

中華民國第 54 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

080823

有米樂一米製麵包成品之探討

學校名稱：彰化縣彰化市南郭國民小學

作者： 小四 謝浣兒 小四 蕭立楷 小四 劉力慈	指導老師： 龍麗華 吳佩紋
-----------------------------------	---------------------

關鍵詞：米麵包、鬆軟度、彈性與韌性

有米樂—米製麵包成品之探討

摘要

我們針對各種類型的米製麵包進行探討，比較其外觀和內部組織、鬆軟度、彈性、韌性和保存變化的差異。

研究結果顯示：在來米粉的含量越多，麵包表皮龜裂越明顯，鬆軟度、彈性越差，但韌性越好。蓬萊米粉製麵包則有較佳的彈性，糙米粉和糯米粉製的麵包與完全使用高筋麵粉製成的麵包，口感很類似。另添加小麥蛋白粉的米穀粉麵包，較有彈性。自製麵包多數在第四天會開始發霉，隨時間擺放越久，麵包會因老化產生形變。

以米穀粉製作麵包，可促進米食消費，又具營養價值。對於愈來愈重視食安問題或對小麥過敏的民眾，可有另一個新選擇。

壹、研究動機

同學的媽媽帶了自製的米麵包來與大家分享。聽到「米麵包」這三個字的時候，大家都想知道它的味道如何。品嚐後，味道和麵包沒有差很多，口感 Q 軟，嚼久了米香還會散發出來，真好吃！

美味的米麵包引起了我們的好奇心，查資料後發現，米麵包在最近相當風行。一方面是因為一連串的食品安全事件，使民眾開始重視食品加工的問題，轉而在家中自製麵包。另一方面，稻米雖是我們的主食，但台灣人每年消耗的米量大幅減少，麵粉的消耗量卻有增加的趨勢。因而出現了許多的創意米食。那麼，到底「米」真的能做出麵包嗎？和麵粉所製作的麵包有什麼差別呢？這些疑問促使我們展開了這次的研究。

◎與課程相關單元：自然與生活科技第六冊【力與運動】第七冊【防鏽與防腐】

貳、研究目的

- 一、探討純麥製麵包與米製麵包之差異。
- 二、探討不同在來米粉比例所製麵包之差異。
- 三、探討不同種類的米穀粉所製麵包之差異。
- 四、比較各式米製麵包的存放變化。

參、文獻探討

一、麵包製作原料

- (一) 高筋麵粉：高筋麵粉所含蛋白質高於其他筋性麵粉(蛋白質含 12~15%)，麵粉與水攪拌混合後，蛋白質會結合在一起形成麵筋，通常做為麵包烘焙的主原料。
- (二) 酵母粉：利用酵母將糖轉換成二氧化碳和酒精，使麵團膨脹、蓬鬆。研究中使用的是乾酵母粉。

- (三) 小麥蛋白粉：另稱活性麵筋粉，用來增加麵粉的筋度。
- (四) 在來米粉：在來米所磨成的粉，常用來製作傳統的中式點心，黏性稍差，製品的口感較軟。研究中是以在來米粉為主要米穀粉原料。
- (五) 蓬萊米粉：蓬萊米所磨成的粉，具有點黏又不會太黏的特性，與麵粉相較較無筋性。
- (六) 糯米粉：糯米所磨成的粉，黏性較在來米高，且有柔軟、韌滑的特性。
- (七) 糙米粉：尚未精製過的米加以磨製，含有比白米更多的營養。
- (八) 水：效用在於藉由與麵粉的攪拌作業，產生筋性。麵團易受水溫與濕度的影響，所以需注意水的用量與溫度。
- (九) 奶油：會使麵包口感更細膩。
- (十) 糖：糖可加速麵包發酵，也可以改善麵包的香味、麵包表皮的烤色。
- (十一) 鹽：用以調味與增加麵包的嚼勁。

綜合以上，筋性的形成與麵粉的種類、添加水量、揉搓程度和其他副材料的添加有關係。本研究中旨在比較各式粉類製成的麵包成品，粉類用量（總重為 250g）依各品項麵包的粉類比例計算，由麵包機採統一製程製作麵包，其他副材料一律使用相同的份量。

二、米麵包資料

米麵包主要以米磨碎獲得之米穀粉製作，因為米穀粉本身不具有形成麵包骨架的筋性，除純米麵包外，大多會另添加高筋麵粉或小麥蛋白粉，而米麵包的製作和發酵原理與純麥製麵包並無差別。依米穀粉替代麵粉之比例，米麵包可分為三種：

(一) 麵粉混米穀粉之米麵包

米穀粉與麵粉相互混合製成麵團，米穀粉混合合適比例可介於 20%~30%，此類麵包仍以麵粉為主體，特性與麵粉相同，較利於商業生產。

(二) 米穀粉混麵筋之米麵包

麵團中可加 15%~20%麵筋作為筋度來源，所製成之蛋糕、麵包在日本最受歡迎。

(三) 無麵筋的米麵包

這種麵包難度最高，品質最難符合消費者要求，但卻是歐美地區極力開發之市場。

研究目的即是以此為依據，將純麥製麵包與上述三類米製麵包進行比較。

肆、研究設備及器材

用途	項目
麵包製作	Panasonic 全自動製麵包機 (SD-BMS105T)、電子磅秤、麵包刀、砧板、量筒、湯匙、塑膠淺盤、高筋麵粉、在來米粉、小麥蛋白粉、糯米粉、蓬萊米粉、糙米粉、奶油、砂糖、鹽、酵母粉、水。

實驗 活動	◎外觀和內部觀測 電子磅秤、布尺、相機。 ◎鬆軟度及彈性測試 1000 cm ³ 透明盒、10cmx10cm 及 6cmx8cm 透明片、2kg 重啞鈴、馬表、30cm 長尺、7cm 長刻度貼紙。 ◎韌性測試 35cmx50cm 木板、鐵釘、黃色膠帶（製作測試台）、5cmx6cm 厚紙板紙片、長尾夾、1kg 彈簧吊秤。 ◎保存觀察 相機、夾鏈袋、標籤貼紙、黑色簽字筆、8cmx8cm 透明片、16 開 1mm 方格紙。
----------	--

伍、研究過程與方法

一、麵包相關說明

（一）麵包品項介紹

依據研究目的和文獻資料，在本次研究中將探討九種麵包成品，本研究中所製作的米製麵包以在來米粉為主。對照前述提及之文獻資料，米製麵包可概分為三種：純米麵包、麵粉混米穀粉及米穀粉混麵筋（小麥蛋白粉）。其中，麵粉混米穀粉的米製麵包，米穀粉比例不能超過 30%；米穀粉混麵筋者，麵筋的比例以 20% 內為佳。另外，市面上可購得不同種類的米穀粉，我們亦將之納入比較。各品項麵包其粉類總重為 250g（100%），各粉類比例分配表列如下表 5-1：

表 5-1 粉類比例分配表

研究目的	麵包品項/簡稱	高筋麵粉	米穀粉	小麥蛋白粉
1. 純麥製麵包與米製麵包之差異	高筋麵粉（100%）	100%	—	—
	在來米粉（30%）	70%	在來米粉 30%	—
	在來米粉（100%）	—	在來米粉 100%	—
	小麥蛋白粉（20%）	50%	在來米粉 30%	20%
2. 不同在來米粉比例所製麵包之差異	在來米粉（100%）	—	在來米粉 100%	—
	在來米粉（60%）	40%	在來米粉 60%	—
	在來米粉（30%）	70%	在來米粉 30%	—
	在來米粉（20%）	80%	在來米粉 20%	—
3. 不同種類米穀粉所製麵包之差異	在來米粉（30%）	70%	在來米粉 30%	—
	蓬萊米粉（30%）	70%	蓬萊米粉 30%	—
	糯米粉（30%）	70%	糯米粉 30%	—
	糙米粉（30%）	70%	糙米粉 30%	—

(二) 麵包配方表

依據研究需要，僅調整粉類原料的比例，其餘原料的分量完全相同。在參考相關食譜並詢問具烘焙專業的麵包師傅後，確定各品項麵包的材料分量（如下表 5-2）。

表 5-2 麵包配方表

研究目的	麵包品項	高筋麵粉(g)	米穀粉(g)	小麥蛋白粉(g)	奶油(g)	砂糖(g)	鹽(g)	水(ml)	酵母粉(g)
1.純麥製麵包與米製麵包之差異	高筋麵粉（100%）	250	-	-	10	17	5	190	2.8
	在來米粉（30%）	175	75	-	10	17	5	190	2.8
	在來米粉（100%）	-	250	-	10	17	5	190	2.8
	小麥蛋白粉(20%)	125	75	50	10	17	5	190	2.8
2.不同在來米粉比例所製麵包之差異	在來米粉（100%）	-	250	-	10	17	5	190	2.8
	在來米粉（60%）	100	150	-	10	17	5	190	2.8
	在來米粉（30%）	175	75	-	10	17	5	190	2.8
	在來米粉（20%）	200	50	-	10	17	5	190	2.8
3.不同種類米穀粉所製麵包之差異	在來米粉（30%）	175	75	-	10	17	5	190	2.8
	蓬萊米粉（30%）	175	75	-	10	17	5	190	2.8
	糯米粉（30%）	175	75	-	10	17	5	190	2.8
	糙米粉（30%）	175	75	-	10	17	5	190	2.8

(三) 麵包機製程



1.備料：依配方表準備所需的原物料。



2.放置原料：依序將各項原物料放入於麵包容器中，酵母粉另放置於酵母容器中。





3.製作麵包：依麵包品項操作麵包機相關設定，統一烤色和成品大小。過程中需經過揉麵→醒麵→醒麵→揉麵→發酵→烘烤此六階段。



4.烘焙結束：麵包製作完成，所需時間平均為 2 小時。取出麵包靜置 2 小時降溫，再進行後續測試活動。

二、名詞定義

為了比較各種米製麵包成品的差異性，經資料蒐集和小組討論後，我們決定探討麵包的鬆軟度、彈性及韌性，說明如下：

（一）鬆軟度

我們會以「鬆軟」這個詞語來形容麵包的口感和觸感。當用牙齒咬下的瞬間或是用手指壓麵包時，會感覺麵包被壓得較「扁」。因此，在實驗中我們將利用重物重壓麵包，再量測麵包塊的最低高度。當測得高度愈低時，表示這塊麵包愈鬆軟；若相差不多的話，即表示麵包較不鬆軟。

（二）彈性

如果以手指壓麵包時，產生形變後會恢復原狀，我們會形容麵包有「彈性」、很「Q彈」。再者，品嚐麵包時，會感覺麵包隨著牙齒的起伏而回彈，也會如此形容。因此，當我們完成鬆軟度的測試，取得最低高度數值後，我們會將重物移開，測試麵包在限定時間（1 分鐘）內反彈的最高高度。最後，以反彈的最高高度減去最低高度，所得差值稱為彈性值（算式如下）。當彈性值數值愈大，表示麵包的彈性愈佳；當彈性值數值愈小，則反之。

彈性值 = 麵包反彈後的最高高度 - 麵包反彈前的最低高度

（三）韌性

麵包的「韌性」可分為兩部分界定，一是在拉扯或撕開麵包時，感覺到須花較多的力量和時間才能將麵包分開；另一則是品嚐麵包時，要以較多的力量咬開麵包或需要較久的時間咀嚼吞下，這些都可說明麵包具有韌性。我們運用彈簧吊秤進行韌性測試，以平緩穩定的力量拉動彈簧吊秤，觀察麵包斷裂時的數值。如果彈簧吊秤上的數值愈大，需較大的力量才能使麵包斷裂，即表示其韌性愈佳。

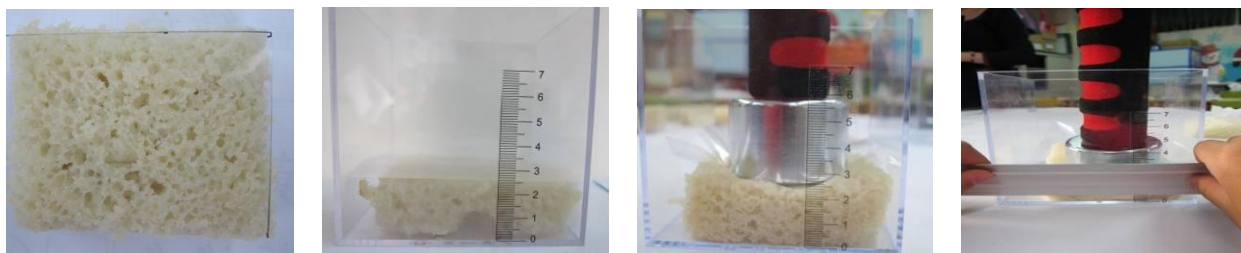
三、實驗步驟

(一) 外觀和內部觀測

取出麵包後，量測其重量和長寬高，並記錄下來。用相機拍攝麵包外觀和內部。

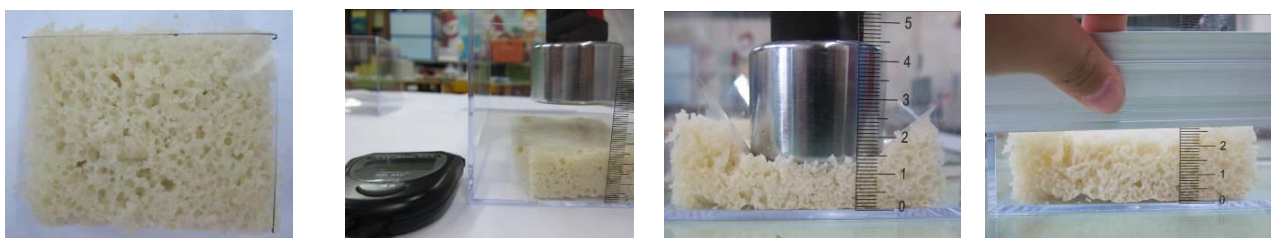
(二) 鬆軟度測試

1. 將麵包切割成 $6\text{cm}\times 8\text{cm}\times 2.5\text{cm}$ 的麵包塊。
2. 待測試的麵包塊放入 1000cm^3 透明盒，覆蓋上一層 $10\text{cm}\times 10\text{cm}$ 的方形透明片。
3. 在麵包塊的正中央處放上 2kg 重啞鈴，以馬表計時 30 秒。
4. 30 秒後，以尺量測麵包塊的最低高度，記錄數據。重複上述步驟 4 次，取平均值。



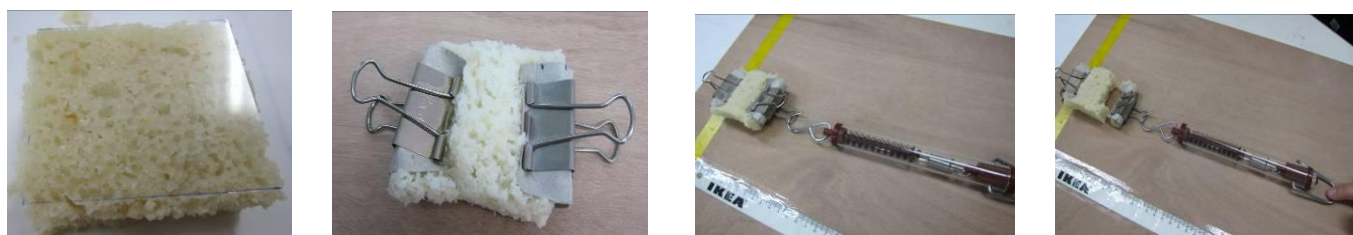
(三) 彈性測試

1. 將麵包切割成 $6\text{cm}\times 8\text{cm}\times 2.5\text{cm}$ 的麵包塊。
2. 把待測試的麵包塊放入 1000cm^3 透明盒，覆蓋上一層 $10\text{cm}\times 10\text{cm}$ 的方形透明片。
3. 在麵包塊的正中央處放上 2kg 重啞鈴，以馬表計時 30 秒，讀取最低高度數值。
4. 取出 2kg 重啞鈴，以馬表計時 1 分鐘，1 分鐘後量測其反彈後的最高高度。
5. 將反彈後的高度減去反彈前的最低高度，所得數值即為彈性值。重複前述步驟 4 次，取平均值。



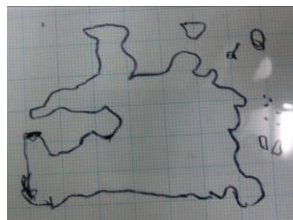
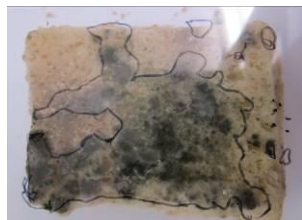
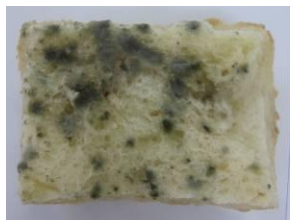
(四) 韌性測試

1. 將麵包切割成 $5\text{cm}\times 5\text{cm}\times 2\text{cm}$ 的麵包塊。
2. 待測試的麵包塊兩端分別夾上長尾夾，長尾夾與麵包塊間以厚紙板紙片區隔。
3. 一端掛在測試平台的釘子上，另一端掛上 1kg 彈簧吊秤。
4. 一人用平緩的速度拉動彈簧吊秤，快要斷裂前，彈簧吊秤指標會在特定指標區間游移。直至麵包塊完全斷裂，讀取彈簧吊秤數值。重複上述步驟 4 次，取平均值。



(五) 保存觀察

- 1.將每一品項的麵包各切出一塊 6cmx7cmx2.5cm 的麵包塊，放入透明夾鏈袋中並標示。
- 2.靜置於教室內乾燥陰涼處，連續觀察 10 天的變化，以文字和照片記錄。
- 3.10 天後，將發霉的麵包塊取出，其上放置透明片，用黑色簽字筆描繪發霉區域。
- 4.把透明片放在方格紙上，估算其發霉面積。



陸、研究結果

一、純麥製麵包與米製麵包

(一) 外觀和內部觀察

第一部分，我們將比較主原料完全使用高筋麵粉及三種類型的米製麵包。麵包製作完成後，統一進行外觀和內部的觀察，記錄成表 6-1-1。

表 6-1-1 純麥製麵包與米製麵包觀察表

麵包品項	重量	高度	體積	照片
高筋麵粉 (100%)	421g	16cm	$\approx 1920\text{cm}^3$	
在來米粉 (30%)	422g	8cm	$\approx 864\text{cm}^3$	
在來米粉 (100%)	383g	8cm	$\approx 1000\text{cm}^3$	
小麥蛋白粉 (20%)	432 g	11cm	$\approx 644\text{cm}^3$	

上表所列的四種麵包，其重量介於 383g~432g 之間，以高筋麵粉（100%）的麵包高度最高，有 16cm；兩種在來米粉製成麵包高度皆為 8cm，高度最低。比較表面烤色，可以發現：摻有在來米粉的麵包烤色偏白，高筋麵粉（100%）的麵包烤色則為均勻的咖啡色。

此外，在來米粉含量愈多，麵包表面的龜裂狀愈明顯。觸感方面，相同大小的麵包塊中以在來米粉製成的麵包較具紮實感。接著，比較其內部結構，在來米粉製成麵包明顯與高筋麵粉（100%）不同。高筋麵粉（100%）的麵包組織，大大小小的孔洞散佈其中，且相互緊密牽連著，組織網絡較為複雜。其他品項的組織孔洞大小則較一致，孔洞間大部分有清楚的界限，以在來米粉（100%）的麵包最為明顯。

（二）鬆軟度測試

每一品項麵包切成適合的大小後，分別進行四次的鬆軟度實驗。記錄如下表 6-1-2：

表 6-1-2 純麥製麵包與米製麵包鬆軟度記錄表

麵包品項	測試次數				平均
	1	2	3	4	
高筋麵粉(100%)	0.8	0.7	0.7	0.8	0.75
在來米粉(30%)	1.7	1.7	1.6	1.8	1.7
在來米粉(100%)	2.4	2	1.9	1.8	2.02
小麥蛋白粉(20%)	1.5	1.3	1.3	1.4	1.38

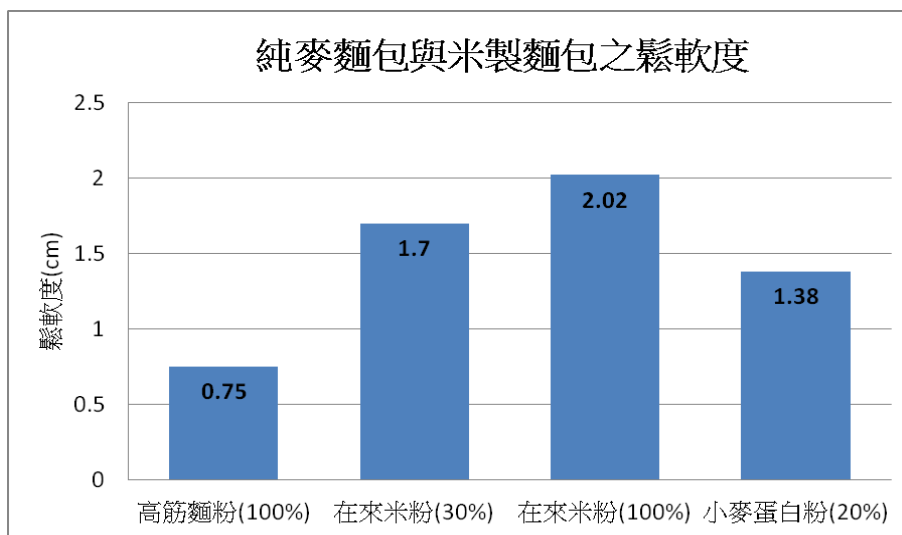


圖 6-1-1 純麥製麵包與米製麵包之鬆軟度

- 1.從上圖得知：高筋麵粉（100%）所製成麵包，經重物重壓後，量測到的鬆軟度平均為 0.75cm，高度與其他三種品項相較，高度最低，表示其鬆軟度最佳。在來米粉（100%）的麵包重壓後，只下降了 0.48cm，鬆軟度最差。
- 2.在來米粉（30%）和小麥蛋白粉（20%）兩種麵包，其所含的在來米粉份量相同，

皆為 75g，但可發現：小麥蛋白粉（20%）的鬆軟度較好，與小麥蛋白粉的功用有關。

（三）彈性測試

四種麵包切成適合的大小後，分別進行四次的彈性實驗。結果記錄如下表 6-1-3：

表 6-1-3 純麥製麵包與米製麵包彈性記錄表

彈性值 (cm) 麵包 品項	測試次數				平均
	1	2	3	4	
高筋麵粉(100%)	0.4	0.5	0.6	0.6	0.53
在來米粉(30%)	0.5	0.6	0.5	0.5	0.53
在來米粉(100%)	0.1	0.2	0.2	0.1	0.15
小麥蛋白粉(20%)	1	1	1	1.1	1.03

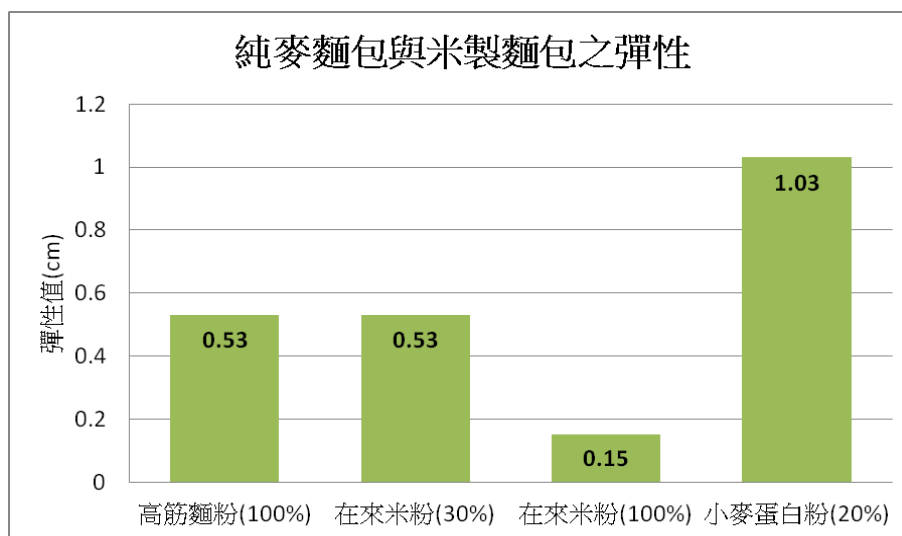


圖 6-1-2 純麥製麵包與米製麵包之彈性

- 1.由上圖可知：小麥蛋白粉（20%）所製成麵包，平均彈性值為 1.03cm，代表反彈後與反彈前的差距最大，彈性最佳。彈性值最低的為在來米粉（100%），只有 0.15cm。
- 2.在來米粉（30%）的麵包原料包含 70%的高筋麵粉，與高筋麵粉（100%）的高筋麵粉量差距 30%，彈性值卻無明顯差異。

（四）韌性測試

我們依序測試四種麵包的韌性，以彈簧吊秤拉動麵包塊，記錄斷裂瞬間的拉力大

小每一測試需重複四次並取平均，記錄如下表 6-1-4：

表 6-1-4 純麥製麵包與米製麵包韌性記錄表

麵包品項	測試次數				平均
	1	2	3	4	
高筋麵粉(100%)	400	400	400	400	400
在來米粉(30%)	140	140	140	160	145
在來米粉(100%)	440	420	380	400	410
小麥蛋白粉(20%)	40	40	40	40	40

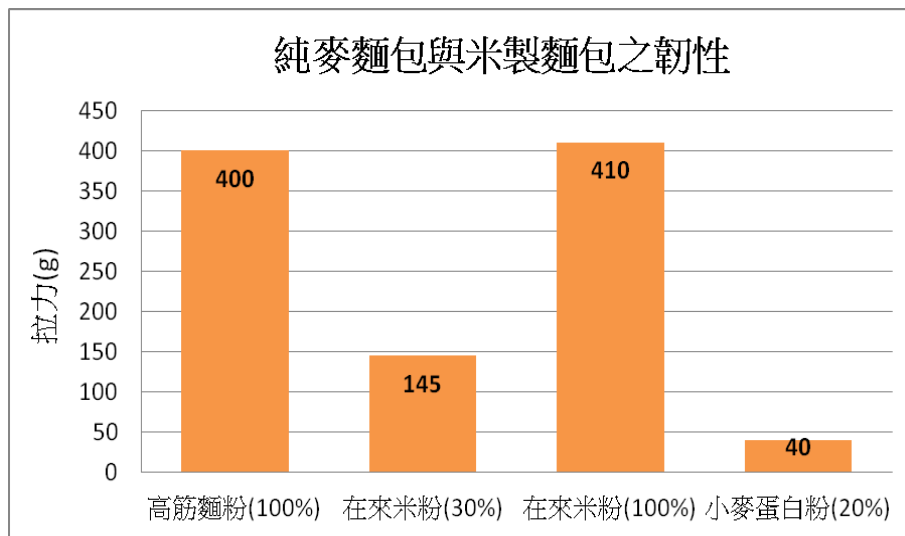


圖 6-1-3 純麥製麵包與米製麵包之韌性













- 1.韌性值由大到小依序為：在來米粉（100%）>高筋麵粉（100%）>在來米粉（30%）>小麥蛋白粉（20%）。在來米粉（100%）要花較大的拉力才能將麵包拉斷。
- 2.在來米粉（100%）與高筋麵粉（100%）此兩種麵包的拉力大小很相近。
- 3.高筋麵粉（100%）的平均拉力需要 400g，在來米粉（30%）的拉力平均只需要 145g，僅取代 30%的粉類，就有很明顯的差異。

二、不同在來米粉比例所製麵包

（一）外觀和內部觀察

我們設定了四種比例進行比較，記錄如下頁表 6-2-1。

表 6-2-1 不同在來米粉比例所製麵包觀察表

麵包品項	重量	高度	體積	照片		
在來米粉 (100%)	383g	8cm	$\approx 1000\text{cm}^3$			
在來米粉 (60%)	418g	8cm	$\approx 819\text{cm}^3$			
在來米粉 (30%)	422g	8cm	$\approx 864\text{cm}^3$			
在來米粉 (20%)	425g	10cm	$\approx 990\text{cm}^3$			

不同在來米粉比例所製麵包，高度在 8~10cm 間。表皮的烤色都是偏米白色，在來米粉 (100%) 的烤色較灰暗一些。而且，在來米粉的含量愈多，表面出現的龜裂情況愈明顯。

比較麵包的內部結構，孔洞明顯，除了在來米粉 (100%) 的麵包孔洞大小看起來較為一致外，其他三種的麵包孔洞大小不一。四種麵包的觸感有紮實感，感覺像平常節慶會吃到的發糕。

(二) 鬆軟度測試

完成四種麵包的製作後，每一品項麵包切成適合的大小後，分別進行四次的鬆軟度實驗。結果記錄如下表 6-2-2：

表 6-2-2 不同在來米粉比例所製麵包鬆軟度記錄表

麵包品項	鬆軟度 (cm)	測試次數				平均
		1	2	3	4	
在來米粉(100%)		2.4	2	1.9	1.8	2.02
在來米粉(60%)		1.9	1.8	1.8	1.7	1.8
在來米粉(30%)		1.7	1.7	1.6	1.8	1.7
在來米粉(20%)		1.5	1.5	1.7	1.5	1.55

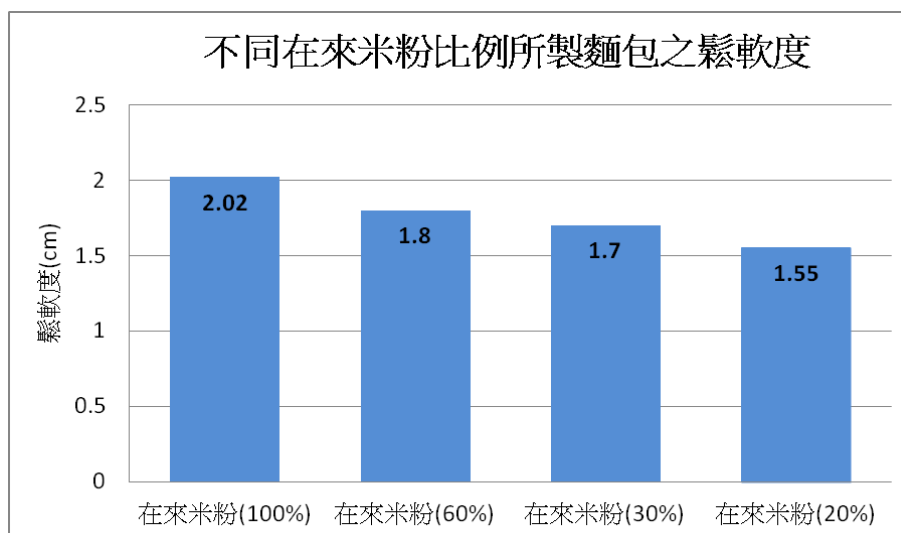


圖 6-2-1 不同在來米粉比例所製麵包之鬆軟度

- 1.不同在來米粉比例麵包經重壓後，最低高度由低至高依序是在來米粉（20%）、在來米粉（30%）、在來米粉（60%）和在來米粉（100%）。因在來米粉（20%）的最低高度最低，代表麵包的鬆軟度最佳。
- 2.可發現：隨在來米粉的含量比例增加，鬆軟度的表現會較差。

（三）彈性測試

四種麵包切成適合的大小後，分別進行四次的彈性實驗。結果記錄如下表 6-2-3：

表 6-2-3 不同在來米粉比例所製麵包彈性記錄表

麵包品項	測試次數				平均
	1	2	3	4	
在來米粉(100%)	0.1	0.2	0.2	0.1	0.15
在來米粉(60%)	0.3	0.4	0.2	0.2	0.28
在來米粉(30%)	0.5	0.6	0.5	0.5	0.53
在來米粉(20%)	1	1	1	0.9	0.98

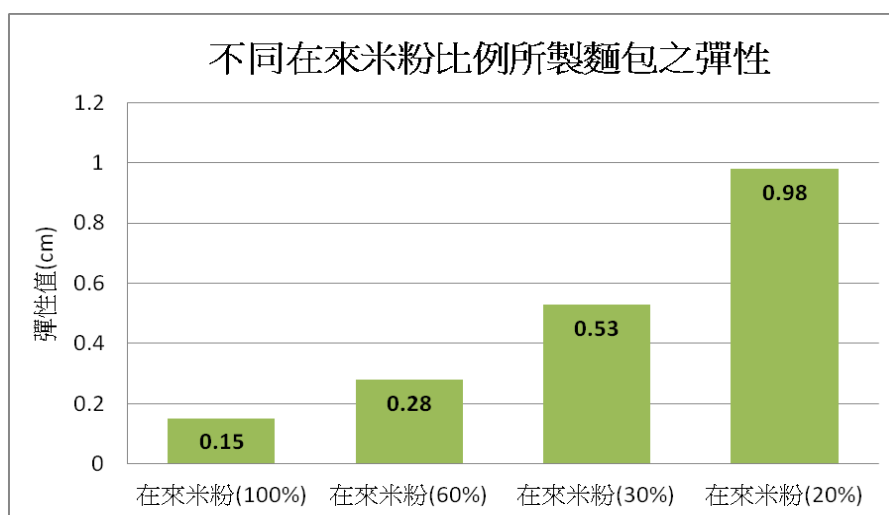


圖 6-2-2 不同在來米粉比例所製麵包之彈性

- 1.根據實驗結果，在來米粉（20%）製成的麵包，平均彈性值為 0.98cm，有較佳的彈性。彈性表現最差的是在來米粉（100%）的麵包，僅反彈 0.15cm。
- 2.我們發現：在來米粉的份量增加的話，麵包的彈性會較差；添加的份量較少的話，麵包則會有較好的彈性。

（四）韌性測試

我們依序測試四種麵包的韌性，以彈簧吊秤拉動麵包塊，記錄斷裂瞬間的拉力大小每一測試需重複四次並取平均，記錄如下表 6-2-4：

表 6-2-4 不同在來米粉比例所製麵包韌性記錄表

麵包品項	測試次數				平均
	1	2	3	4	
在來米粉(100%)	440	420	380	400	410
在來米粉(60%)	160	180	200	200	185
在來米粉(30%)	140	140	140	160	145
在來米粉(20%)	100	120	120	120	115

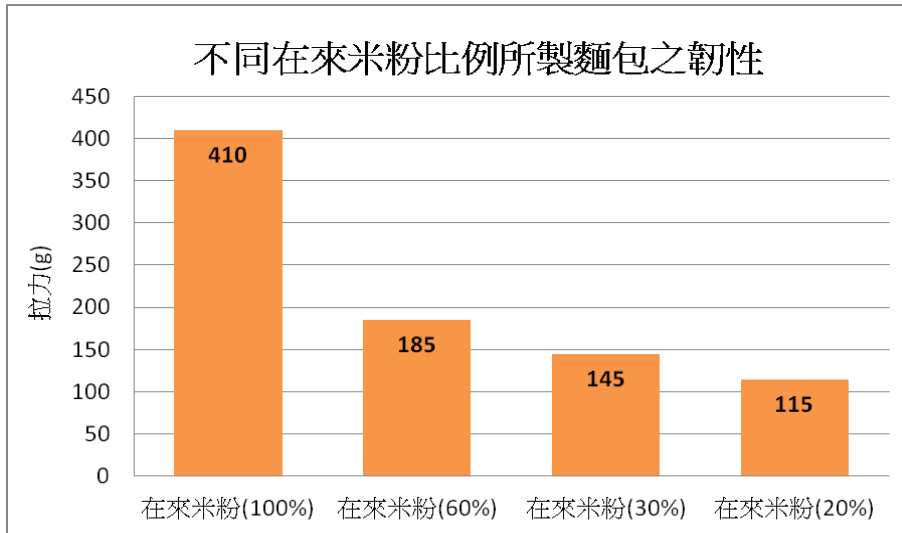


圖 6-2-3 不同在來米粉比例所製麵包之韌性



- 1.依在來米粉所含比例不同，拉力大小也會改變。韌性值最大的是在來米粉(100%)，須花 410g 的拉力才能將麵包拉斷。其次是在來米粉(60%)、在來米粉(30%)和在來米粉(20%)。
- 2.我們認為：當在來米粉含量越多，所製作的麵包會較具有韌性；當在來米粉含量越少，則反之。


三、不同種類的米穀粉所製麵包

(一) 外觀和內部觀察

我們比較在來米粉、蓬萊米粉、糯米粉和糙米粉四種麵包品項，記錄成表 6-3-1。

表 6-3-1 不同種類的米穀粉所製麵包觀察表

麵包品項	重量	高度	體積	照片
在來米粉(30%)	422g	8cm	$\approx 864 \text{ cm}^3$	
蓬萊米粉(30%)	430 g	10cm	$\approx 983 \text{ cm}^3$	

糯米粉 (30%)	415 g	13cm	$\approx 1930\text{cm}^3$	
糙米粉 (30%)	431 g	11cm	$\approx 1706\text{cm}^3$	

四種麵包中，以糯米粉的高度最高，為 13cm；高度最低的是在來米粉。比較表層的烤色，在來米粉和蓬萊米粉的成品偏米白色，糯米粉則屬於淺棕色，以糙米粉製成的麵包，顏色最深且顏色分布最均勻。

在來米粉和蓬萊米粉的麵包孔洞明顯，孔洞間有較清楚的邊界。糯米粉的麵包孔洞大部分屬於極細小的孔洞，有綿密感，顏色是四種麵包中最白的。糙米粉的孔洞組織較類似高筋麵粉（100%），有著大大小小的孔洞，網絡較複雜。另外，顏色也明顯與其他三種有差別。

（二）鬆軟度測試

完成四種麵包的製作後，每一品項麵包切塊後，分別進行四次的鬆軟度實驗。結果記錄如下表 6-3-2：

表 6-3-2 不同米穀粉種類所製麵包鬆軟度記錄表

鬆軟度 (cm) 麵包 品項	測試次數	1	2	3	4	平均
在來米粉(30%)		1.7	1.7	1.6	1.8	1.7
蓬萊米粉(30%)		1.2	1.2	1.3	1.1	1.2
糯米粉(30%)		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
糙米粉(30%)		0.8	0.7	0.7	0.9	0.78

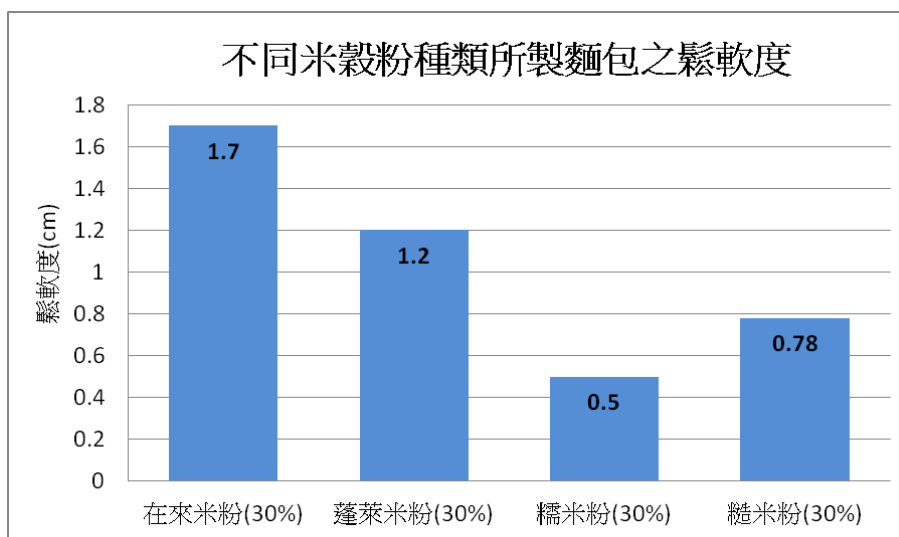


圖 6-3-1 不同種類的米穀粉所製麵包之鬆軟度

- 1.比較四種米穀粉所製成的麵包，在來米粉（30%）的最低高度為 1.7cm，高於其他三種，表示鬆軟度最差；糯米粉（30%）的最低高度為 0.5cm，是裡面最低的，亦即用糯米粉製作的麵包有較好的鬆軟度。
- 2.與圖 5-1-1 相對照，糙米粉（30%）和高筋麵粉（100%）的最低高度相差 0.03cm。的確，品嚐發現：兩者的麵包的鬆軟口感十分相似。

（三）彈性測試

四種麵包切成適合的大小後，分別進行四次的彈性實驗。結果記錄如下表 6-3-3：

表 6-3-3 不同種類的米穀粉所製麵包彈性記錄表

彈性值 (cm) 麵包 品項	測試次數				平均
	1	2	3	4	
在來米粉(30%)	0.5	0.6	0.5	0.5	0.53
蓬萊米粉(30%)	1.1	1.1	1.2	1.1	1.13
糯米粉(30%)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
糙米粉(30%)	1.3	1.3	1.2	1.4	1.3

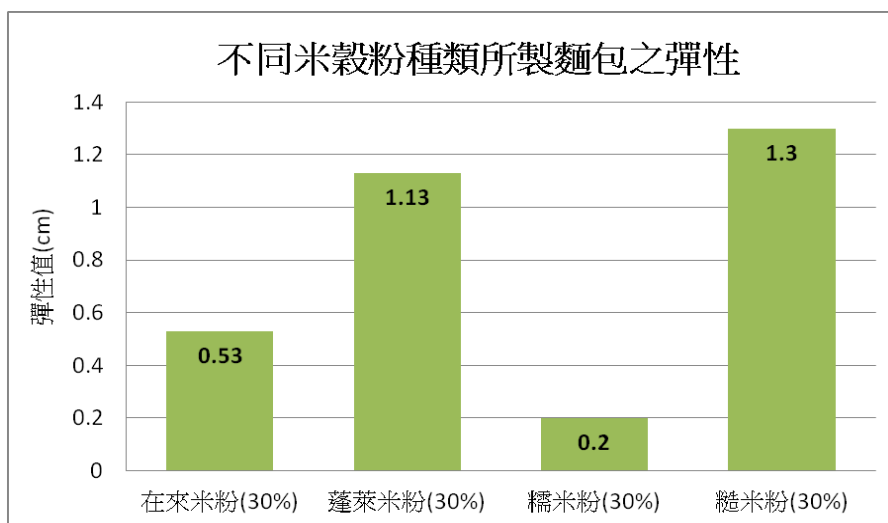


圖 6-3-2 不同種類的米穀粉所製麵包之彈性

- 1.依據上圖，四種米穀粉所做成的麵包，彈性值優劣順序為：糙米粉（30%）>蓬萊米粉（30%）>在來米粉（30%）>糯米粉（30%）。
- 2.對照圖 5-1-2，發現：糙米粉（30%）和蓬萊米粉（30%）的彈性值大於高筋麵粉（100%）。將 30%的高筋麵粉以前述兩種米穀粉取代，就可以使麵包更有彈性。

（四）韌性測試

我們依序測試四種麵包的韌性，以彈簧吊秤拉動麵包塊，記錄斷裂瞬間的拉力大小每一測試需重複四次並取平均，記錄如下表 6-3-4：

表 6-3-4 不同種類的米穀粉所製麵包韌性記錄表

麵包品項	測試次數				平均
	1	2	3	4	
在來米粉(30%)	140	140	140	160	145
蓬萊米粉(30%)	160	180	160	200	195
糯米粉(30%)	400	400	420	400	405
糙米粉(30%)	380	380	400	400	390

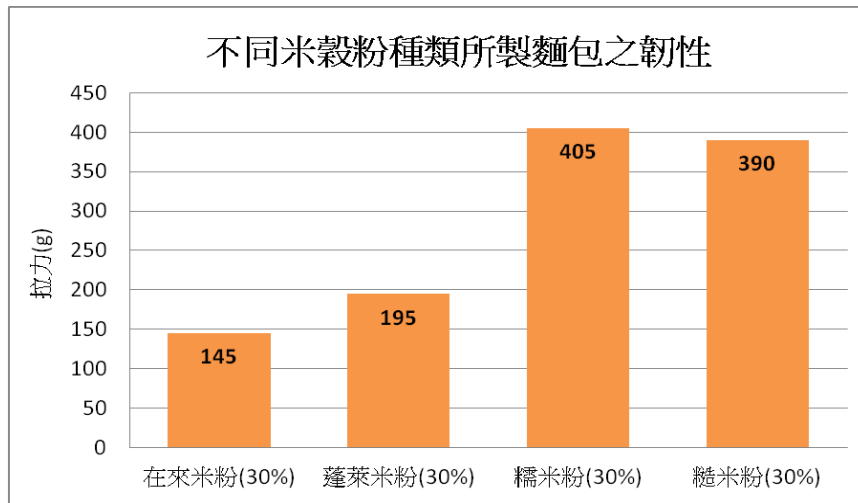


圖 6-3-3 不同種類的米穀粉所製麵包之韌性

- 1.將四種韌性值比較，拉力值由大到小依序：糯米粉（30%）>糙米粉（30%）>蓬萊米粉（30%）>在來米粉（30%），亦即糯米粉（30%）的韌性最好，最差的則是在來米粉（30%）。
- 2.對照圖 5-1-3，發現：高筋麵粉（100%）的拉力值為 400g，和糯米粉（30%）、糙米粉（30%）相差不大。品嚐比較三者的口感，的確很類似。















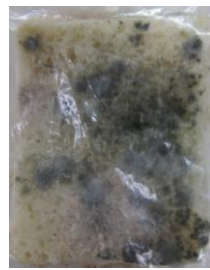

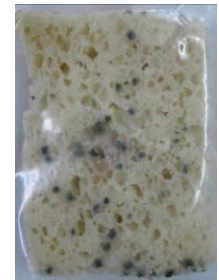








四、各式米製麵包的存放











（一）保存觀察

為了解九種麵包在一般的保存條件下，是否會產生不同的變化？因而進行這次的保存觀察。九種麵包製作後，各保留一塊放置於透明夾鏈袋中連續觀察十天。記錄成表 6-4。

表 6-4 各式米製麵包觀察表

高筋麵粉（100%）變化記錄					發霉面積	
					15.53cm ²	
在來米粉（100%）變化記錄						發霉面積
						39.07cm ²

在來米粉 (30%) 變化記錄					發霉面積
					27.60cm ²
小麥蛋白粉 (20%) 變化記錄					發霉面積
					9.84cm ²
在來米粉 (60%) 變化記錄					發霉面積
					31.86cm ²
在來米粉 (20%) 變化記錄					發霉面積
					38.94cm ²
蓬萊米粉 (30%) 變化記錄					發霉面積
					36.12cm ²

糯米粉 (30%) 變化記錄					發霉面積	
					36.04cm ²	
糙米粉 (30%) 變化記錄						發霉面積
						8.15cm ²

(二) 綜合討論

查詢資料後可知，影響黴菌生長的因素很多，例如：水分、空氣、光、溫度、養分、酸鹼性等。在這次的保存觀察中，無法做到完善的人工控制。發霉面積部分僅供作參考，其他發現說明如下：

- 1.發霉首日：多數麵包皆在第四天開始出現發霉跡象。
- 2.發霉變化：出現發霉後，黴菌菌落顏色會加深且面積擴張。顏色部分，一開始都屬於灰黑色，只有在來米粉（100%）和糯米粉（30%）始終都只有黑色黴菌，其他品項的麵包則有淺咖啡色、橘色、白色、黃色等顏色的菌落。
- 3.形變與氣味：麵包因失去水分，變得較硬也產生變形；部分麵包的酸味也很明顯。

柒、討論

一、麵包的鬆軟度

查資料後我們知道麵包的鬆軟口感是由粉類中的澱粉而來的。澱粉包括直鏈澱粉和支鏈澱粉，兩者相互黏合成束狀，構成緊密完整的結構。其中，直鏈澱粉具有強度好的特性。我們認為：當米穀粉中的直鏈澱粉含量多，強度佳，麵包口感會較不鬆軟。

表 7-1 各種米的直鏈澱粉含量

種類 比較項目	在來米	蓬萊米	糯米	糙米
直鏈澱粉含量	25%	15~20%	0~2%	10%
鬆軟度 (米穀粉佔 30%)	1.7cm	1.2cm	0.5cm	0.78cm

表 7-1 比較米的直鏈澱粉多寡，的確可發現直鏈澱粉含量較多的在來米，麵包鬆軟

度表現最差；直鏈澱粉含量較少的糯米，麵包鬆軟度最好。此外，對照研究二中，隨在來米粉的用量多寡，麵包鬆軟度表現也得到相應的結果。

二、麵包的彈性與韌性

粉類中的蛋白質，經加水充分搓揉後，蛋白質會結合形成具黏性和彈力的麩素，使成品有筋性，咬下時產生具有彈性的口感且有延展性。完全使用高筋麵粉製作的麵包，彈性值為 0.53cm、韌性為 400g，韌性部分表現較好。小麥蛋白粉又稱活性麵筋粉，具有高含量的蛋白質，小麥蛋白粉（20%）的麵包，彈性值為 1.03cm、韌性為 40g，彈性好、韌性差，此部分可再進一步探究。各米類的蛋白質含量進行比較，如下表 7-2。

表 7-2 各種米的蛋白質含量

種類 比較項目	在來米	蓬萊米	糯米	糙米
蛋白質含量	7%	6.8%	6.5%	7.4%
彈性 (米穀粉佔 30%)	0.53cm	1.13cm	0.2cm	1.3cm
韌性 (米穀粉佔 30%)	145g	195g	405g	390g

表 7-2 比較米的蛋白質含量，平均約佔 7%。糙米粉製成的麵包，因蛋白質含量多，彈性和韌性的表現較其他米種來得好。糯米的韌性為 405g，彈性僅有 0.2cm，討論後覺得：可能與糯米中高含量的支鏈澱粉有關，製成的麵包十分有嚼勁、韌滑。蓬萊米粉製的麵包，彈性好、韌性略差。在來米粉在彈性和韌性的表現都位居後段。

這樣的結果讓我們思考「米穀粉的純正性」，在蒐集各種米的蛋白質含量時，發現購得的米穀粉，僅有蓬萊米粉的外包裝上有標示蛋白質含量，其他粉類都沒有。最後，我們只好參考農糧署的資料做討論。事實上，我們使用的米穀粉中，是否具有一定的蛋白質？或是有添加其他化學性澱粉？我們無法得知，這也讓我們體會到正確的食物標示有其必要。

三、麵包的保存

針對研究四的觀察結果進行討論，麵包在放置一定的天數後，都會變硬、產生變形。蒐集資料後才知道，麵包隨時間而變硬，是因為澱粉間所含的水分被排出，發生「老化」現象，但是只要再加熱就能恢復柔軟口感。此外，多數麵包在第四天開始就會出現發霉。

四、後續研究建議

本研究旨在比較以不同粉類原料製作麵包，是否有差異，其他副原料皆採固定用量，但這也會影響到麵包的美味度。未來，可嘗試找出各式米麵包的最佳配方。另外，經煮

熟的米飯也能用來製作米麵包，亦能探討米經不同方式處理後，其製成麵包的差別。而這次因未能完整控制影響麵包發霉的變因，做到完善的人工控制，建議可擬定一套完善的保存觀察模式，進一步比較。

捌、結論

一、各式米製麵包的差異

- (一) 摻有在來米粉的麵包，表層烤色呈米白色，添加量愈多，表面的龜裂情況愈明顯。蓬萊米粉製麵包表層烤色呈米白色，兩者的內部孔洞大小明顯、網絡組織明顯。糯米粉製麵包，烤色為淺棕色，內部孔洞細小綿密；糙米粉製麵包，烤色為深棕色，內部孔洞組織類似高筋麵粉，各式大小孔洞分佈其中，網絡複雜。**糙米粉(30%)和糯米粉(30%)的內部組織及口感與高筋麵粉(100%)最為相似。**
- (二) **在來米粉含量的比例由多至少，麵包成品的鬆軟度會由差至佳；彈性為由差至佳；韌性方面則為由佳至差。**使用在來米粉製作麵包，要留意在來米粉的用量。但是在來米粉較多的話，咀嚼一段時間後，可嚐到米粒感及米香。使用蓬萊米粉製作麵包會具有較好的彈性。與高筋麵粉(100%)相似的糙米粉(30%)、糯米粉(30%)，鬆軟度和韌性的表現，糯米粉優於糙米粉，差距不大；彈性方面，則是糙米粉比糯米粉好。
- (三) 九種麵包品項的綜合比較表如表 8-1 所示，**大家可以依自己的口感喜好選擇合適的品項製作麵包，除小麥蛋白粉(20%)外，其他麵包成本均在 30 元以內。**我們認為：糙米粉(30%)和糯米粉(30%)的口感和高筋麵粉(100%)類似，**想要嘗試米製麵包的民眾，可以選用糯米粉和糙米粉取代部分的高筋麵粉，糯米粉製麵包嚼勁十足，糙米粉製麵包又有豐富的營養成分。**

表 8-1 各品項麵包綜合比較表

品項 比較項目	高筋 麵粉 (100%)	在來 米粉 (100%)	在來 米粉 (60%)	在來 米粉 (30%)	在來 米粉 (20%)	小麥 蛋白粉 (20%)	蓬萊 米粉 (30%)	糯米粉 (30%)	糙米粉 (30%)
鬆軟度(cm)	0.75	1.7	1.8	2.02	1.55	1.38	1.2	0.5	0.78
彈性(cm)	0.53	0.53	0.28	0.15	0.98	1.03	0.5	0.2	1.3
韌性(g)	400	145	185	410	115	40	195	405	390
成本(元)	15.69	23.19	20.19	17.94	17.19	45.44	18.69	20.19	26.19

二、各式米製麵包的存放

麵包約在放置第四天後，會開始發霉。擺放一段時間，麵包會因澱粉老化而變形、變硬。假如有未食用完的麵包，建議先將麵包分切幾等分，用保鮮膜或密封袋裝好，置入冷凍庫，減少水分散失。自己做的麵包還是可以吃得比較安心、營養，又節省成本。

玖、參考資料

- 一、陳明裡（2009）。烘焙粉類一次搞清楚。台北市：楊桃文化。
- 二、陳曉菁、王仕賢（2011）。米麵包製作技術。台南市：行政院農業委員會臺南區農業改良場。
- 三、全自動製麵包機使用說明書（無出版資訊）。
- 四、製果專門學校（2010）。用科學方式瞭解糕點的「為什麼？」：基本麵團、材料的 231 個 Q&A。台北市：大境文化。
- 五、陳榮坤（2012）。保健用稻米品種的發展概況。臺南區農業專訊（82），4-7。
- 六、米食博物館。<http://www.king-town.com.tw/Museum/index.asp>。
- 七、米的營養成份-行政院農糧署。http://www.afa.gov.tw/publish_detail.asp?catid=1467。

【評語】 080823

本作品以米製麵包為主題，探討米製麵包與純麵製麵包之差異及其鬆軟度，彈性及韌性等，與生活貼近，實驗設計具創意，建議各項測試的過程應考慮，其他控制的變因，並以科學的觀點再進一步解釋。