筋強度不會造成麵糊回縮，加熱凝膠化的餅皮厚薄、彈力及耐水程度與市售餅皮接近。水粉比 1.1 的中筋水調麵糊加入 0.2% 的海藻酸鈉，做出的潤餅皮彈性最好，捲料時比較不容易破裂。水粉比 1.1 的高筋水調麵糊加入 0.2% 的海藻酸鈉，做出的潤餅皮耐水性最好，包捲高水分的食材較不容易浸濕露餡。

壹、前言

一、研究動機

每到清明節，到市場排隊搶購現做的潤餅皮，回家後如果沒有保存好，等到要包料時，餅皮總會變乾，一包餡料就會破皮；有些餅皮遇到水分高的食材就浸濕漏餡，看著家人每次要吃這節慶食品這麼麻煩，我就問老師潤餅皮可以在家自己做嗎？參考著網路上各種潤餅麵糊獨家配方，依樣畫葫蘆的照做，就是做不出成張的潤餅皮，這讓我們非常懊惱。到底要如何調出任手操控的潤餅麵糊，並完成 Q 彈的潤餅皮，所以我們試著從麵糊流變學的角度來找出適合新手操作的抹皮潤餅麵糊特性。

二、研究目的

- (一) 網路潤餅麵糊配方及作法分析。
- (二) 探討高筋與中筋水粉比為 0.8~1.1 水調麵糊的流變性。
- (三) 探討水調麵糊受熱鋪展與凝膠化現象。
- (四) 探討溫度對水調麵糊凝膠化的影響（以 B3 麵糊為例）。
- (五) 探討添加海藻酸鈉對水粉比 1.1 的水調麵糊流變性及凝膠性的影響。
- (六) 自製餅皮與市售餅皮彈性及耐水性比較。

三、文獻探討

(一) 潤餅是一種流傳在閩臺的民間小吃，也是清明節祭拜祖先的食物。潤餅皮依做法程序不同分成「抹皮」和「淋皮」，通常在市場中看到一人手捏一團麵糊在鐵鍋上快速塗抹做出的潤餅稱為抹皮潤餅，製作過程較難，但做出的潤餅口感較 Q 彈。另一種淋皮，麵糊較稀，無法用手拿住麵糊，只能把鍋燒熱、放油，淋入麵糊，拿起鍋轉一轉，像做蛋皮一樣，讓麵糊向四周散開，定型後，翻面，煎到金黃就是一張餅，有時是利用刷塗的方式來製作。

潤餅皮的麵糊是以麵粉和水調和而成的水「水調麵糊」，依照每 100 公克麵粉添加的水量不同，可區分為三種類型的麵糊，添加水量 50 公克到 75 公克形成的麵糊稱為「麵團」，添加水量 75 公克到 100 公克的麵糊稱為「粘糊狀麵團」，添加水量 100 公克以上的稱為「麵糊」，參考黃雲霞(2012)利用快速麵皮成型機製作潤餅皮，提出最佳配方為含水量 80% 低筋麵粉（100 公克低筋麵粉加入 80 公克水），中筋麵粉含水量 110%（100 公克中筋麵粉加入 110 公克水）、高筋麵粉含水量 110% 為最佳配方（100 公克高筋麵粉加入 110 公克水），本研究目的想探討傳統市場中以抹皮方式製作潤餅的麵糊特性，所以以粘糊狀麵團為主，因此選用中筋及高筋麵粉水粉比為 0.8~1.2 為實驗配方，低筋麵粉水粉比為 0.8 時，就會呈現稀水麵糊，無法在手中停留，不適合用來製作抹皮潤餅，所以本研究僅以中筋麵粉及高筋麵粉為研究粉類。

(二) 潤餅麵糊配方分析

表 1 網路潤餅食譜與做法分析（下表資料為作者分析整理，網址詳見參考資料）

參考食譜	配方	做法	研究者分析
手作潤餅皮	高筋或中筋麵粉 200 克 水 300 克 鹽巴 1 小匙	用刷子刷煎方式	此配方水粉比高達 1.5，屬於流動性高的麵糊，做法以刷皮方式製作。
Cookpad 自製潤餅皮	中筋麵粉 200 克 水 300 克 鹽巴 2 小匙	均勻塗抹於平底鍋內，等邊緣翹起	此配方水粉比高達 1.5，屬於流動性高的麵糊，做法以刷皮方式製作。
蔬食媽媽培仁-薄到會透光的單餅 （網址參見參考資料）	中筋麵粉 300 克 水 300 克(其中水 100 克是 100 度滾水)	用燙麵方式做麵團，以桿皮方式乾烙	此配方水粉比為 1，採燙麵方式，可形成麵團，此麵團不利在鍋面鋪展，適合以桿皮方式製作。

（三）水調麵糊流變性

食品流變學是研究食品原材料、半成品、成品在儲存、加工、操作處理以及食用過程中產生的變形與流動的科學，包括食材的流動行為、受力後的結構變化、受熱產生軟化、凝膠化或糊化等特性改變。

本研究所提的水調麵糊主要成分為麵粉與水，其中麵粉成分包含約 75%的澱粉、6-17%的蛋白質（麩質蛋白和醇溶蛋白）、脂肪、水、礦物質以及少量的維生素和酶類。當水和麵粉混合並攪拌時，這些蛋白質會吸水並形成麵筋網絡，再透過攪拌與拉折，麩質蛋白和醇溶蛋白相互結合，形成一個彈性和可伸展的麵筋網絡。麵筋結構的強弱會影響麵糊流動及黏性等性質。當水調麵糊受到外力作用時表現出的流動和變形特性就是麵糊的流變性，可透過實驗方法測量麵糊的黏手性、流速和回縮等，做為食品製作的參考。

（四）傳統抹皮潤餅皮製作流程及分析

1、參考網路貼文~【老師傅怎麼製作潤餅皮快來聽聽最資深又最科學化的國寶風雨老師說分明】，實驗者將抹皮潤餅製程整理如下：圖 1 內所有照片均為作者拍攝

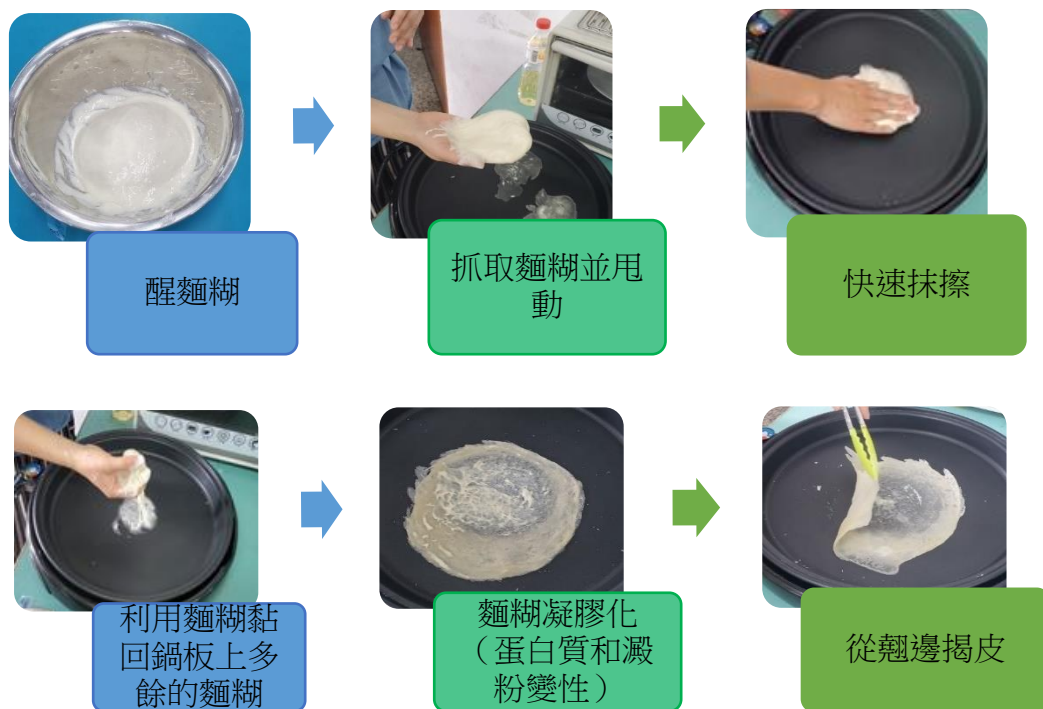


圖 1 傳統抹皮潤餅製作流程

2、總結抹皮潤餅皮製作成功的關鍵：麵團、鍋溫、技術

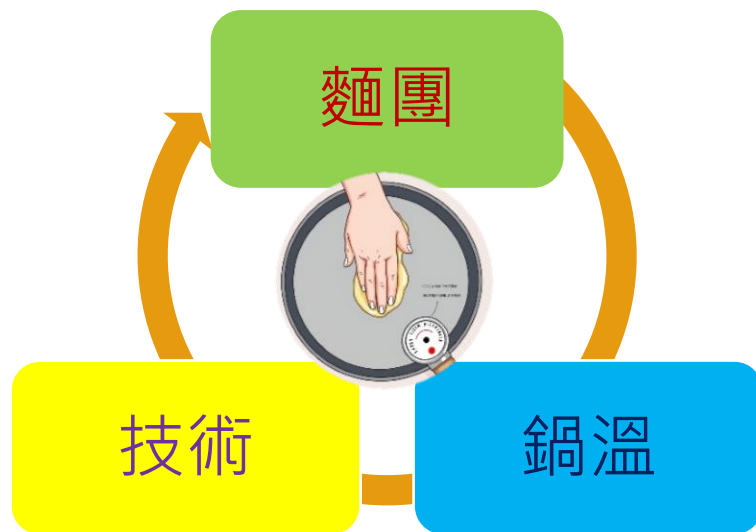


圖 2 皮潤餅皮製作成功的關鍵（作者繪製）

（1）麵 團

抹皮麵糊需能黏附在手掌心，當掌心向下時，麵糊不掉落，並能在掌心朝鍋時輕鬆壓扁與旋轉，讓麵糊在鍋面鋪展。抹皮結束後，掌心朝上，剩餘的麵糊能夠穩定停留在手心。

（2）鍋 溫

鍋板的溫度必須足夠讓麵糊中的蛋白質和澱粉進行凝膠化。高溫下，麵糊中的蛋白質會變性，形成穩定的結構，幫助固定餅皮的形狀；再持續加熱，澱粉吸收水分並糊化，轉變為凝膠狀，使餅皮的質地更加緊實。

（3）技 術

手控制麵糊在鍋板停留的時間及移動位置是潤餅皮成型品質的關鍵。如果麵糊停留時間，與鍋板接觸的麵糊已凝膠化，但與麵糊接觸的地方未即時分離，會造成餅皮厚度增加。

(五) 文獻回顧

表 2 歷年有關潤餅的研究摘要 (作者彙整)

	研究方向	配方	結果
黃玲霞 (2012)	探討四種規格麵粉製成麵糰，分別於室溫與冷藏下不同鬆弛時間之黏性和質地剖面分析參數的影響；並分析新鮮與貯存潤餅皮的水活性、色澤、表面黏性、延展性、韌性和切割韌性等物理質地性質。	低筋麵粉加水 80% 中筋麵粉加水 110% 高筋麵粉加水 110%	1、隨著鬆弛時間的增加，中筋麵粉的麵糰黏性不變，而高筋麵粉的麵糰黏性增加。 2、麵筋蛋白增加，潤餅皮厚度越薄直徑越大。
【看我「七」十二變 ~找出七餅皮黃金比例的十二道工序】	研究不同水量、不同鹽巴量、不同攪拌時間、不同環境溫度、不同水溫、不同煎餅時間、不同放置時間以及混和不同種類的添加物對七餅皮之影響。《56 屆全國科展》	高筋麵粉：100g 15℃ 的水：200g 鹽巴：1.5g 蓮藕粉：20g	將麵糊酌量倒於平底鍋，旋轉鍋子，麵糊均勻分布。→淋皮方式

貳、研究設備及器材

以下照片均為實驗者拍攝

			
定溫鍋	士邦 800 攪拌機	無添加高筋麵粉	無添加中筋麵粉
			
Kinyo-電烤盤 (BP-063)	臺灣衡器-微量化學 天平 (NHB-300)	有洞勺子	豬皮

參、研究過程與方法

一、研究架構圖：

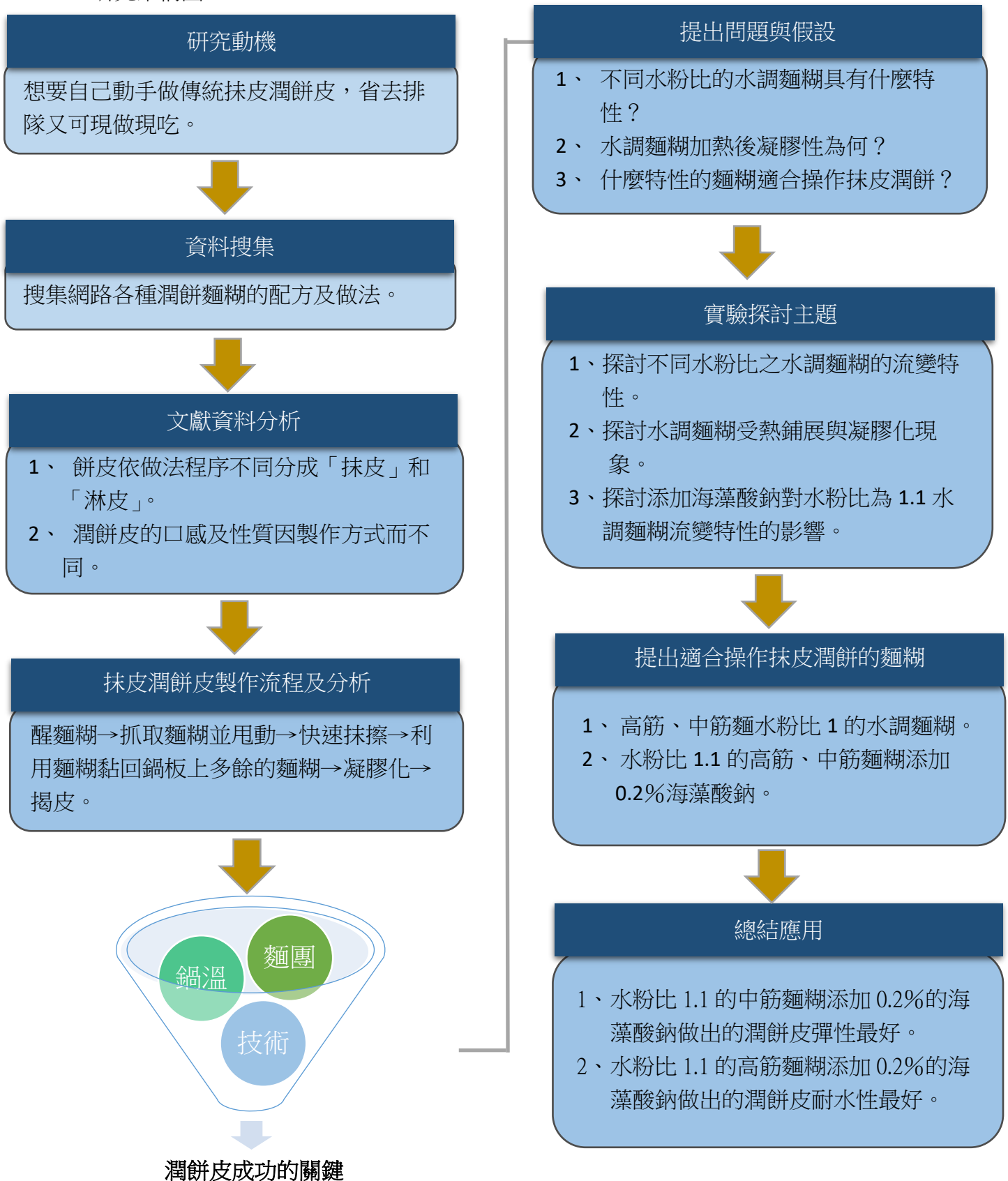


圖 3 研究架構圖（作者繪製）

二、研究方法

麵團是潤餅製作關鍵要素，本研究擬從以下幾個面向來分析潤餅麵糊的流變性：

- (一) 單位面積麵糊黏手的重量（反應麵筋結構的特性）：將麵糊倒入盤子內，取適當大小的豬皮（酒精清洗去除過多油脂）釘在方格紙板上，以 150 公克的砝碼壓入麵糊中，測量黏在豬皮上的麵糊重量，重複 5 次。計算單位面積麵糊的重量（ mg/cm^2 ）。

照片↓為作者拍攝



豬皮釘在方格紙版

照片↓為作者拍攝



150公克砝碼壓入麵糊

- (二) 麵糊流速測量（反應麵糊的黏稠性）：水調麵糊流動特性可反應出麵糊的黏稠性，麵糊黏稠性高，越不容易流動，反之，麵糊黏稠性低，流速越快。本研究以下方式測量麵糊流速，取 30 公克的麵糊，放於抹油的量杯中，倒置於有洞的勺子中間，測量麵糊掉落到 10 公分容器底部最快所需的時間，並計算出麵糊的流動速度。 照片↓為作者拍攝

- (三) 麵糊斷裂時的臨界質量測量（反應麵糊的內聚力）：麵糊是一種類流體，當受外力作用時，分子間的作用力可能受影響，當重力與分子間作用力相互作用後，若分子間作用力無法抗拒重力時，麵糊就會產生斷裂，我們取用斷裂時的臨界質量來反應麵糊本身的分子間作用力，測量方法是取 15 公克的麵糊，放入注射針筒內，利用 500 公克的力量擠壓，使麵糊自然落下，測量落下麵糊的臨界質量。

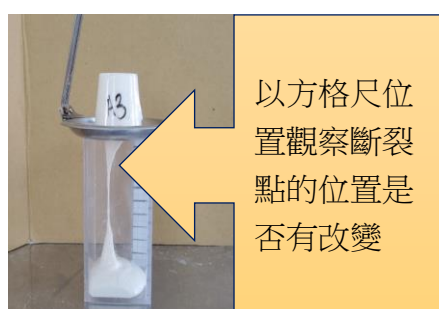
麵糊未斷裂



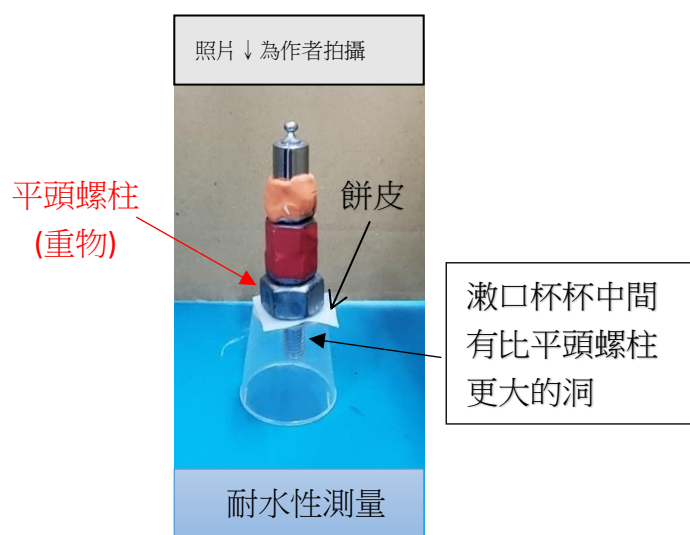
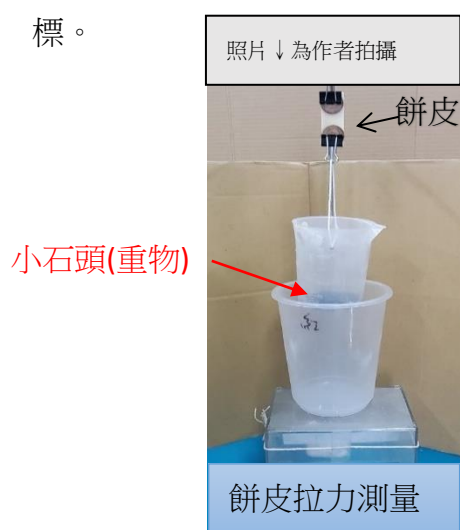
- (四) 麵糊斷裂點的回縮類型（反應麵糊的彈性）：麵糊的彈性取決於麵筋的彈性，當麵筋彈性大時，麵糊斷裂點會產生回縮；反之若麵筋結構無彈性，則麵糊斷裂後，又因重

力會持續落下。本研究取 30 公克的麵糊，放於抹油的量杯中，倒置於有洞的勺子中間，以手機慢動作攝影，觀察斷裂點回縮情形，將回縮情形分成三類：

- 1、**類型一**：麵糊斷裂點靜止，無回縮現象。此類型的麵糊在達到斷裂點後，能夠保持穩定，不會產生任何回縮，麵糊具有麵筋結構，但麵筋彈性不明顯。
- 2、**類型二**：麵糊斷裂後，斷裂點的麵糊立即向上明顯回縮，顯示該麵糊內的麵筋結構具有一定的彈性。
- 3、**類型三**：麵糊斷裂後，上方麵糊繼續向下流動，直到麵糊完全落下。顯示該麵糊麵筋強度差，不具彈性。 照片↓為作者拍攝



（五）潤餅皮彈性及耐重性測量：品質好的潤餅皮具有彈性，包入食材後不容易破裂，遇到有水的食材也是不易破，本研究做出的餅皮將與市售潤餅皮進行簡易的測量彈性及耐水性測量，以下圖裝置測量麵皮可承受的拉力大小，以此力量做為餅皮具有彈性的指標。



三、研究步驟

實驗一：探討高筋與中筋水調麵糊的流變性

問題：麵粉蛋白質含量不同，或水調麵糊水分的多寡對麵糊的特性有很大的改變，我們想看看不同水粉比的麵糊具有哪些流變性，試著找出可以用來做抹皮潤餅的麵糊特性。

實驗步驟：

- 1、依表 3-1、表 3-2 配方表調配不同水粉比之水調麵糊，以士邦攪拌機搭配平面漿，1 速攪拌 3 分鐘，2 速攪拌 3 分鐘，靜置 60 分鐘使麵糊熟成後進行以下實驗。
- 2、**單位面積麵糊黏手的重量測量：**將麵糊倒入盤子內，取適當大小的豬皮（酒精清洗過去除油脂）釘在方格紙板上，以 150 公克的壓入麵糊中，測量黏在豬皮上的麵糊重量，重複 5 次。計算單位面積麵糊的重量（mg/cm²）。
- 3、**麵糊流速測量：**取 30 公克的麵糊，放於抹油的量杯中，倒置於有洞的勺子中間，測量麵糊掉落到 10 公分容器底部最短所需的時間，並計算出麵糊的流動速度（mm/s）。
- 4、**麵糊斷裂時的臨界質量測量：**取 15 公克的麵糊，放入注射針筒內，利用 500 公克的力量擠壓，使麵糊由注射筒口自然落下，測量落下麵糊的臨界質量。
- 5、**麵糊斷裂點的回縮類型測量：**取 30 公克的麵糊，放於抹油的量杯中，倒置於有洞的勺子中間，以手機慢動作攝影，觀察斷裂點回縮情形。

表 3-1 高筋麵粉水調麵糊配方表

配方編號	配方 A1	配方 A2	配方 A3	配方 A4
水粉比	0.8	0.9	1	1.1
高筋麵粉	100 公克	100 公克	100 公克	100 公克
水	80 公克	90 公克	100 公克	110 公克
食鹽	1 公克	1 公克	1 公克	1 公克

表 3-2 中筋麵粉水調麵糊配方表

配方編號	配方 B1	配方 B2	配方 B3	配方 B4
水粉比	0.8	0.9	1	1.1
中筋麵粉	100 公克	100 公克	100 公克	100 公克
水	80 公克	90 公克	100 公克	110 公克
食鹽	1 公克	1 公克	1 公克	1 公克

實驗二：探討水調麵糊受熱鋪展與凝膠化現象

問題：不同麵粉或不同水粉比調配出的水調麵糊在相同鍋溫的鋪展現象是否有差異，麵糊鋪展效果會影響餅皮的品質，所以我們操作麵糊鋪展並觀察凝膠化的餅皮厚薄，及會不會沾黏。

實驗步驟：

1、取適量**實驗一**各組配方之水調麵糊在手上，將麵糊抹在電煎鍋上（調至火力為弱），觀察麵糊在鍋面鋪展及附著情形、凝膠化餅皮與鍋子附著情形，及 12.56cm² 潤餅皮的平均重量。

實驗三：探討溫度對水調麵糊凝膠化的影響（以 B3 麵糊為例）

問題：從實驗一、實驗二中發現 B3 麵糊的麵糊操作及鋪展現象較適合，我們想知道鍋溫對麵糊凝膠化及餅皮品質的影響，所以以 B3 麵糊在不同鍋溫下加熱後的凝膠特性。

實驗步驟：

1、取 B3 麵糊，進行抹皮，以定溫鍋設定 120℃、140℃、160℃、180℃、200℃，觀察溫度對麵糊與鍋子的附著力、凝膠化餅皮與鍋子的附著情形及 12.56cm² 潤餅皮的平均重量。

實驗四：探討添加海藻酸鈉對水粉比 1.1 的水調麵糊流變性及凝膠性的影響

緣起：水粉比高的麵糊具有好的附著力及足夠的水分讓澱粉顆粒糊化，但麵糊流動性高，麵筋強度弱，不利抹皮控制，查資料發現坊間販售增稠劑供業者使用，除此之外業者也可能因為色澤或保存而添加更多的添加物，我們想海藻酸鈉是一種天然的增稠劑，如果添加在麵糊中，是否可以改善水粉比高的水調麵糊的流變性，使麵糊可以成功做成抹皮潤餅。我們選用水粉比 1.1 的配方（A4 及 B4）做為需要調整的麵糊。觀察海藻酸鈉是否可以做為潤餅麵糊的天然添加物。

實驗步驟：

1、依配方表 4-1、4-2 調配添加不同比例之海藻酸鈉麵糊，以士邦攪拌機搭配平面漿，1 速攪拌 3 分鐘，2 速攪拌 3 分鐘，靜置 60 分鐘使麵糊熟成後進行以下實驗。

- 2、**單位面積麵糊黏手的重量測量**：將麵糊倒入盤子內，取適當大小的豬皮（酒精清洗過去除油脂）釘在方格紙板上，以 150 公克的壓入麵糊中，測量黏在豬皮上的麵糊重量，重複 5 次。計算單位面積麵糊的重量（ mg/cm^2 ）。
- 3、**麵糊流速測量**：取 30 公克的麵糊，放於抹油的量杯中，倒置於有洞的勺子中間，測量麵糊掉落到 10 公分容器底部最短所需的時間，並計算出麵糊的流動速度（ mm/s ）。
- 4、**麵糊斷裂時的臨界質量測量**：取 15 公克的麵糊，放入注射針筒內，利用 500 公克的力擠壓，使麵糊由注射筒口自然落下，測量落下麵糊的臨界質量。
- 5、將麵糊抹在電煎鍋上（調至火力為弱），觀察麵糊加熱的凝膠性。

表 4-1 高筋水調麵糊添加海藻酸鈉配方表

配方編號	A4-1	A4-2	A4-3
海藻酸鈉比例	0.1%	0.2%	0.3%
高筋麵粉	100	100	100
水	110	110	110
鹽	1	1	1
海藻酸鈉	0.1	0.2	0.3

表 4-2 中筋水調麵糊添加海藻酸鈉配方表

配方編號	B4-1	B4-2	B4-3
海藻酸鈉比例	0.1%	0.2%	0.3%
中筋麵粉	100	100	100
水	110	110	110
鹽	1	1	1
海藻酸鈉	0.1	0.2	0.3

實驗五：自製餅皮與市售餅皮彈性及耐水性比較

前言：由實驗一至實驗四中找到適合做抹皮潤餅的麵糊配方，我們想知道這些配方做出的潤餅皮與市售餅皮厚薄、彈性及耐水性的差異。

實驗步驟：

- 1、依**實驗一**步驟 1 方式調配 A3、B3、A4-1、B4-1 之水調麵糊，分別取適量在手上，將麵糊抹在電煎鍋上（調至火力為弱），待凝膠化後，取出餅皮放涼。
- 2、利用漱口杯壓出杯口大小的餅皮（ 12.56cm^2 ），測量市售餅皮與自製潤餅皮的平均重量。
- 3、餅皮彈性測量：裁剪 2 公分*5 公分的餅皮，以 1 元硬幣頭用長尾夾夾住，下方放空杯，慢慢加入小砂石，直到下方杯子落下，每個配方重複 5 次，計算平均可承載的重量，承載重量越重，代表彈性越大。
- 4、餅皮耐水性測量：將漱口杯底部開一個直徑約 1 公分的圓洞，剪裁 5 公分正方的餅皮，放在倒立的漱口杯底，上方用螺絲帽壓住後，澆上 200 μL 的水，以平頭螺釘壓住，計算螺釘穿破餅皮的時間，時間越久，代表餅皮耐水性越好。

肆、研究結果

實驗一：探討高筋與中筋水調麵糊的流變性

（一）單位面積麵糊黏手的重量測量：

表 5 水調麵糊單位面積黏手的麵糊重

配方編號	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4
單位面積的麵糊重量 (mg/cm^2)	35.38	51.42	91.04	158.96	58.49	69.81	104.72	167.45

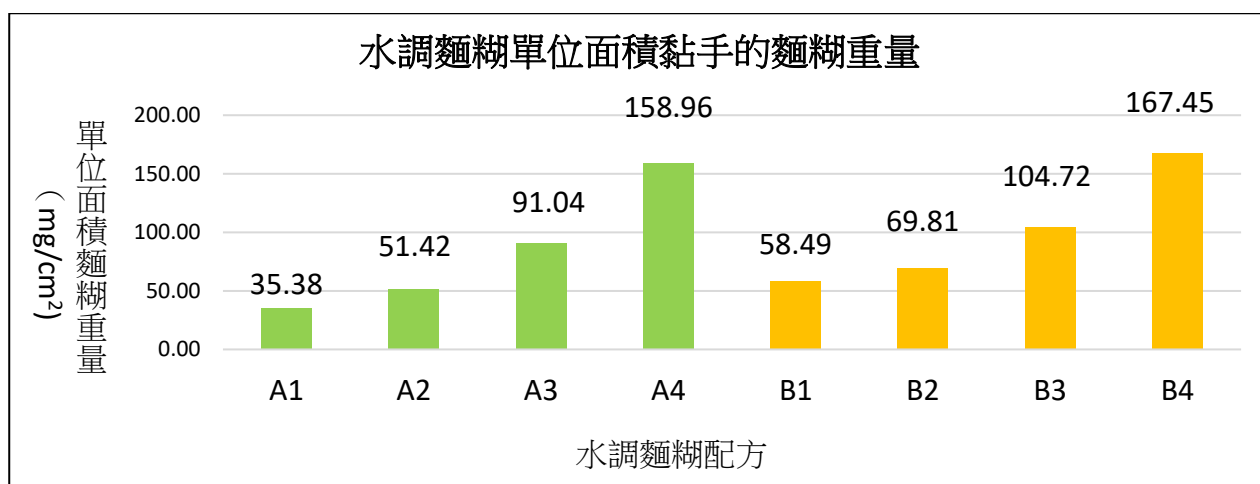


圖 4 水調麵糊單位面積黏手的麵糊重量 (作者繪製)

結果：

1、由實驗結果可知高筋麵糊、中筋麵糊水粉比越高，麵糊黏手性越高，表示麵糊中水量越多，麵筋結構較差。

2、在水粉比相同的情況下，中筋水調麵糊比高筋水調麵糊的黏手性高，表示高筋水調麵糊麵筋結構比中筋水調麵糊的結構好。

(二) 麵糊流速測量：

表 6 水調麵糊的流速

配方編號	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4
流速 (mm/s)	--	4.17	17.85	100.00	--	--	3.86	71.43

註：--表示 30 分鐘麵糊未流動 10 公分

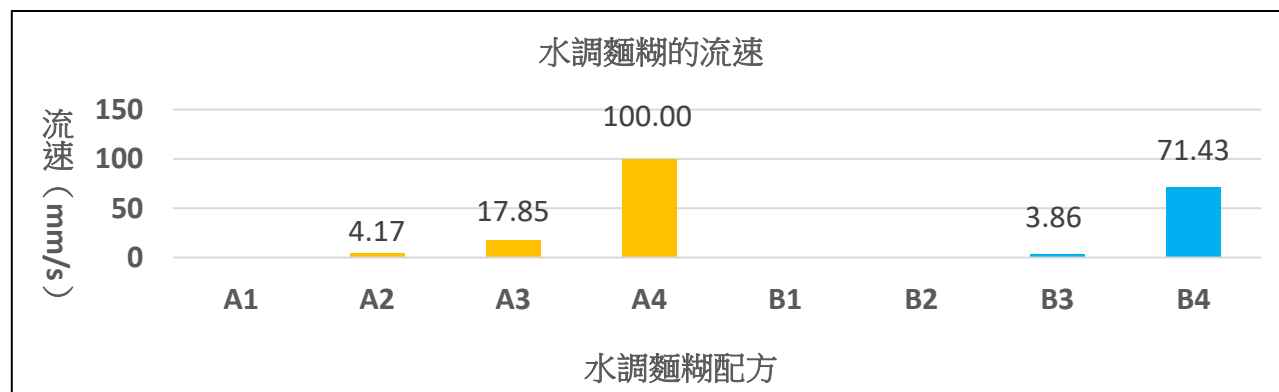


圖 5 水調麵糊的流速 (作者繪製)

結果：

- 1、高筋麵粉的水粉比超過 0.9 以上，水量越多，麵糊流動速度越快、代表麵糊黏稠性較小。
- 2、中筋麵粉的水粉比超過 1 以上，水量越多，麵糊流動速度越快，代表麵糊黏稠性較小。
- 3、水粉比相同的水調麵糊，中筋麵粉的流動比高筋麵粉慢，表示中筋水調麵糊表現出黏稠性比高筋水調麵糊大。

(三) 麵糊斷裂時的臨界質量測量：

表 7 水調麵糊擠壓斷裂的臨界質量

水調麵糊編號	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4
斷裂臨界質量 (公克)	1.56	0.85	0.49	0.25	2.60	0.87	0.51	0.27

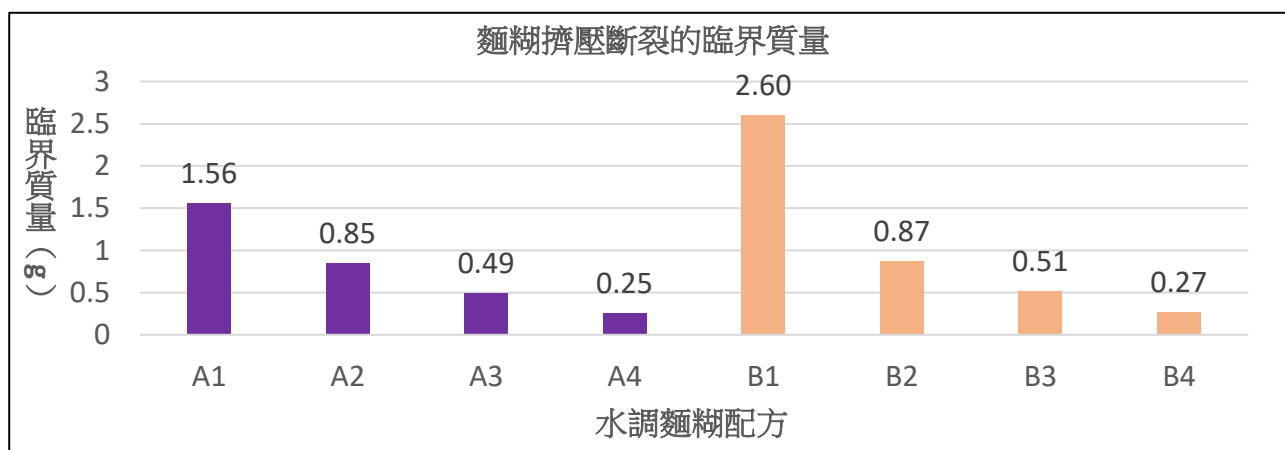


圖 6 水調麵糊擠壓斷裂的臨界質量 (作者繪製)

結果：

- 1、高筋麵糊及中筋麵糊的水粉比越高，麵糊受力斷裂的臨界質量越小，代表水分越多會使麵糊的內聚力變小。
- 2、相同水粉比的麵糊，中筋麵糊比高筋麵糊的臨界質量大，代表中筋水調麵糊內聚力比高筋水調麵糊大。

(四) 麵糊斷裂點的回縮類型測量：

表 8 高筋水調麵糊斷裂點回縮情形

表中照片↓為作者拍攝












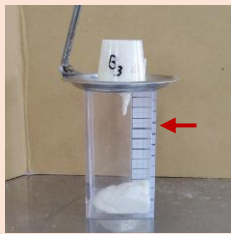



配方	斷裂前	斷裂點	斷裂後	回縮特性
A1				麵糊無法受重力拉斷
A2				類型一 ：麵糊斷裂點後，麵糊立即向上回縮。 斷裂後，麵糊 3 秒回縮約 1 公分。
A3				類型二 ：麵糊斷裂點後，斷裂點停留回縮不明顯。
A4				類型三 ：麵糊斷裂點後繼續向下流動，直到麵糊完全落下。

表 9 中筋水調麵糊斷裂點回縮情形

表中照片↓為作者拍攝

配方	斷裂前	斷裂點	斷裂後	回縮特性
B1				30 分鐘無斷裂
B2				30 分鐘無斷裂
B3				類型二 ：麵糊斷裂點靜止，無回縮現象。
B4				類型三 ：麵糊斷裂點後繼續向下流動，直到麵糊完全落下。








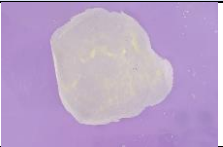
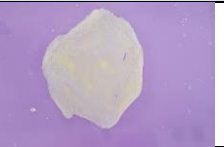

結果：

- 1、當麵糊受重力作用產生斷裂後，上方麵糊的流動類型分為 3 類，**類型一**斷裂點往上明顯回縮，**類型二**斷裂點幾乎靜止，**類型三**斷裂點繼續落下。
- 2、由實驗發現配方 A2 屬於**類型一**的麵糊，此配方麵糊表面張力大，造成回縮現象，此類型的麵糊不利與鍋面的附著力。配方 A3、B3 屬於**類型二**的麵糊，此配方麵糊較易被手操控及增加鍋子的附著力，有利於抹皮麵糊的操控性。配方 A4、B4 屬於**類型三**的麵糊，此配方麵糊有利於在鍋面的鋪展及附著力，但麵糊無法長時間停留在手中，不利於操作及收回剩餘麵糊。

實驗二：探討水調麵糊受熱鋪展與凝膠化現象

表 10 高筋水調麵糊受熱鋪展與凝膠化結果



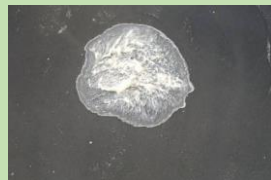



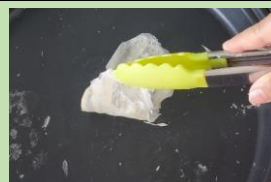

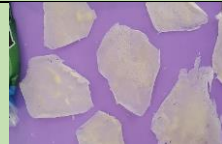

表中照片↓為作者拍攝

配方編號	配方 A1	配方 A2	配方 A3	配方 A4
麵糊與鍋子鋪展與附著情形	 無法附著與鋪展	 可附著並鋪展	 可附著並鋪展	 可附著並鋪展
餅皮凝膠與鍋子的附著情形		 凝膠可完整分離	 凝膠可完整分離	 凝膠無法完整分離
麵糊回收		剩餘麵糊回到手掌中	剩餘麵糊回到手掌中	剩餘麵糊留在鍋子上
餅皮凝膠				
# 平均重量	餅皮很薄	0.85g (薄)	1.09g (中)	2.17g (厚)

註：# 12.56cm² 潤餅皮的平均重量

表 11 中筋水調麵糊受熱鋪展與凝膠化結果

表中照片↓為作者拍攝

配方編號	配方 B1	配方 B2	配方 B3	配方 B4
麵糊與鍋子鋪展與附著情形	 無法附著與鋪展	 可附著並鋪	 可附著並鋪展	 可附著並鋪展
餅皮凝膠與鍋子的附著情形		 不沾黏好揭皮	 不沾黏好揭皮	 不沾黏好揭皮
麵糊回收情形		剩餘麵糊回到手掌中	剩餘麵糊回到手掌中	剩餘麵糊大部分留在鍋子上
餅皮凝膠				
# 平均重量		0.70g (薄)	1.24g (中)	1.59g (厚)

註 1：# 12.56cm² 潤餅皮的平均重量

結果：

- 1、 A1、B1 配方麵團水量少，成團性佳，但麵團與鍋子的附著力小，所以麵糊無法在鍋面鋪展開來。
- 2、 A2、B2 配方麵團成團性佳，手可握麵團在鍋面鋪展，剩餘麵團可以回收，但因麵團水分較少，所以沾黏在鍋上的麵糊較少，導致餅皮較薄。
- 3、 A3、B3 配方的麵糊具有類流動體的特性，手可握麵團在鍋面鋪展；此配方含水量較多，所以沾黏在鍋上的麵糊量多，餅皮較 B2、A2 厚。
- 4、 A4、B4 配方的麵糊麵糊水稀，具有好的流動性，但手部無法控制麵糊在鍋面順利鋪展，只能用刷塗方式，餅皮厚度較 A3、B3 厚。

實驗三：探討溫度對水調麵糊凝膠化的影響（以 B3 麵糊為例）

表 12 不同加熱溫度對 B3 麵糊受熱凝膠化結果

表中照片↓為作者拍攝

鍋子溫度	120 度	140 度	160 度	180 度	200 度
麵糊與鍋子的鋪展與附著情形	 可附著與鋪展	 可附著與鋪展	 可附著與鋪展	 可附著與鋪展	 可附著與鋪展
餅皮與鍋子的附著力	 無沾黏現象	 無沾黏現象	 無沾黏現象	 無沾黏現象	 沾鍋焦黃
# 平均重量	0.97 g	0.69 g	0.59 g	0.59 g	*

註- * 表示餅皮無法完整取下

12.56cm² 潤餅皮的平均重量

結果：

- 1、當鍋子的溫度保持在 120℃ 時，麵糊能在鍋面鋪展開，餅皮凝膠化後，無翹邊現象，輕夾餅皮邊緣可以輕鬆脫離鍋具，且無任何沾黏現象，餅皮熟化時間約為 30 秒。
- 2、在鍋子溫度達到 140℃ 時，麵糊能在鍋面鋪展開，餅皮熟化後出現輕微的翹邊現象，能夾住脫離鍋具，且無黏附情況，餅皮熟化時間為約 25 秒。
- 3、當鍋子溫度上升至 160℃ 時，麵糊能在鍋面鋪展開，餅皮熟化後出現翹邊現象，可以輕鬆脫離鍋具，無黏附情況，餅熟化時間大約 20 秒。
- 4、在鍋子溫度為 180℃ 時，麵糊能在鍋面鋪展開，但餅皮熟化後會顯著出現翹邊現象，餅皮仍可輕鬆脫離鍋具，無黏附情況，熟化時間縮短為約 5 秒。
- 5、當鍋子溫度達到 200℃ 時，麵糊能在鍋面鋪展開，餅皮熟化後出現明顯的翹邊與焦化現象，脫離鍋具仍然輕鬆，且無黏附情況，熟化時間大約 3 秒，此溫度需要更熟練的抹皮技術及揭皮速度，否則會餅皮會出現焦黃現象。

實驗四：探討添加海藻酸鈉對水粉比 1.1 的水調麵糊流變性及凝膠性的影響

(一) 添加海藻酸鈉的水調麵糊單位面積麵糊黏手的重量測量

表 13 添加海藻酸鈉的水調麵糊黏手的單位面積重量

配方編號	A4	A4-1	A4-2	A4-3	B4	B4-1	B4-2	B4-3
單位面積的麵糊重量 (mg/cm ²)	158.96	121.23	91.98	29.72	167.45	100.47	79.72	50.00

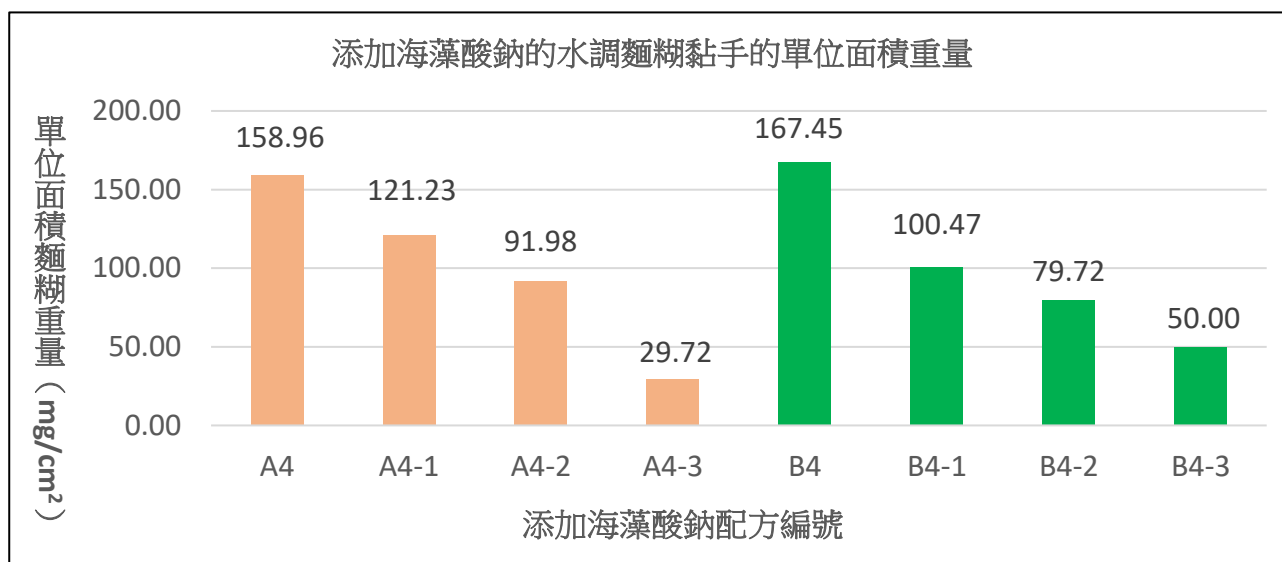


圖 7 添加海藻酸鈉的水調麵糊黏手的單位面積重量 (作者繪製)

結果：

- 1、 添加海藻酸鈉以改變麵糊的麵筋結構，添加的量越多，麵糊麵筋結構更完整，黏手性會降低。
- 2、 A4-2 的麵糊黏手單位面積重量與 A3 (91.04mg/cm²) 接近，B4-1 的麵糊黏手單位面積重量與 B3 (104.72mg/cm²) 接近。
- 3、 結果顯示添加海藻酸鈉會改變麵糊的麵筋結構，讓麵糊成團性好，使得麵糊不黏手。

(二) 添加海藻酸鈉的水調麵糊麵糊流速測量

表 14 添加海藻酸鈉水調麵糊的流速

配方編號	A4	A4-1	A4-2	A4-3	B4	B4-1	B4-2	B4-3
流速 (mm/s)	100.00	76.92	47.62	2.26	71.43	52.63	43.48	3.29

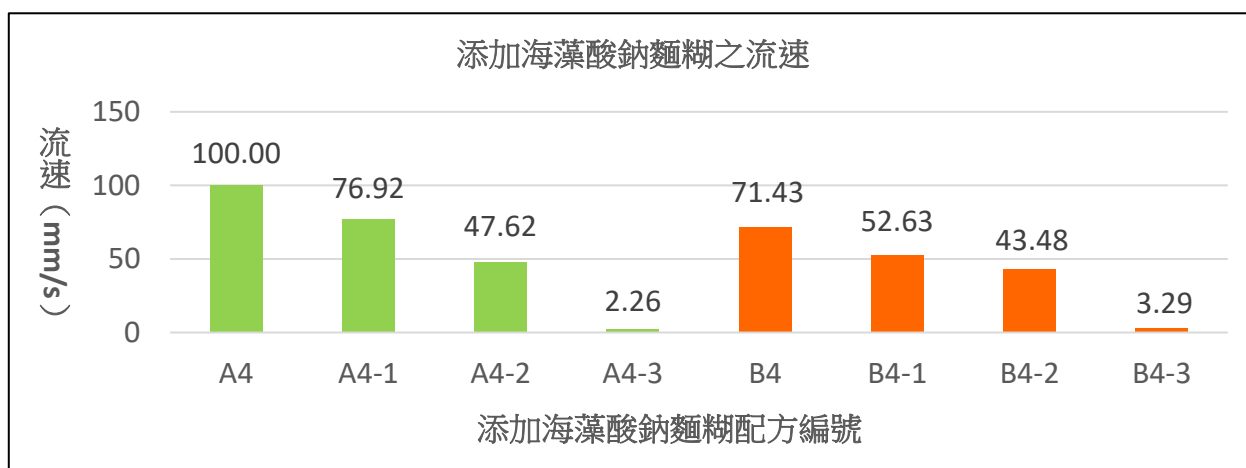


圖 8 添加海藻酸鈉水調麵糊的流速 (作者繪製)

結果：

- 1、添加海藻酸鈉可使麵糊黏稠性變高，海藻酸鈉吸水性高，添加比例不可太高，添加麵粉的 0.3% 的水調麵糊幾不流動。
- 2、水粉比 1.1 的高筋水調麵糊添加 0.2% 的海藻酸鈉，可使麵糊的黏稠性介於 A3(17.85mm/s) 及 A4(100mm/s) 配方之間，若添加 0.3% 的海藻酸鈉，黏稠性介於 A1 及 A2(4.17mm/s) 配方之間，麵糊幾乎不流動。
- 3、水粉比 1.1 的中筋水調麵糊添加 0.2% 的海藻酸鈉，可使麵糊的黏稠性介於 B3(3.86mm/s) 及 A4(71.43mm/s) 配方之間，若添加 0.3% 的海藻酸鈉，黏稠性介於 B2 及 B3(3.86mm/s) 配方之間，麵糊可輕微流動。

(三) 添加海藻酸鈉麵糊擠壓斷裂之臨界質量測量

表 15 添加海藻酸鈉麵糊擠壓斷裂之臨界質量

配方編號	A4	A4-1	A4-2	A4-3	B4	B4-1	B4-2	B4-3
質量 (g)	0.25	0.30	0.33	0.63	0.27	0.36	0.40	0.64

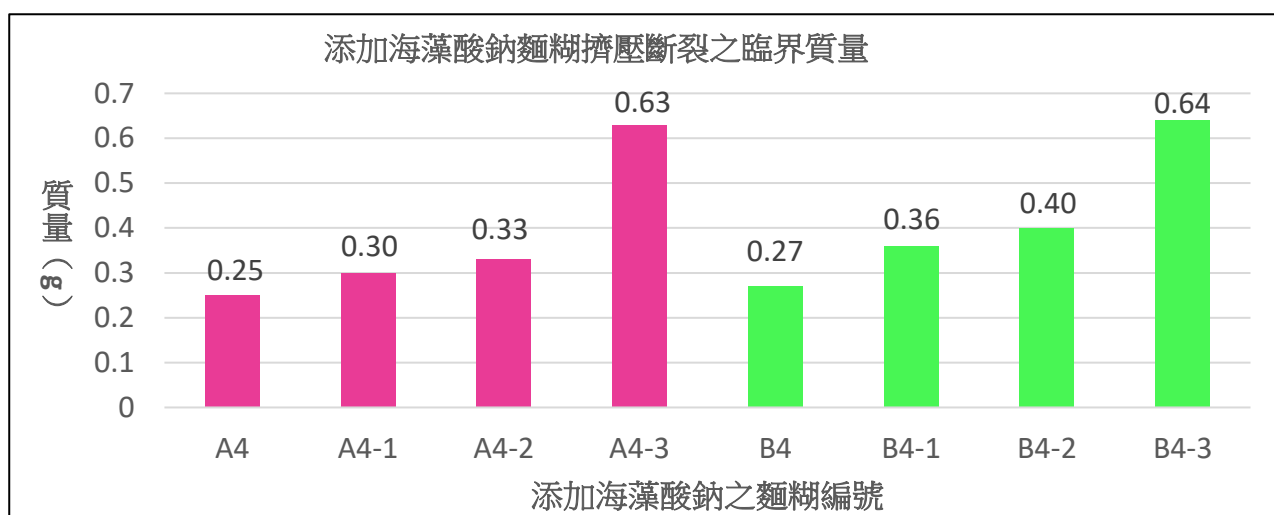


圖 9 添加海藻酸鈉麵糊擠壓斷裂之臨界質量 (作者繪製)





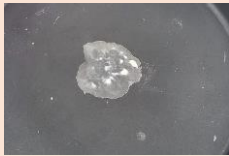

結果：







- 1、 添加海藻酸鈉可以增加麵糊分子間的吸引力，當麵糊被擠壓時，斷裂的臨界質量變大，顯示麵糊不易斷裂，因此麵糊停留在手上的期間，麵糊不會滴落，有利於抹皮潤餅的操控。
- 2、 添加 0.3% 的海藻酸鈉，麵糊間產生很大的吸引力，導致麵糊被擠壓時呈現條狀，不易斷裂。

(四) 探討添加海藻酸鈉水調麵糊的凝膠性

表 16 添加海藻酸鈉高筋水調麵糊的凝膠性 (對照組 A4)

表中照片↓為作者拍攝













配方編號	A4-1	A4-2	A4-3
麵團完成狀態	 麵糊在刮板上持續滴落	 麵糊在刮板上慢慢滴落	 麵糊在刮板上可停留
麵糊與鍋子附著力	 無法控制只能塗抹	 可鋪展	 可鋪展

熟化餅皮與鍋子的附著			
	無翹邊部份沾黏	有翹邊不沾黏	有翹邊不沾黏
熟化餅皮			
# 餅皮平均重量	無法抹皮	1.35g (厚)	1.04g (薄)

註：# 12.56cm² 潤餅皮的平均重量

表 17 添加海藻酸鈉中筋水調麵糊的凝膠性（對照組 B4）

表中照片↓為作者拍攝

配方編號	B4-1	B4-2	B4-3
麵團完成狀態			
	麵糊在刮板上持續滴落	麵糊在刮板上慢慢滴落	麵糊可在刮板上停留
麵糊與鍋子附著力			
	無法控制只能塗抹	可鋪展	可鋪展
餅皮凝膠與鍋子的附著			
	無翹邊無沾黏	有翹邊不沾黏	有翹邊不沾黏
餅皮凝膠			
# 餅皮平均重量	無法抹皮	1.48g (厚)	0.88g (薄)

註：# 12.56cm² 潤餅皮平均重量

結果：

- 1、添加 0.1% 的海藻酸鈉對麵糊在熱鍋上的凝膠性與 A4 及 B4 麵糊相似，麵糊抹上後幾乎整團在鍋上，只能用塗抹的方式使麵糊成薄片狀。
- 2、添加 0.2% 的海藻酸鈉對麵糊在熱鍋上的凝膠性與 A3 及 B3 麵糊相似，麵糊與鍋子有好的附著力，餅皮凝膠也不沾黏，餅皮平均重量接近市售潤餅皮。
- 3、添加 0.3% 的海藻酸鈉對麵糊在熱鍋上的凝膠性與 A2 及 B2 麵糊相似，麵糊與鍋子有好的附著力，餅皮凝膠也不沾黏但凝膠化的餅皮較薄。

實驗五：自製餅皮與市售餅皮彈性及耐水性比較

表 18 自製餅皮與市售餅皮彈性及耐水性比較

項目 \ 配方	市售餅皮	A3	A4-2	B3	B4-2
12.56cm ² 餅皮平均重量	1.43g	1.09g	1.35g	1.24g	1.48g
餅皮彈性 (N=10)	60.56g	36.29g	39.51g	36.32g	45.78g
* 餅皮沾水可承重秒數 (N=5)	9.58 秒	3.33 秒	7.78 秒	4.16 秒	6.85 秒

註：餅皮滴上 200 μ l 水，放上 43 公克的平頭螺柱，直到螺柱撐破餅皮的時間

結果：

- 1、A3、B3、A4-2 做出的餅皮在相同面積下，平均重量均小於市售餅皮，顯示本實驗做出的潤餅皮比市售餅皮薄，其中 A3 配方做出的潤餅皮最薄。
- 2、餅皮彈性越好，捲料時比較不容易破裂，實驗配方 B4-2 做出的餅皮彈性是 4 組配方最好的，但仍比市售餅皮差，這可能是有不能公開的配方，也是食安問題所在。
- 3、A4-2 配方做出的餅皮耐水性最好，包含水量食材比較不易破裂。

伍、討論

- 一、麵粉吸水後會因形成麵筋和澱粉顆粒吸水膨脹造成黏彈性，麵糊的黏性是一種類流體的行為，而彈性則是一種類固體的行為，所以抹皮麵糊需要具有適當的黏彈性。
- 二、麵糊受外力或重力作用時，下方麵糊的重力與麵糊本身的吸引力產生交互作用，當下方麵糊的重力大於表面張力的臨界值時，麵糊即會斷裂。我們以落下的麵糊重量當作麵糊受力斷裂的臨界質量，臨界質量越大，代表麵糊的表面張力越大。
- 三、麵糊會黏手程度與水分、蛋白質（麵筋）、澱粉以及溫度有關，麵糊越黏手，代表麵筋結構越差。中筋麵粉的蛋白質含量比高筋麵粉少，所以中筋麵糊的麵筋蛋白交錯形成的網絡結構較差，容易與手產生交互作用而黏手。實驗中發現水粉比 0.8 的高筋麵糊筋性最強，最不黏手，水粉比 1.1 的中筋麵糊筋性最弱最黏手。
- 四、當鍋板溫度較低時，有利於麵糊與鍋子的附著力，但麵糊加熱時間過長，會讓水分過多蒸發，容易導致做出的餅皮變得乾燥且彈性差；鍋板溫度超過 200℃時，筋蛋白快速固化，導致餅皮蛋白質結構變得較脆弱，高溫加熱造成餅皮顏色焦黃。因此，本研究建議以 160-180℃作為潤餅麵糊的最佳熟化溫度。
- 五、海藻酸鈉是由海帶中提取的天然多糖碳水化合物，內含許多天然纖維素，是一種安全的食品添加劑，可以用來當增稠劑。其吸水量約本身重量的 100-300 倍，在水粉比 1.1 的水調麵糊中加入 0.2% 的海藻酸鈉，就能讓高含水量的麵糊有適當的流變性，可以用來做操作抹皮潤餅。
- 六、添加海藻酸鈉的麵糊流動性降低，在手掌上，不易滴落，提升抹皮操作的穩定性。海藻酸鈉能與水結合形成穩定的網狀結構，減少水分流失，餅皮形成凝膠後，海藻酸鈉可提高餅皮的結構強度，並使餅皮保持濕潤，防止變硬。
- 七、市售餅皮所用的水調麵糊會添加鹽來增強麵筋的結構，營養師常提醒民眾食用潤餅時要注意餅皮鈉含量的攝取，本研究添加海藻酸鈉也有鈉含量，但因海藻酸鈉是分子量很大的物質，添加微量的海藻酸鈉對鈉離子的攝取量影響不多，可忽略討論。

陸、結論

本研究利用高筋和中筋麵粉調配水粉比 0.8-1.1 的水調麵糊，透過黏手性、流速、表面張力及彈性的實驗，探討水調麵糊的流變性及其對抹皮潤餅製作的影響，並嘗試以海藻酸鈉來改變麵糊流變性，調出適合新手製作的抹皮麵糊。實驗發現：

- 一、鍋板溫度 160-180℃ 最適合水調麵糊的鋪展，並使麵糊中的蛋白質適當變性，並且這個溫度可以讓澱粉顆粒有足夠的時間糊化，讓新手可以從容的抹皮及揭皮，做出與市售餅皮外形接近的潤餅皮。
- 二、製作潤餅的麵糊含水量越高，做出的潤餅皮會有濕度且 Q 彈，保存期間較不會乾裂，使用水粉比 1.1 的水調麵糊可添加 0.2% 海藻酸鈉來改變麵糊的流變性，做出更有韌性的潤餅皮。
- 三、由本研究找出適合用來做抹皮潤餅的最佳配方如下：
 - （一）無添加配方：水粉比 1 的高筋或中筋麵糊都適合用來操作抹皮潤皮的製作，但水粉比 1 的中筋麵糊配方除了有適當的黏手性及黏稠性，麵糊在手上流速慢，麵筋強度不會造成麵糊回縮，新手好操控，有利於麵糊在熱鍋上的鋪展，使得加熱凝膠化的餅皮厚薄、彈力及耐水程度與市售餅皮接近。
 - （二）有添加配方（潤餅皮彈性最佳）：水粉比 1.1 的中筋水調麵糊加入 0.2% 的海藻酸鈉，此配方的麵糊流變性適合來操作抹皮潤餅，做出的潤餅皮彈性最好，捲料時比較不容易破裂。
 - （三）有添加配方（潤餅皮耐水性最佳）：水粉比 1.1 的高筋水調麵糊加入 0.2% 的海藻酸鈉，此配方的麵糊流變性也適合來操作抹皮潤餅做出的潤餅皮耐水性最好，包捲高水分的食材較不容易浸濕露餡。

柒、參考資料

- 一、Cookinn Taiwan 旅人料理教室（2024 年 4 月 8 日）。老師傅怎麼製作潤餅皮快來聽聽最資深又最科學化的國寶風雨老師說分明。<https://www.facebook.com/cookinn.tw/posts/>
- 二、【看我「七」十二變 ~找出七餅皮黃金比例的十二道工法】。《56 屆全國科展 國小組生活應用科》
- 三、黃玲霞（2012），麵粉特性對潤餅皮麵糰和產品品質之影響〔未出版之碩士論文〕。國立海洋大學食品科學系。
- 四、高子嵐等（2020）。小麵點大學問—各式異國餅皮大集合。科學月刊，605 期，P58-61。
https://www.scimonth.com.tw/archives/3974?utm_source=chatgpt.com（2020 年 5 月 1 日）
- 五、胡中行（2022）。製作完美可麗餅的終極物理廚技。<https://pansci.asia/archives/350866>
- 六、Dcard.（2024 年 3 月 31 日）。手作潤餅皮。<https://www.dcard.tw/f/cooking/p/255132526>
- 七、Cookpad食譜作者堂堂（2023 年 4 月 5）。自製潤餅皮。
<https://cookpad.com/tw/%E9%A3%9F%E8%AD%9C/16882498>
- 八、蔬食媽媽培仁（2019 年 10 月 11 日）。薄到會透光的單餅。
https://www.youtube.com/watch?v=k_Z_vJ0Kzm8
- 九、食品中的流變學測量方法（2021 年 11 月 29 日）。
<https://read01.com/0dMdxOD.html><https://read01.com/zh-tw/0dMdxOD.html>

【評語】 082909

1. 本研究利用高筋和中筋麵粉調配水粉比為0.8~1.1的水調麵糊，透過單位面積麵糊黏手的重量、流速、斷裂時的臨界質量及斷裂點的回縮實驗，探討水調麵糊的流變性及對抹皮潤餅製作的影響，並以添加海藻酸鈉來改善潤餅皮之彈性和耐水性。研究主題明確且生活化，研究成果具應用價值。
2. 建議加強研究內容中關鍵材料選擇依據之說明。耐水性實驗之流程設計未完善，宜再檢視實驗之控制變因。

作品海報

掌中糊～

探討水調麵糊流變性及對抹皮潤餅制作的影響

摘要

本研究利用高筋和中筋麵粉調配水粉比為0.8~1.1的水調麵糊，透過單位面積麵糊黏手的重量、流速、斷裂時的臨界質量及斷裂點的回縮實驗，探討水調麵糊的流變性及對抹皮潤餅製作的影響，並嘗試以海藻酸鈉來改變麵糊流變性，調出適合新手製作的抹皮麵糊。實驗結果以中筋麵粉水粉比1的麵糊黏手性、流速適當，麵筋強度不會造成麵糊回縮，加熱凝膠化的餅皮厚薄、彈力及耐水程度與市售餅皮接近。水粉比1.1的中筋水調麵糊加入0.2%的海藻酸鈉，做出的潤餅皮彈性最好，捲料時比較不容易破裂。水粉比1.1的高筋水調麵糊加入0.2%的海藻酸鈉，做出的潤餅皮耐水性最好，包捲高水分的食材較不容易浸濕露餡。

研究動機與目的

一、研究動機

每到清明節，到市場排隊搶購現做的潤餅皮，回家後如果沒有保存好，等到要包料時，餅皮總會變乾，一包餡料就會破皮；有些餅皮遇到水分高的食材就浸濕漏餡，看著家人每次要吃這節慶食品這麼麻煩，我就問老師潤餅皮可以在家自己做嗎？參考著網路上各種潤餅麵糊獨家配方，依樣畫葫蘆的照做，就是做不出成張的潤餅皮，這讓我們非常懊惱。到底要如何調出任手操控的潤餅麵糊，並完成Q彈的潤餅皮，所以我們試著從麵糊流變學的角度來找出適合新手操作的抹皮潤餅麵糊特性。

二、研究目的

- (一) 網路潤餅麵糊配方及作法分析。
- (二) 探討高筋與中筋水粉比為0.8~1.1水調麵糊的流變性。
- (三) 探討水調麵糊受熱鋪展與凝膠化現象。
- (四) 探討溫度對水調麵糊凝膠化的影響（以B3麵糊為例）。
- (五) 探討添加海藻酸鈉對水粉比1.1的水調麵糊流變性及凝膠性的影響。
- (六) 自製餅皮與市售餅皮彈性及耐水性比較。

三、文獻探討

(一) 潤餅

潤餅皮依做法程序不同分成「抹皮」和「淋皮」，潤餅皮的麵糊是以麵粉和水調和而成的水「水調麵糊」，依照每100公克麵粉添加的水量不同，可區分為三種類型的麵糊，添加水量由少到多分為「麵團」、「粘糊狀麵團」、「麵糊」。本研究目的想探討傳統市場中以抹皮方式製作潤餅的麵糊，以「粘糊狀麵團」、「麵糊」這兩類水調麵糊為主，低筋麵粉的水粉比為0.8時，就會呈現稀水麵糊，無法在手中停留，不適合用來製作抹皮潤餅，因此選用中筋及高筋麵粉的水粉比為0.8~1.1為實驗配方。

(二) 水調麵糊流變性

「食品流變學」是一門研究食品原材料、半成品、成品在儲存、加工、操作處理以及食用過程中產生的變形與流動的科學，包括食材的流動行為、受力後的結構變化、受熱產生軟化、凝膠化或糊化等特性改變。本研究所以探討的水調麵糊主要成分為麵粉與水，其中麵粉成分包含約75%的澱粉、6-17%的蛋白質（麩質蛋白和醇溶蛋白）、脂肪、水、礦物質以及少量的維生素和酶類。當水和麵粉混合並攪拌時，這些蛋白質會吸水並形成麵筋網絡，再透過攪拌與拉折，麩質蛋白和醇溶蛋白相互結合，形成一個彈性和可伸展的麵筋網絡。麵筋結構的強弱會影響麵糊流動及黏性等性質。當水調麵糊受到外力作用時表現出的流動和變形特性就是麵糊的流變性，可透過實驗方法測量麵糊的黏手性、流速和回縮等，做為食品製作的參考。

(三) 潤餅麵糊配方分析

表1 網路潤餅食譜與做法分析（下表內容由作者整理）

參考食譜	配方	做法	研究者分析
手作潤餅皮	高筋或中筋麵粉200克 水300克 鹽巴1小匙	用刷子刷煎方式	此配方水粉比高達1.5，屬於流動性高的麵糊，做法以刷皮方式製作。
Cookpad自製潤餅皮	中筋麵粉200克 水300克 鹽巴2小匙	均勻塗抹於平底鍋內，等邊緣翹起	此配方水粉比高達1.5，屬於流動性高的麵糊，做法以刷皮方式製作。
蔬食媽媽培仁-薄到會透光的單餅	中筋麵粉300克 水300克(其中水100克是100度滾水)	用燙麵方式做麵團，以桿皮方式乾烙	此配方水粉比為1，採燙麵方式，可形成麵團，此麵團不利在鍋面鋪展，適合以桿皮方式製作。

(四) 傳統抹皮潤餅皮製作流程及分析

參考網路貼文~【老師傅怎麼製作潤餅皮快來聽聽最資深又最科學化的國寶風雨老師說分明】，實驗者將抹皮製程整理如下：

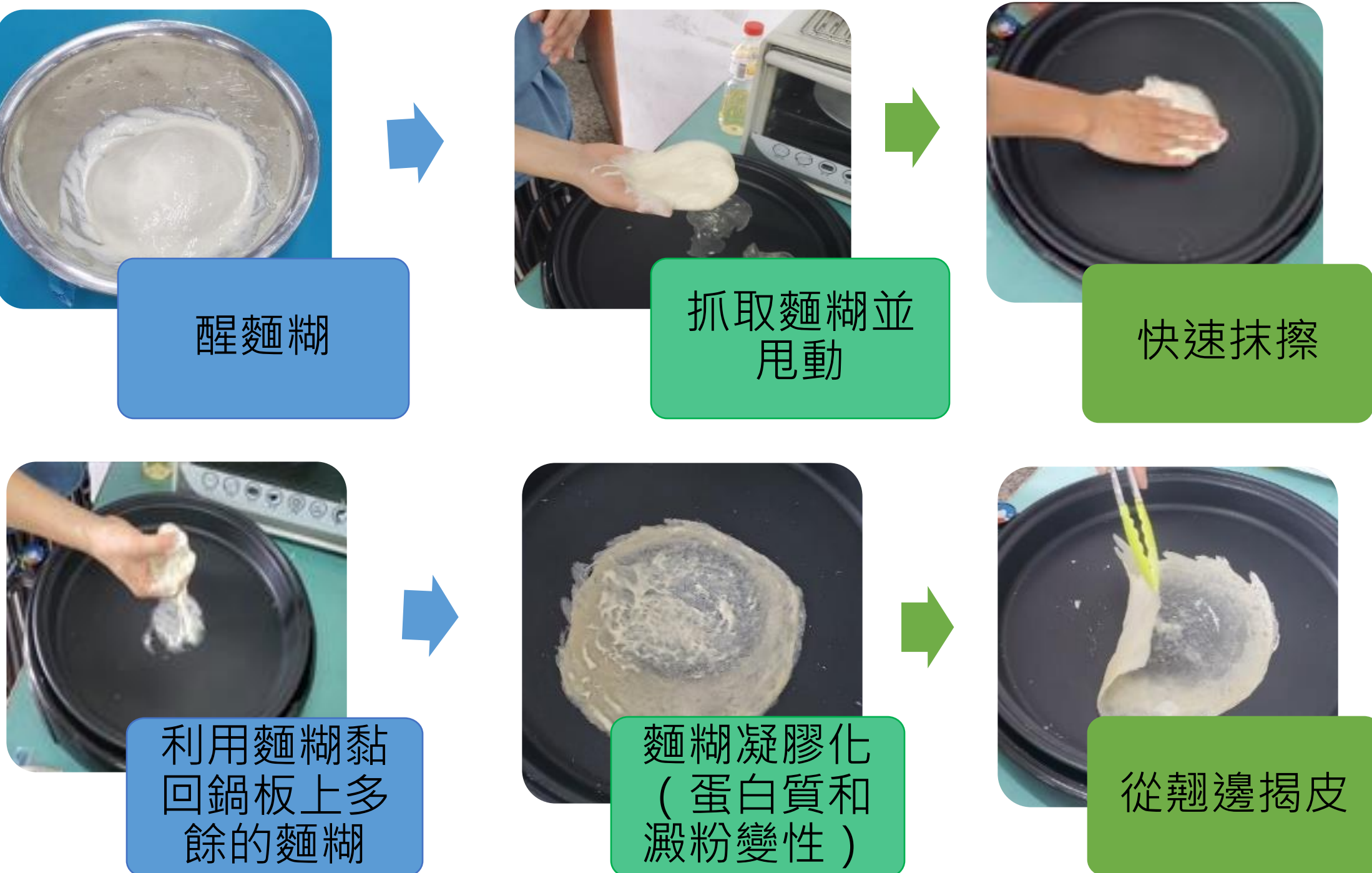


圖1 傳統抹皮潤餅製作流程（圖1內所有照片均為作者拍攝）

總結抹皮潤餅皮製作成功的關鍵：麵團、鍋溫、技術

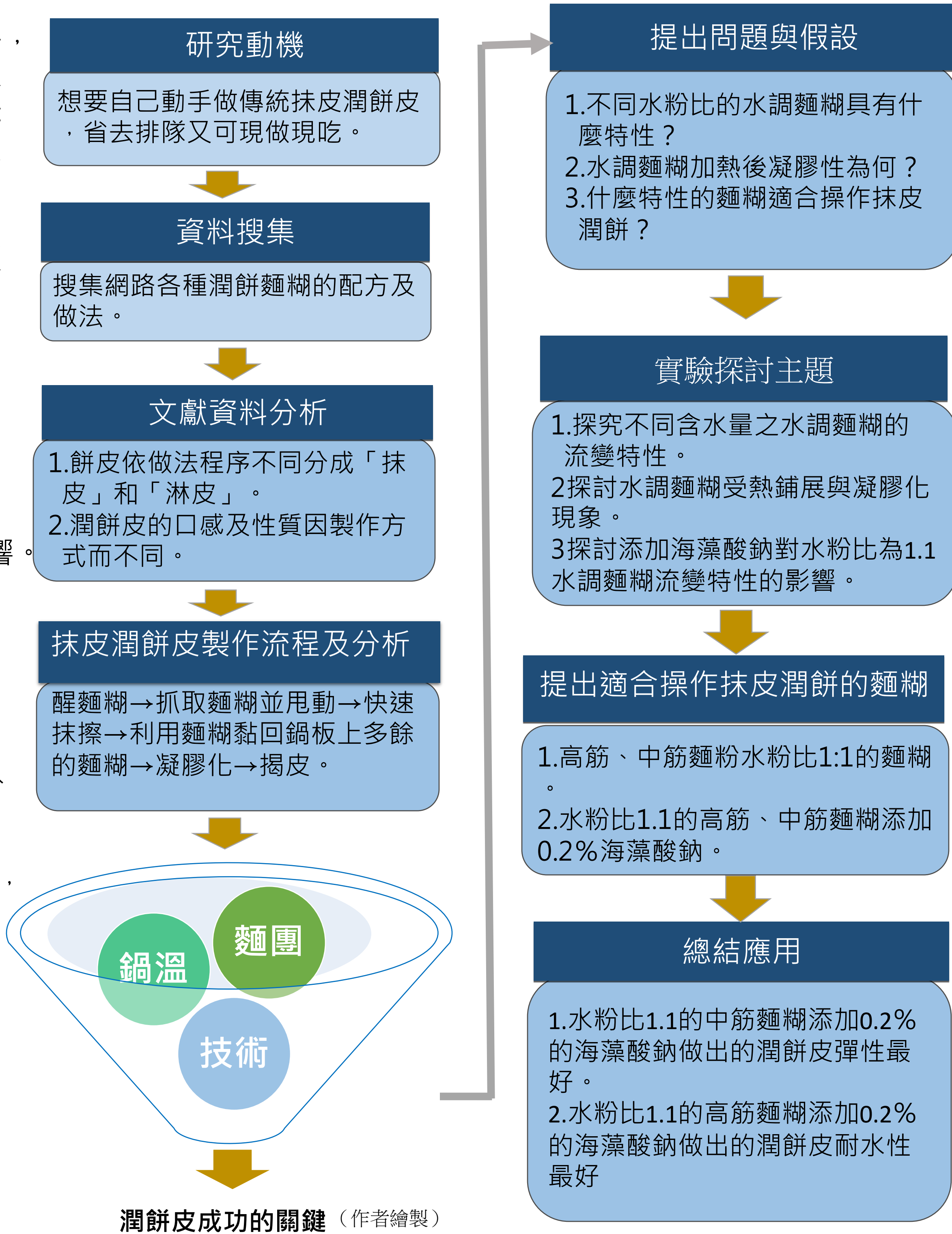


圖2 潤餅皮製作成功的關鍵（作者拍照與繪製）

研究過程與方法

一、研究架構圖

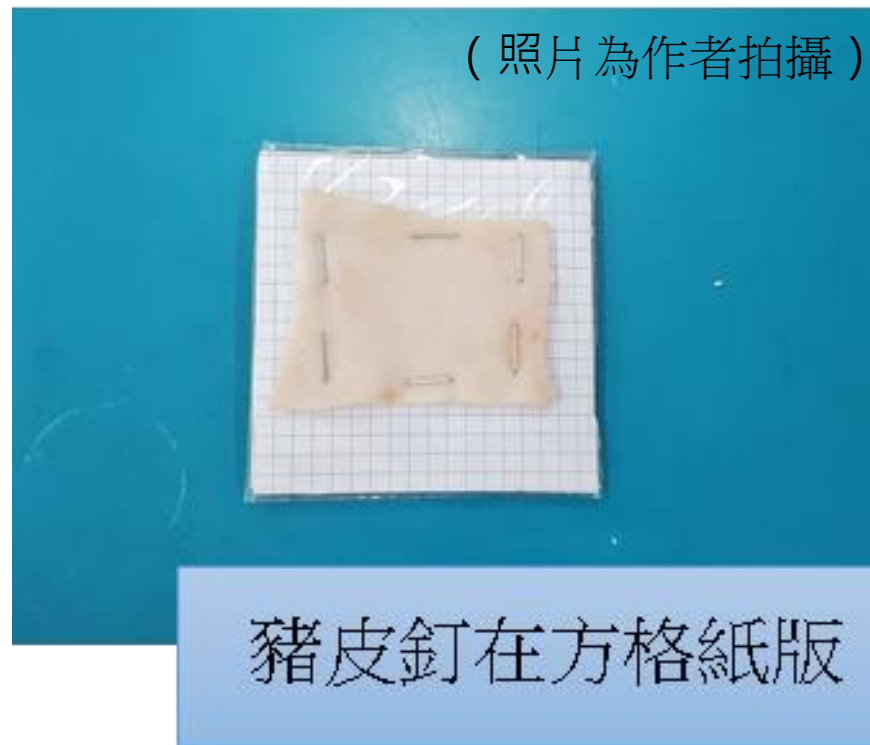
（作者繪製）



二、研究方法

本研究擬從以下幾個面向來分析潤餅麵糊的流變性：

(一)單位面積麵糊黏手的重量（反應麵筋結構的特性）：將麵糊倒入盤子內，取適當大小的豬皮（酒精清洗去除過多油脂）釘在方格紙板上，以150公克的砝碼壓入麵糊中，測量黏在豬皮上的麵糊重量，重複5次。計算單位面積麵糊的重量（mg/cm²）。



豬皮釘在方格紙版



150公克砝碼壓入麵糊

(二) 麵糊流速測量（反應麵糊的黏稠性）：水調麵糊流動特性可反應出麵糊的黏稠性，麵糊黏稠性高，越不容易流動，反之，麵糊黏稠性低，流速越快。本研究以下方式測量麵糊流速，取30公克的麵糊，放於抹油的量杯中，倒置於有洞的勺子中間，測量麵糊掉落到10公分容器底部最快所需的時間，並計算出麵糊的流動速度。

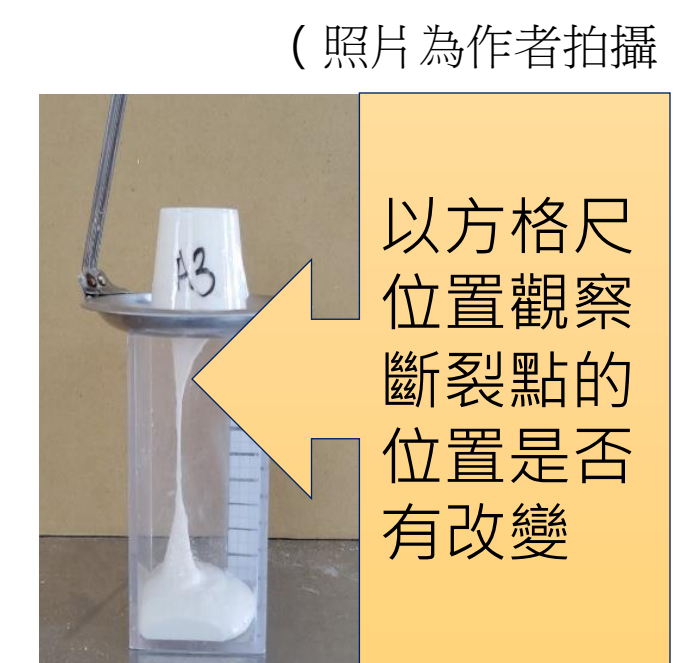


(三)麵糊內聚力測量（反應麵糊的內聚力）：

麵糊受外力作用時，分子間的作用力可能受影響，當重力與分子間作用力相互作用後，若分子間作用力無法抗拒重力時，麵糊就會產生斷裂，我們取用斷裂時的臨界質量來反應麵糊本身的分子間作用力，測量方法是取15公克的麵糊，放入注射針筒內，利用500公克的力量擠壓，使麵糊自然落下，測量落下麵糊的臨界質量。



（照片為作者拍攝）



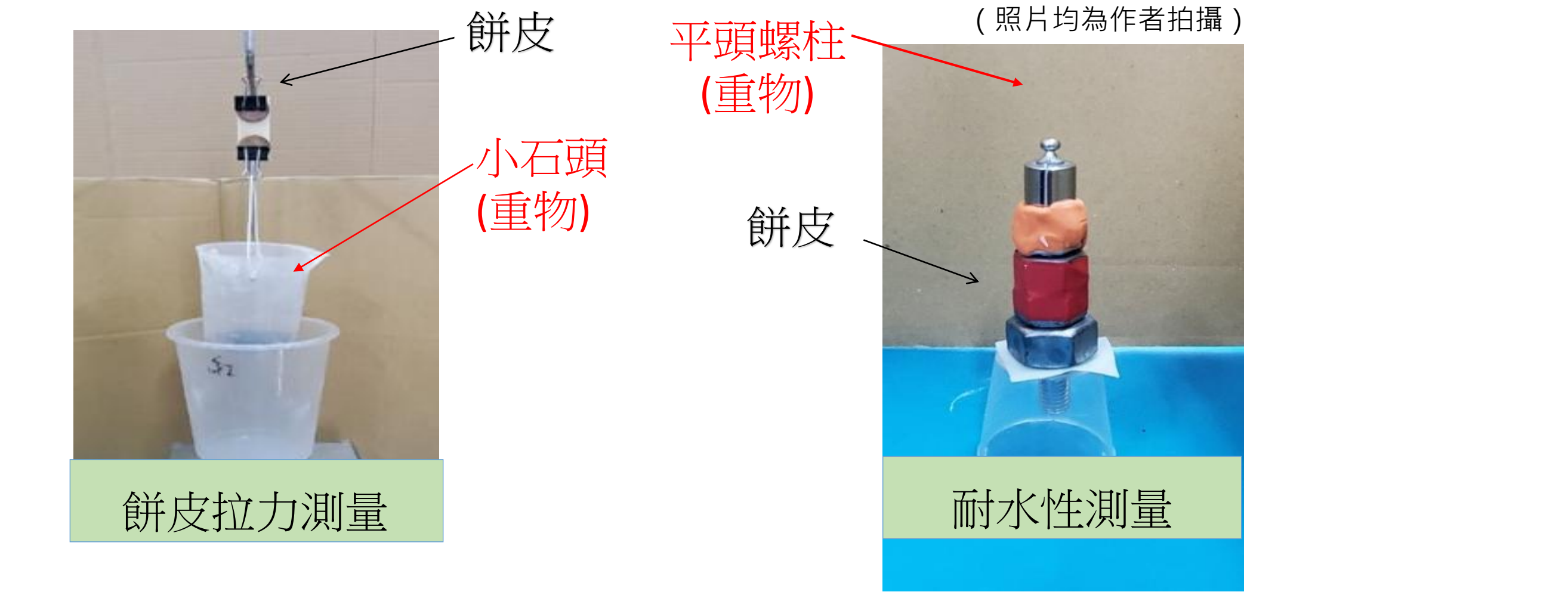
（照片為作者拍攝）

(四)麵糊斷裂點的回縮類型（麵糊的彈性）：麵糊的彈性取決於麵筋的彈性，當麵筋彈性大時，麵糊斷裂點會產生回縮；反之若麵筋結構無彈性，則麵糊斷裂後，又因重力會持續落下。本研究取30公克的麵糊，放於抹油的量杯中，倒置於有洞的勺子中間，以手機慢動作攝影，觀察斷裂點回縮情形，將回縮情形分成三類。

- 1.類型一：麵糊斷裂點靜止，無回縮現象。此類型的麵糊在達到斷裂點後，能夠保持穩定，不會產生任何回縮，麵糊具有麵筋結構，但麵筋彈性不明顯。
- 2.類型二：麵糊斷裂點後，麵糊立即向上明顯回縮，顯示該麵糊具有一定的彈性(筋性)或是表面張力。
- 3.類型三：麵糊斷裂點後繼續向下流動，直到麵糊完全落下。顯示該麵糊黏稠性不佳，麵糊的筋性強度差，不具彈性。

(五)潤餅皮彈性及耐重性測量：

品質好的潤餅皮具有彈性，包入食材後不容易破裂，遇到有水的食材也是不易破，本研究做出的餅皮將與市售潤餅皮進行簡易的測量彈性及耐水性測量，以下圖裝置測量麵皮可承受的拉力大小，以此力量做為餅皮具有彈性的指標。

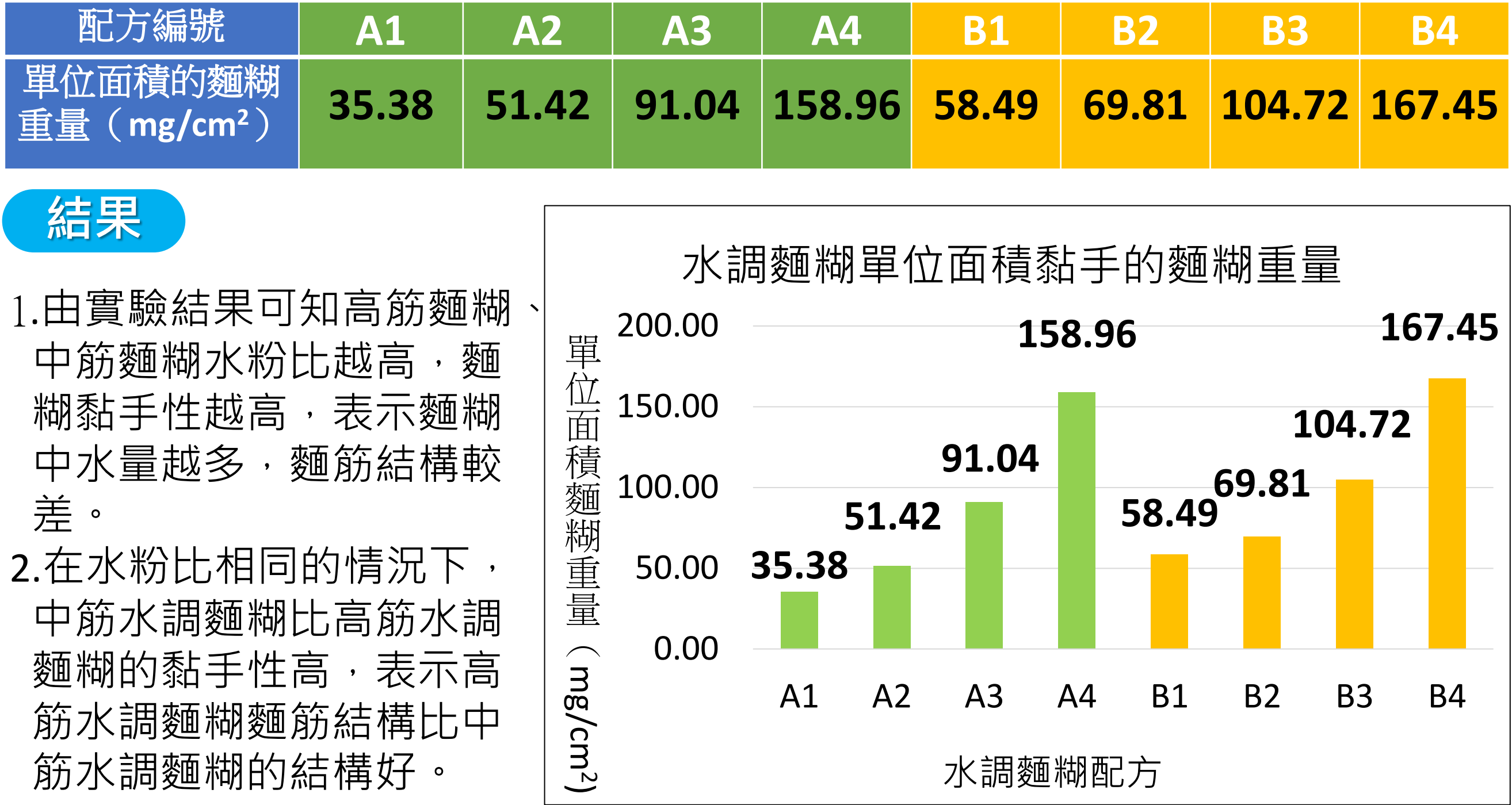


研究結果

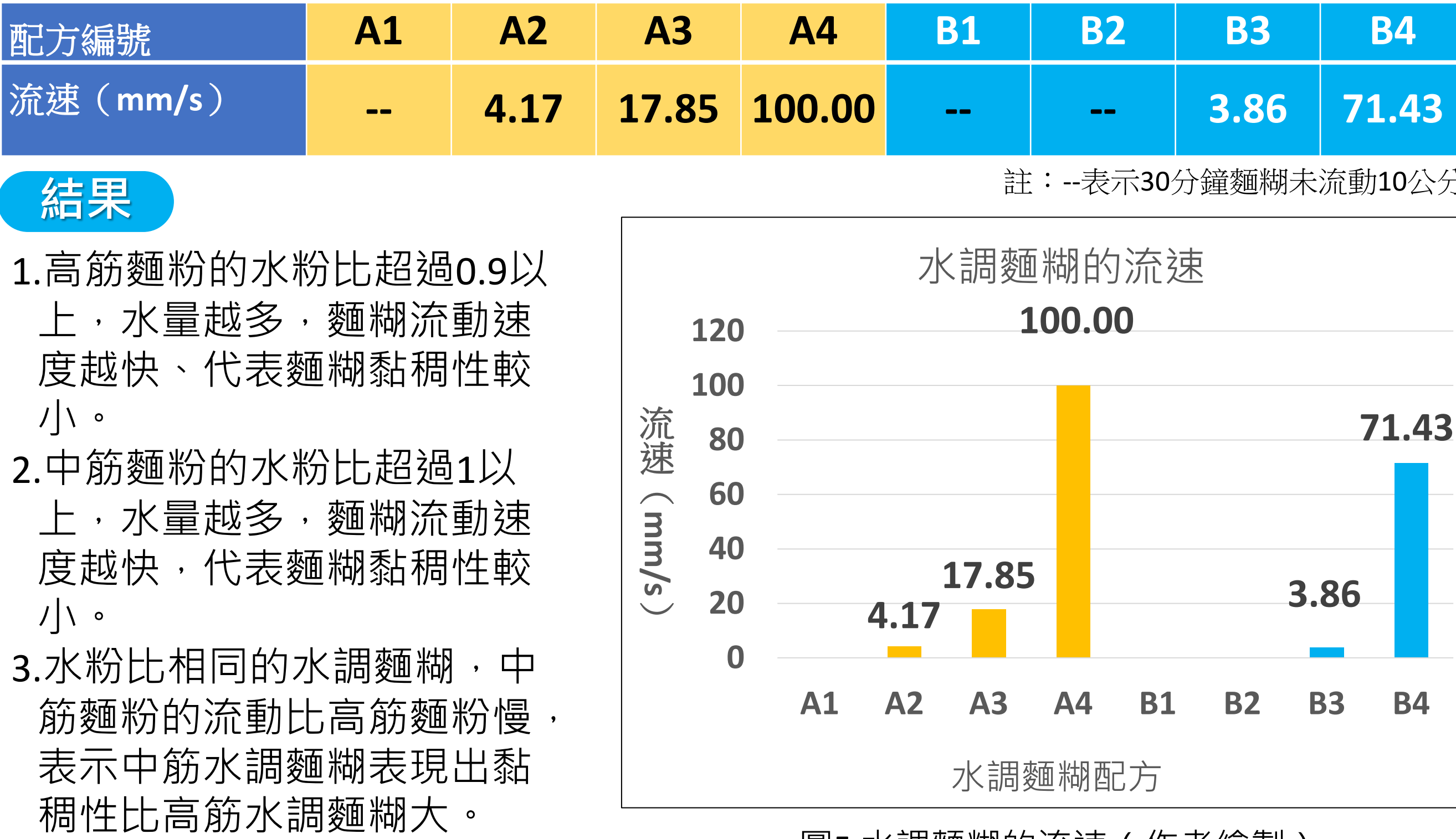
實驗一：探討高筋與中筋水調麵糊的流變性

表3 高筋麵糊和中筋麵糊配方表（ 作者繪製） （配方食鹽均為1g）								
配方編號	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4
水（g）	80	90	100	110	80	90	100	110
麵粉（g）	高筋麵粉				中筋麵粉			
	100	100	100	100	100	100	100	100
水粉比	0.8	0.9	1.0	1.1	0.8	0.9	1.0	1.1

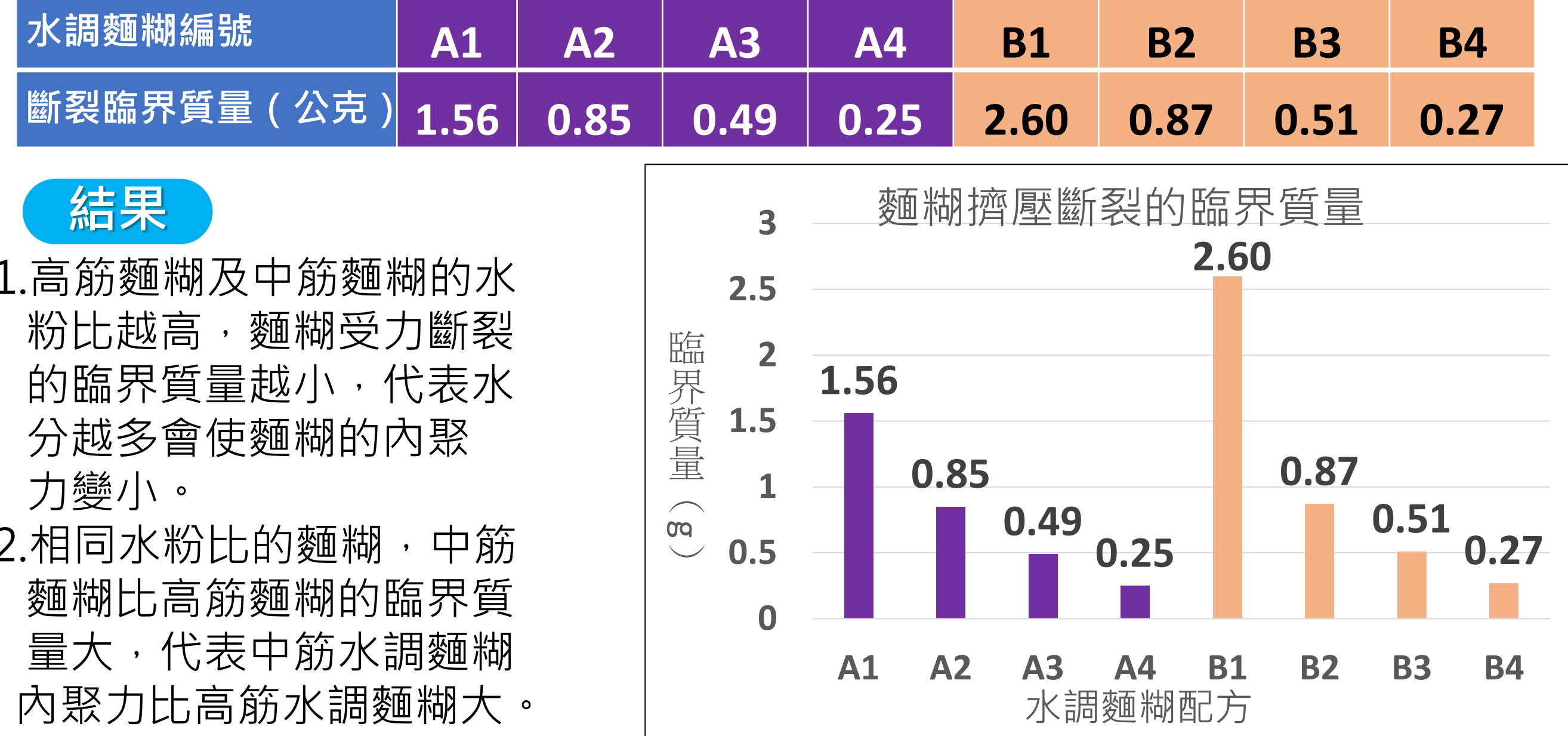
一、麵糊筋性的測量：(表5)



二、探討水調麵糊流動性：(表6)



(三) 麵糊內聚力測量：(表7)



(四) 麵糊斷裂點的回縮類型測量

表8 高筋水調麵糊斷裂點回縮情形： （下表照片均為作者拍攝）				
配方	斷裂前	斷裂點	斷裂後	回縮特性
A1				麵糊無法受重力拉斷
A2				類型一：麵糊斷裂點後，麵糊立即向上回縮。斷裂後，麵糊3秒回縮約1公分。
A3				類型二：麵糊斷裂點後，斷裂點停留回縮不明顯。
A4				類型三：麵糊斷裂點後繼續向下流動，直到麵糊完全落下。

表9 中筋水調麵糊斷裂點回縮情形				(照片均為作者拍攝)
配方	斷裂前	斷裂點	斷裂後	回縮特性
B1				30分鐘無斷裂
B2				30分鐘無斷裂
B3				類型二：麵糊斷裂點靜止，無回縮現象。
B4				類型三：麵糊斷裂點後繼續向下流動，直到麵糊完全落下。

結果

1、當麵糊受重力作用產生斷裂後，上方麵糊的流動類型分為3類，類型一斷裂點往上明顯回縮，類型二斷裂點幾乎靜止，類型三斷裂點繼續落下。

2、由實驗發現配方A2屬於類型一的麵糊，此配方麵糊表面張力大，造成回縮現象，此類型的麵糊不利與鍋面的附著力。配方A3、B3屬於類型二的麵糊，此配方麵糊較易被手操控及增加鍋子的附著力，有利於抹皮麵糊的操控性。配方A4、B4屬於類型三的麵糊，此配方麵糊有利於在鍋面的鋪展及附著力，但麵糊無法長時間停留在手中，不利於操作及收回剩餘麵糊。

實驗二：探討水調麵糊受熱鋪展與凝膠化現象

表10 高筋水調麵糊受熱鋪展與凝膠化結果 （照片均為作者拍攝）				
配方編號	配方A1	配方A2	配方A3	配方A4
麵糊與鍋子鋪展與附著情形				
餅皮凝膠與鍋子的附著情形				
麵糊回收				
餅皮凝膠				
# 平均重量	餅皮很薄	0.85g（薄）	1.09g（中）	2.17g（厚）

註：# 12.56cm²潤餅皮的平均重量

表11 中筋水調麵糊受熱鋪展與凝膠化結果 （照片均為作者拍攝）				
配方編號	配方 B1	配方 B2	配方 B3	配方 B4
麵糊與鍋子鋪展與附著情形				
餅皮凝膠與鍋子的附著情形				
麵糊回收情形				
餅皮凝膠				
# 平均重量		0.70g(薄)	1.24g(中)	1.59g(厚)

結果

1.A1、B1配方麵團水量少，成團性佳，但麵團與鍋子的附著力小，所以麵糊無法在鍋面鋪展開來。

2.A2、B2配方麵團成團性佳，手可握麵團在鍋面鋪展，剩餘麵團可以回收，但因麵團水分較少，所以沾黏在鍋上的麵糊較少，導致餅皮較薄。

3.A3、B3配方的麵糊具有類流動體的特性，手可握麵團在鍋面鋪展；此配方含水量較多，所以沾黏在鍋上的麵糊量多，餅皮較B2、A2厚。

4. A4、B4配方的麵糊麵糊水稀，具有好的流動性，但手部無法控制麵糊在鍋面順利鋪展，只能用刷塗方式，餅皮厚度較A3、B3厚。

實驗三：探討溫度對B3麵糊受熱凝膠化的影響

表12 不同加熱溫度對B3麵糊受熱凝膠化結果 （照片均為作者拍攝）					
鍋子溫度	120度	140度	160度	180度	200度
麵糊與鍋子的附著力					
餅皮與鍋子的附著力					
# 餅皮平均重量	0.97 g	0.69 g	0.59 g	0.59 g	*

註-*表示餅皮無法完整取下 # 12.56cm²潤餅皮的平均重量

1.在120℃時，麵糊與鍋具良好粘附，餅皮熟化約30秒無翹邊，輕鬆脫離。140℃時，餅皮熟化約25秒有輕微翹邊，仍可脫離。

2.當溫度達160℃，熟化約20秒，翹邊現象明顯，但能輕鬆脫離。到達 180℃時，熟化僅需約5秒，仍能脫離，但翹邊更為明顯。

3.在200℃時，餅皮熟化約3秒，翹邊及焦化現象明顯，仍可輕鬆脫離，需熟練抹皮技術及揭皮速度，否則餅皮會出現焦黃現象。

實驗四：探討添加海藻酸鈉對水調麵糊流變性及凝膠性的影響

表4 粉水比1.1水調麵糊添加海藻酸鈉比例配方
(1 0 0 公克麵粉所含海藻酸鈉比例)

配方編號	A4-1	A4-2	A4-3	配方編號	B4-1	B4-2	B4-3
海藻酸鈉比例	0.1%	0.2%	0.3%	海藻酸鈉比例	0.1%	0.2%	0.3%

(一) 添加海藻酸鈉的水調麵糊筋性測量

表13 添加海藻酸鈉的水調麵糊黏手的單位面積重量

配方編號	A4	A4-1	A4-2	A4-3	B4	B4-1	B4-2	B4-3
麵糊重量 (mg/cm²)	158.96	121.23	91.98	29.72	167.45	100.47	79.72	50.00

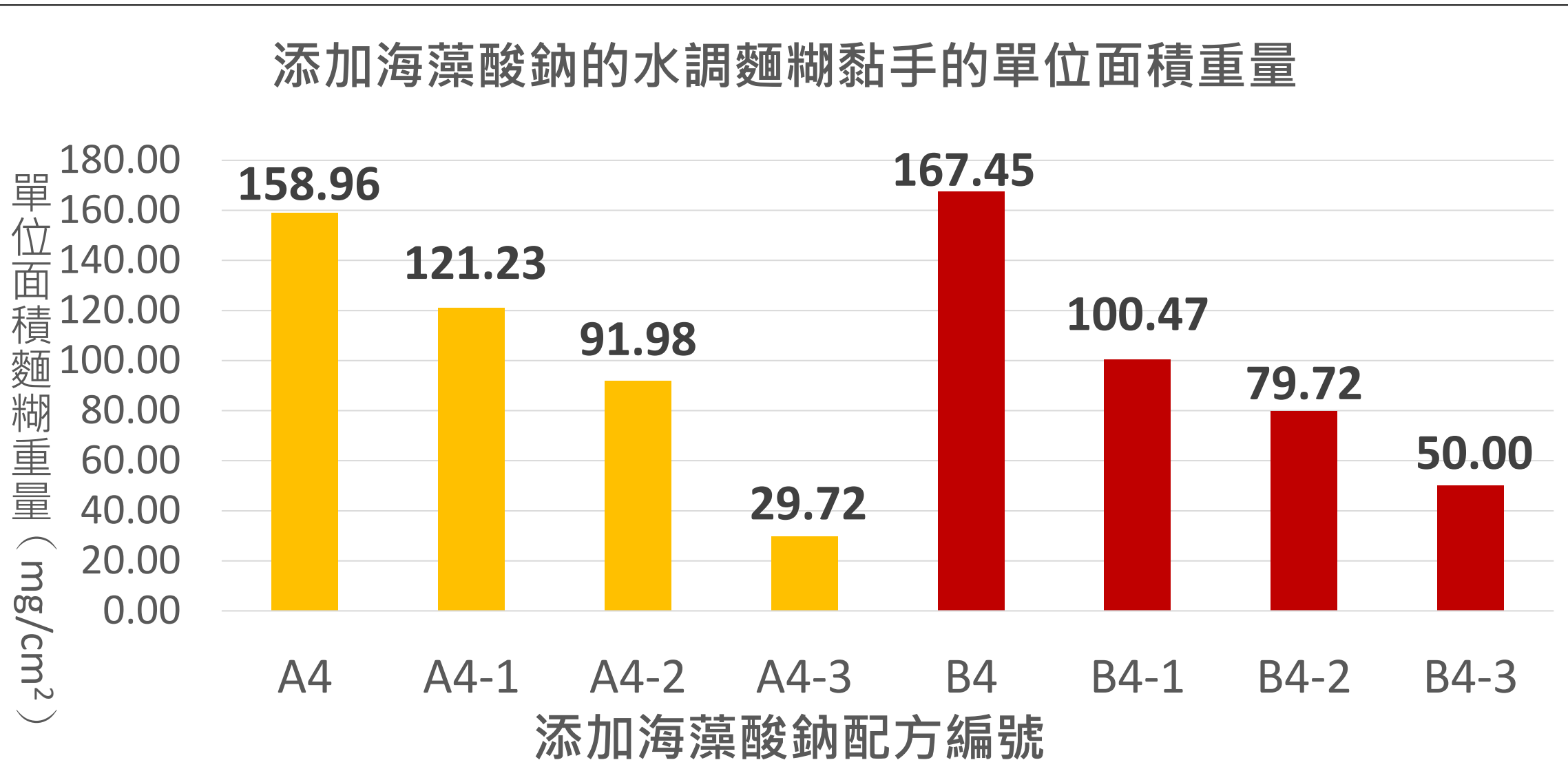


圖7 添加海藻酸鈉的水調麵糊黏手的單位面積重量 (圖為作者繪製)

結果

- 1.添加海藻酸鈉可以改變麵糊的麵筋強度，添加的量越多，麵糊麵筋強成團性越好，黏手性會降低。
- 2.A4-2的麵糊黏手單位面積重量與A3 (91.04mg/cm²) 接近，B4-1的麵糊黏手單位面積重量與B3 (104.72mg/cm²) 接近。

(二) 添加海藻酸鈉的水調麵糊黏稠性測量

表14 添加海藻酸鈉水調麵糊的流速

配方編號	A4	A4-1	A4-2	A4-3	B4	B4-1	B4-2	B4-3
流速 (mm/s)	100.00	76.92	47.62	2.26	71.43	52.63	43.48	3.29

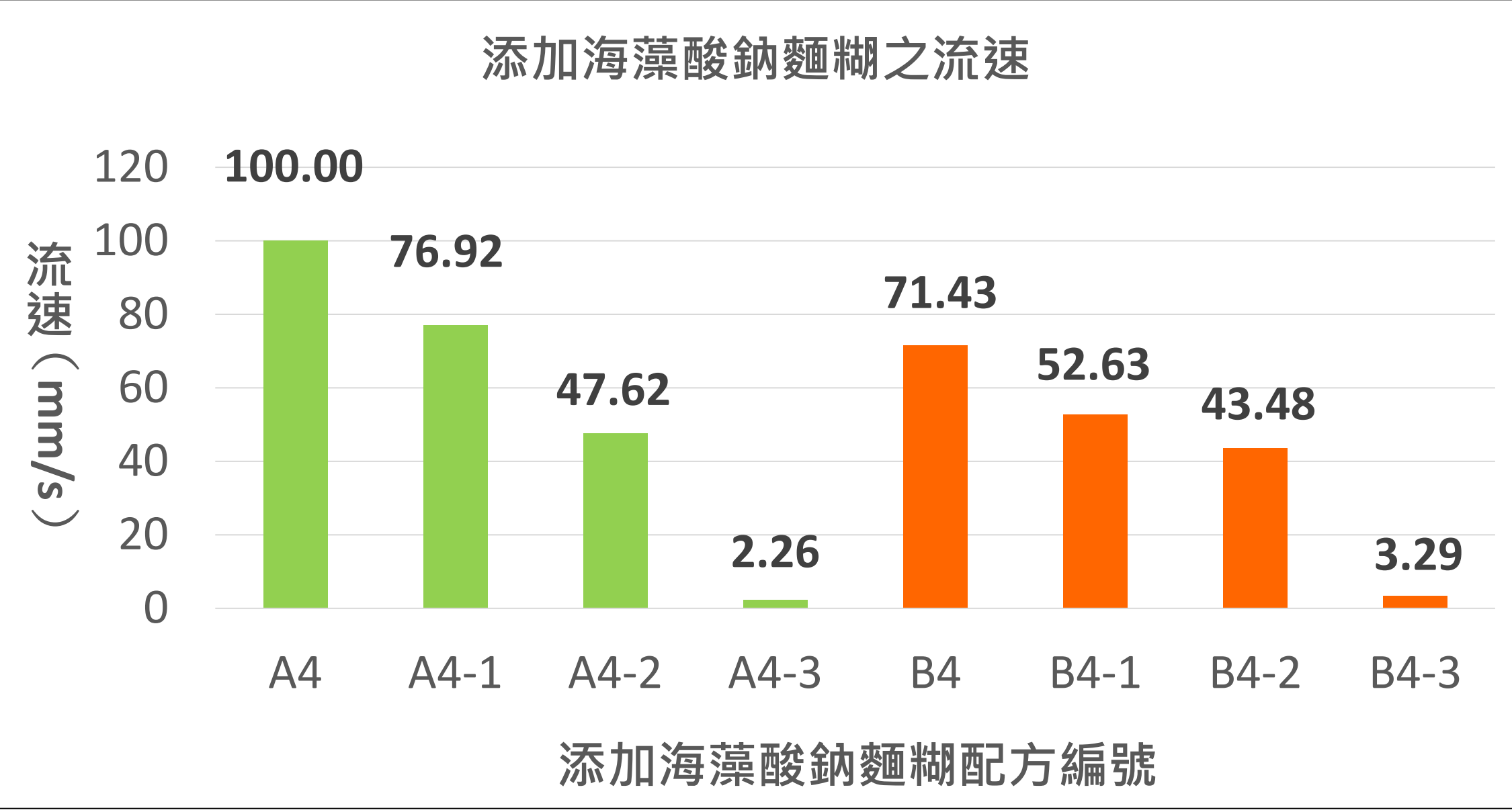


圖8 添加海藻酸鈉水調麵糊的流速 (圖為作者繪製)

結果

- 1.添加海藻酸鈉可使麵糊黏稠性變高，海藻酸鈉吸水性高，添加比例不超過麵粉的0.3%。
- 2.水粉比1.1高筋水調麵糊添加0.2%的海藻酸鈉，可使麵糊的黏稠性介於A3及A4配方之間，若添加0.3%的海藻酸鈉，黏稠性介於A1及A2配方之間，麵糊幾乎不流動。
- 3.水粉比1.1中筋水調麵糊添加0.2%的海藻酸鈉，可使麵糊的黏稠性介於B3及B4配方之間，若添加0.3%海藻酸鈉，黏稠性介於B2及B3配方之間，麵糊可輕微流動。

(三) 添加海藻酸鈉麵糊擠壓斷裂之臨界質量

表15 添加海藻酸鈉麵糊擠壓斷裂之臨界質量

配方編號	A4	A4-1	A4-2	A4-3	B4	B4-1	B4-2	B4-3
質量 (g)	0.25	0.30	0.33	0.63	0.27	0.36	0.40	0.64

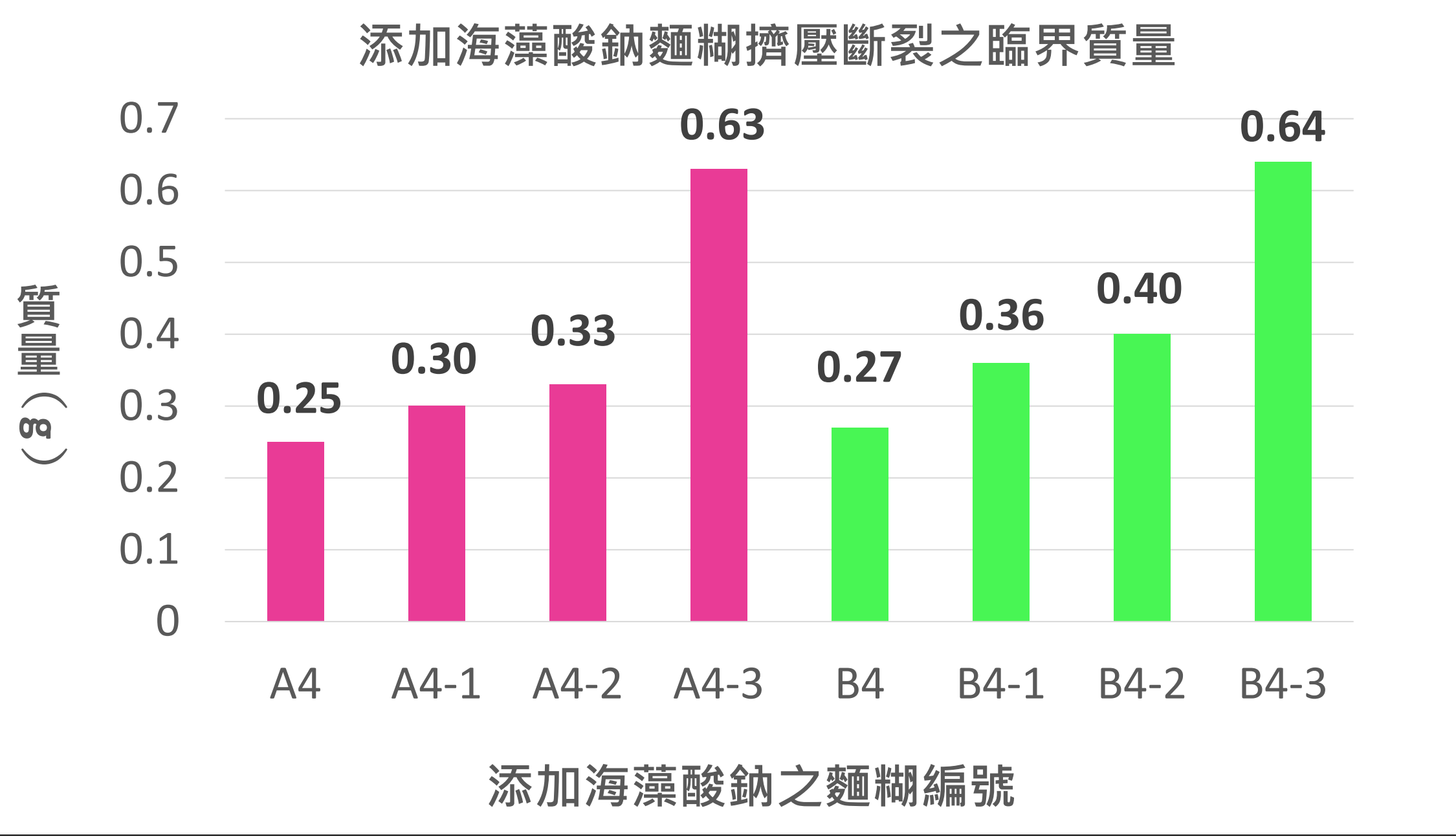


圖9添加海藻酸鈉麵糊擠壓斷裂之臨界質量 (圖為作者繪製)

結果

- 1.添加海藻酸鈉可以增加麵糊分子間的作用力，當麵糊被擠壓時，斷裂的臨界質量變大，顯示麵糊不易斷裂，因此麵糊停留在手上的期間，麵糊不會滴落。
- 2.添加0.3%的海藻酸鈉，麵糊被擠壓時呈現條狀不易斷裂。

(四) 探討添加海藻酸鈉水調麵糊的凝膠性

表16.17 添加海藻酸鈉水調麵糊的凝膠性 (表中照片均為作者拍攝)

配方編號	麵團完成狀態	麵糊與鍋子附著力	餅皮凝膠與鍋子的附著	餅皮凝膠	# 餅皮平均重量
A4-1					無法抹皮
A4-2					1.35g(厚)
A4-3					1.04g(薄)
B4-1					無法抹皮
B4-2					1.48g(厚)
B4-3					0.88g(薄)

註： # 12.56cm²潤餅皮平均重量

結果

- 1.添加0.1%的海藻酸鈉對麵糊在熱鍋上的凝膠性與A4及B4麵糊相似，麵糊抹上後幾乎整團在鍋上，只能用塗抹的方式使麵糊成薄片狀。
- 2.添加0.2%的海藻酸鈉對麵糊在熱鍋上的凝膠性與A3及B3麵糊相似，麵糊與鍋子有好的附著力，餅皮凝膠也不沾黏，餅皮平均重量接近市售潤餅皮。
- 3.添加0.3%的海藻酸鈉對麵糊在熱鍋上的凝膠性與A2及B2麵糊相似，麵糊與鍋子有好的附著力，餅皮凝膠也不沾黏但凝膠化的餅皮較薄。

實驗五：自製餅皮與市售餅皮彈性及耐水性比較

表18自製餅皮與市售餅皮彈性及耐水性比較

	市售餅皮	A3	A4-2	B3	B4-2
12.56cm²餅皮平均重量	1.43g	1.09g	1.35g	1.24g	1.48g
餅皮彈性 (N=10)	60.56g	36.29g	39.51g	36.32g	45.78g
*餅皮沾水可承重秒數 (N=5)	9.58秒	3.33秒	7.78秒	4.16秒	6.85秒

註：餅皮滴上200μl水，放上43公克的平頭螺柱，直到螺柱撐破餅皮的時間

討論

- 一、麵粉吸水後會因形成麵筋和澱粉顆粒吸水膨脹造成黏彈性，麵糊的黏性是一種類流體的行為，而彈性則是一種類固體的行為，所以抹皮麵糊需要具有適當的黏彈性。
- 二、麵糊受外力或重力作用時，因下方麵糊的重力與麵糊本身的表面張力產生交互作用，當下方麵糊的重力大於表面張力的臨界值時，麵糊即會斷裂。我們以落下的麵糊重量當作麵糊受力斷裂的臨界質量，臨界質量越大，代表麵糊的表面張力越大。
- 三、麵糊會黏手程度與水分、蛋白質（麵筋）、澱粉以及溫度有關，中筋麵粉的蛋白質含量比高筋麵粉少，所以中筋麵糊的麵筋蛋白交錯形成的網絡結構較差，容易與手產生交互作用而黏手。所以麵糊越黏手，代表麵筋結構越差，實驗中發現水粉比0.8高筋麵糊筋性最強，最不黏手，水粉比1.1中筋麵糊筋性最弱最黏手。
- 四、當鍋板溫度較低時，有利於麵糊與鍋子的附著力，但是餅皮加熱時間過長，餅皮中的水分過多蒸發，容易導致餅皮變得較為乾燥彈性不佳；實驗溫度超過200℃時，麵筋蛋白快速固化，導致餅皮蛋白質結構變得較脆弱，餅皮顏色焦黃。故本研究建議以160-180℃作為潤餅麵糊的最佳熟化溫度。
- 五、海藻酸鈉是由海帶中提取的天然多糖碳水化合物，內含許多天然纖維素，是一種安全的食品添加劑，可以用來當潤餅麵糊增稠劑。取代市售潤餅皮的化工增稠劑。
- 六、添加海藻酸鈉的麵糊流動性降低，在手掌上，不易滴落，提升抹皮操作的穩定性，另外海藻酸鈉能與水結合形成穩定的網狀結構，減少水分流失，餅皮形成凝膠後，海藻酸鈉可提高餅皮的結構強度，並使餅皮保持濕潤，防止變硬。

結論

- 本研究利用高筋和中筋麵粉調配水粉比0.8-1.1的水調麵糊，透過黏手性、流速、斷裂點的臨界質量及斷裂點回縮特質的實驗，探討水調麵糊的流變性及其對抹皮潤餅製作的影響，並嘗試以海藻酸鈉來改變麵糊流變性，調出適合新手製作的抹皮麵糊。
- 由本研究找出適合用來做抹皮潤餅的最佳配方如下：
- 無添加配方**：水粉比1的高筋或中筋麵糊都適合用來操作抹皮潤皮的製作。
- 有添加配方**（潤餅皮彈性最佳）：水粉比1.1的中筋水調麵糊加入0.2%的海藻酸鈉。
- 有添加配方**（潤餅皮耐水性最佳）：水粉比1.1的高筋水調麵糊加入0.2%的海藻酸鈉。

參考資料(略)