

新北市112學年度中小學科學展覽會

作品說明書

科 別：生活與應用科學科(二)(含生物科技/食品科學)

組 別：國中組

作品名稱：食之「原」-超級穀物的應用

關 鍵 詞：原住民食材、糕、質地分析

編 號：

摘要

我們受到社會課介紹的原住民族部落啟發，所以我們決定要做出健康的食品，選用膳食纖維比較高的小米、紅藜、油芒來取代修飾澱粉來製作糕點。先使用120g 樣品粉、400g水跟10g 糖隔水加熱20分鐘做成糕點，並使用質地分析儀測試澱粉糊化與老化，測試冷凍及冷藏分別為零、一、二、四週的樣品糕，比較其因時間和溫度造成硬度及黏牙程度的影響與結果，每次皆以五個樣品糕來做測試，最後再所有樣品糕做比較，找出最適合成為多元文化午餐的菜色，依結果顯示是油芒冷凍第一週的樣品糕最適合，因為油芒糕冷凍第一週的樣品是所有樣品中硬度及黏牙程度最適中的。

壹、前言

一、研究動機：

某天在上社會課時，我們才知道鄰近有原住民部落，認識到一些原住民的飲食文化，發現原住民主食以小米、紅藜、油芒等耐旱植物為主食，經過資料查詢發現這類穀物的碳水化合物及膳食纖維皆比白米飯多，可以來取代直鏈澱粉。加上我們了解到台灣已經步入高齡化社會許久，人口比例嚴重失調，回到家又看到一則新聞講述了老人因吞嚥障礙，容易造成食物堵住食道口，造成危害。因此我們思考如何改善這個問題，最後我們決定找出屬於原住民食材並且最適合高齡人士所食用的食品。

二、目的：

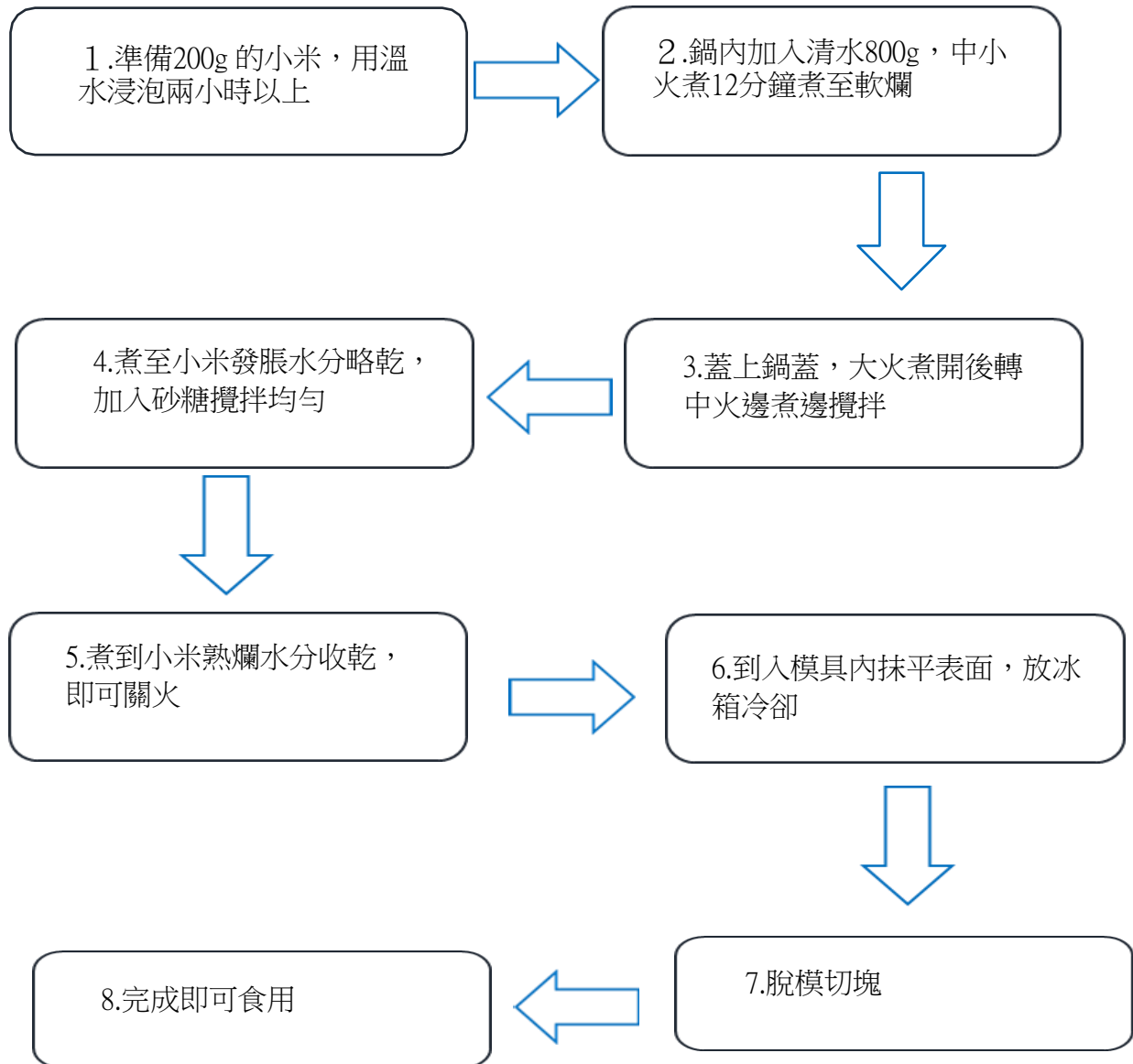
- (一) 了解小米、油芒、紅藜的特性。
- (二) 依據市售糕的製作方式，做出小米糕、油芒糕、紅藜糕。
- (三) 利用質地分析儀測試樣品糕的咀嚼程度。
- (四) 探討哪一種樣品糕最符合需求。

三、文獻回顧：

(一) 以下是小米、油芒、紅藜的穀物介紹

	小米	油芒	紅藜
圖片			
學名	<i>Setaria italica (L.) Beauv.</i>	<i>Echinochloa crusgalli</i>	<i>Amaranthus formosensis</i>
栽培地區	目前在花蓮、台東、屏東、高雄等原住民的部落有栽培	花蓮、台東、高雄	目前在花蓮、台東、屏東等原住民的部落有栽培
生育特性	春作息性、適合溫暖季節生長	多年生草本，多生長於向陽坡地，耐旱能力佳，在土地貧瘠、缺乏水資源區域生長良好，與雜草競爭力強	台灣藜為一年生草本植物，植株生長強健、耐旱性及耐瘠性極佳，生長期短，一般播種後90-100天即可成熟，依季節及品系而不同。
利用	為臺灣原住民光復前及光復初期之主要糧食，用於炊飯、煮粥、製飴、及釀酒等，風味特殊。雖屬於雜糧作物，但是種類較多，小米因米粒較稻小，容易烹煮	油芒全株可利用，穀類作為人類糧食、莖稈可作為畜產飼料，加上油芒具有優秀的固碳效果、種實可供食用或供飼料使用	台灣藜的籽實在原住民部落中是極其重要的糧食作物，多與稻米、糯米或芋頭共煮，或供作釀造小米酒的酒麴原料。台灣藜的嫩莖葉則可作為蔬菜之用，供炒食或煮湯

(二) 下圖為一般販售糕點製作方法



(三) 澱粉特性：

1. 糊化：

澱粉在生化及食品化學之觀點，將其分為三種類型，分別為天然生澱粉（ β_n ）、糊化澱粉（ α ）及回凝澱粉（ β_R ）。天然生澱粉為一般分布於植物體中之澱粉，大部分皆須經過水分添加、熱源供應歷經糊化後才可食用。澱粉顆粒由規則排列之結晶區及不規則排列之結晶區所構成，生澱粉有一定之結晶構造，經過加水、加熱後澱粉結晶型態發生改變，澱粉顆粒體積及黏度增加形成膨潤狀態，此過程即稱之為糊化，澱粉糊化（gelatinization）為稻米從生米轉變為熟米相當重要的步驟，糊化程度直接影響米製品之食味品質及加工特性。經過糊化完全之澱粉，置於室溫緩慢冷卻時會形成半固體狀之膠體物質，隨時間延長膠體物質漸漸乾燥脫水後，會形成無法再行復水之固體物質，即為回凝（老化）

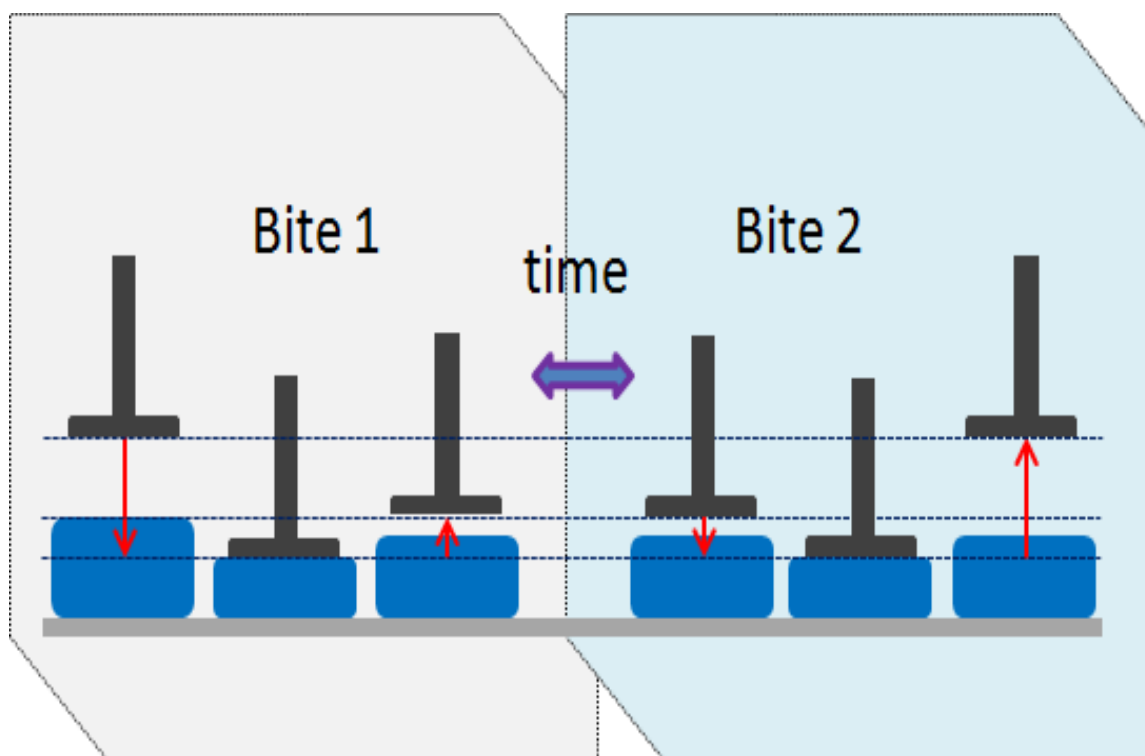
2. 可能影響老化的因素：

澱粉會先經過糊化接著老化，澱粉的結構中直鏈澱粉越多越易老化；支鏈澱粉越多越不易老化。而澱粉老化的溫度介於1~20℃時，(溫度越低，澱粉老化越快，高溫與低溫冷凍下時澱粉不易老化)。澱粉老化水分含量30~60%(容易促進澱粉老化)澱粉老化的時間，會因為儲存時間越長，澱粉越易老化。

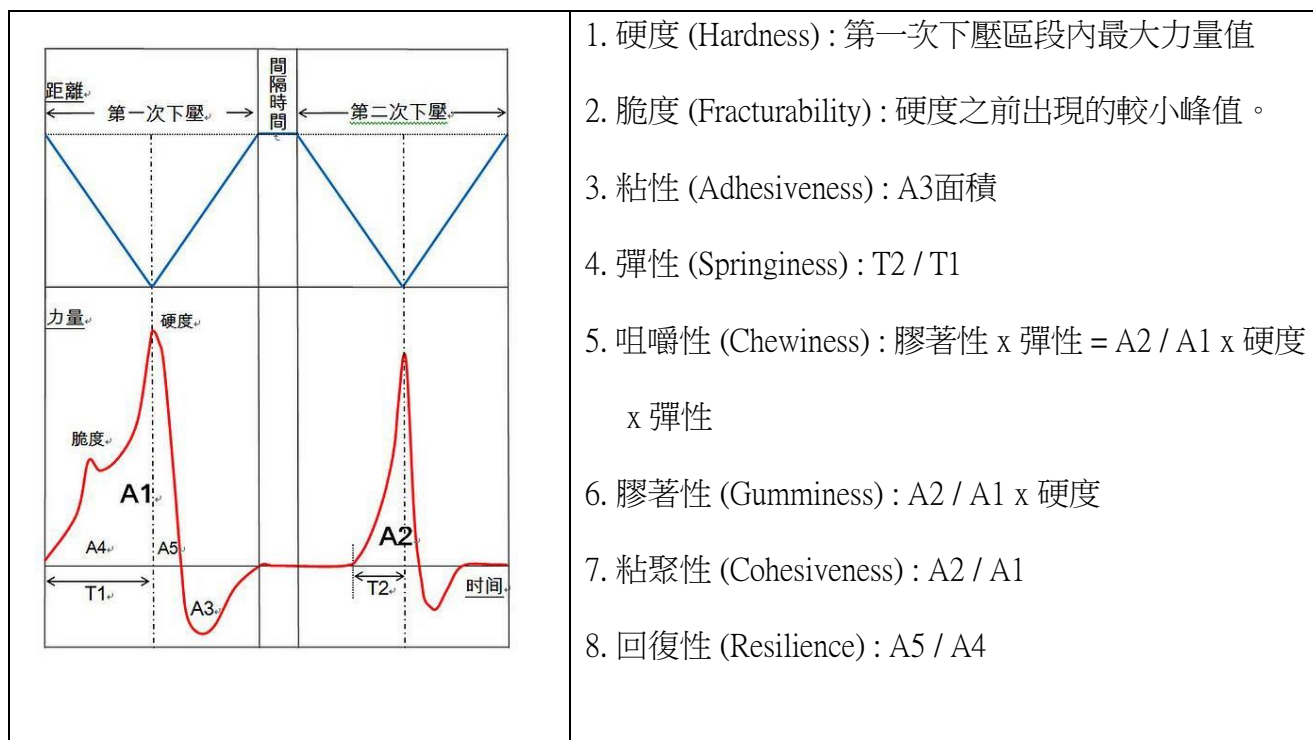
(四) 質地分析儀：

質地分析儀的質地剖面分析測試，是針對食品質地口感所發展的方法，廣泛應用於量化許多食品物理性質的科學，包括硬度、脆度及咀嚼性。

獨特的兩次下壓動作模式，是模擬當我們吃東西時口腔的咬合方式。質地分析儀測試時探頭的運動軌跡是：探頭從起始位置開始，先以一速率壓向測試樣品，接觸到樣品的表面後，再以測試速率對樣品進行壓縮一定的距離，而後返回到壓縮的觸發點，停留一段時間後繼續向下壓縮同樣的距離，而後以測後速率返回到探頭測前的位置，利用電腦擷取實驗數據得到「時間-力」變化圖形。



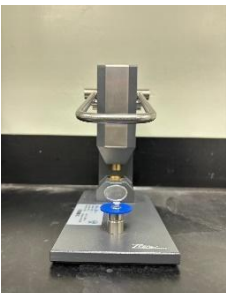
圖(一)質地分析儀動作模式



表一、質地分析(Texture Profile Analysis TPA)之資料計算公式

貳、研究設備及器材

名稱	原住民小米	台灣油芒	台灣紅藜	保羅瓶
圖片				
備註	樣品原穀物	樣品原穀物	樣品原穀物	裝樣品糕
名稱	質地分析儀	微量精密電子天平	熱風乾燥	冷凍乾燥
圖片				
備註	測樣品糕咀嚼性	測量樣品質量	乾燥樣品	乾燥樣品

名稱	自動濺射 鍍膜機	掃描式 電子顯微鏡	示差掃描 熱分析儀	恆溫冷凍冰箱
圖片				
備註	將樣品鍍金，讓 樣品可用於電子 顯微鏡	顯示樣品 細部構造	DSC 藉助補償器測量使 樣品與參比物達到 同樣溫度所需的加 熱速率與溫度	冷凍樣品
名稱	恆溫冷藏冰箱	DSC 樣品 封裝衝壓機	微量注射器	篩網
圖片				
備註	冷藏樣品	將樣品放入樣品 盤內,並用此機器 將樣品盤和樣品 盤的蓋子壓緊	注射微量液體	過篩樣品粉末

參、研究過程或方法



將穀物淨洗乾淨

三



乾燥後的小米、油芒、紅藜

40°C 經夜乾燥



《



磨粉過篩成30mesh的粉末

韋測三種穀粉150g、黑糖10g、水350g

u



混和粉末



壓碎結塊



將樣品和水及黑糖混和



室溫冷卻1小時後，各自放
4°C（冷藏），-20°C（冷凍）儲存

仁E今這：



蒸煮15分鐘成糕



倒入保羅瓶

肆、研究結果

一、小米糕、油芒糕、紅藜糕於冷凍和冷藏儲存之外觀



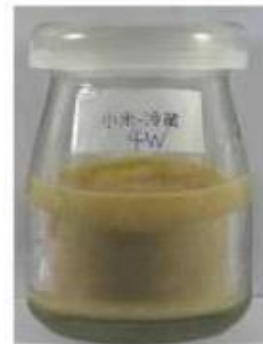
二、小米糕 4度(冷藏), -20度(冷凍), 儲存一、二、四週之外觀



小米冷藏一週



小米冷藏二週



小米冷藏四週



小米冷凍一週



小米冷凍二週



小米冷凍四週

三、油芒糕 4度(冷藏), -20度(冷凍), 儲存一、二、四週之外觀



油芒冷藏一週



油芒冷藏二週



油芒冷藏四週



油芒冷凍一週



油芒冷凍二週



油芒冷凍四週

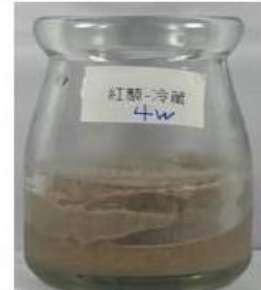
四、紅藜糕 4度(冷藏), -20度(冷凍), 儲存一、二、四週之外觀



紅藜冷藏一週



紅藜冷藏二週



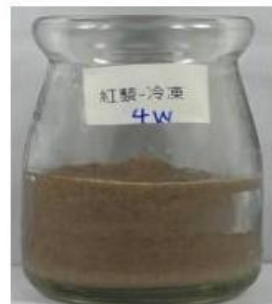
紅藜冷藏四週



紅藜冷凍一週



紅藜冷凍二週



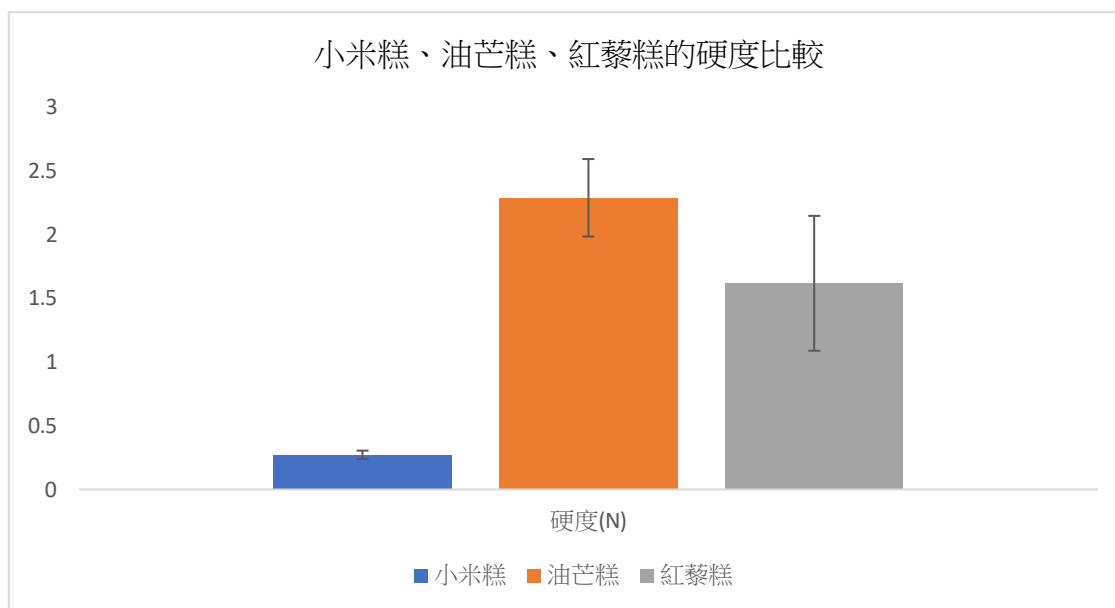
紅藜冷凍四週

五、小米糕、油芒糕、紅藜糕第零週的物性比較

	小米糕	油芒糕	紅藜糕
硬度(N)	0.272 ± 0.033	2.289 ± 0.304	1.618 ± 0.529
黏性(g*sec)	462.04 ± 64.298	3446.981 ± 446.145	2362.334 ± 665.904
內聚力(g*sec)	-160.35 ± 13.353	-1599.801 ± 176.248	-1266.125 ± 318.442

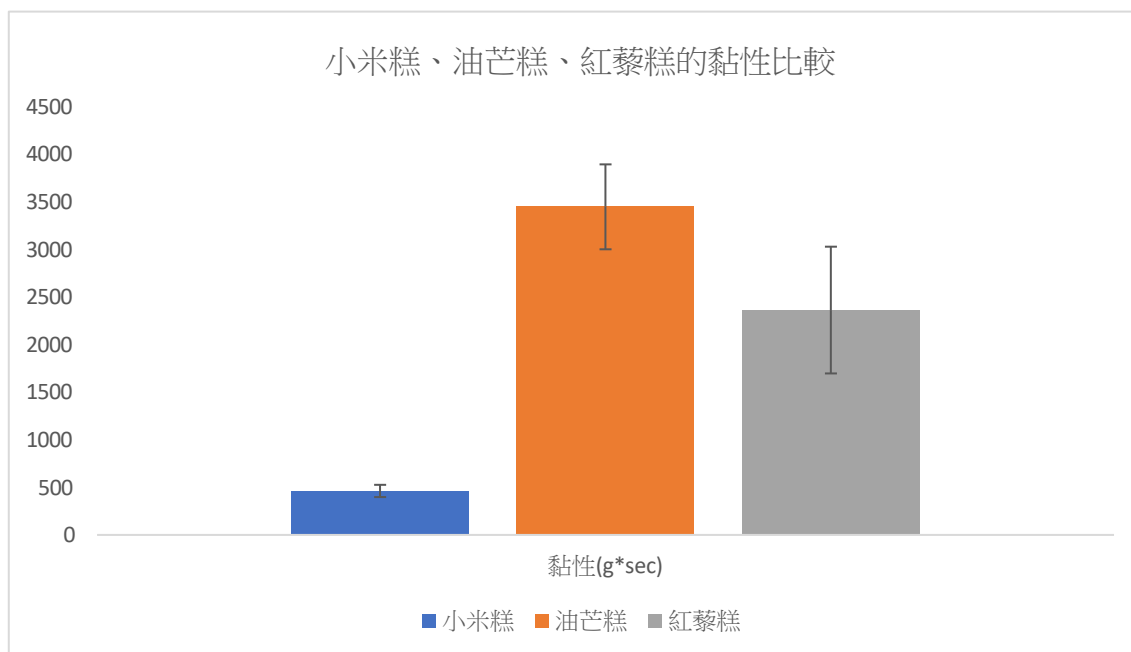
表二:小米糕、油芒糕、紅藜糕第零週的物性比較

(一) 硬度結果分析: 油芒糕最硬；小米糕最軟



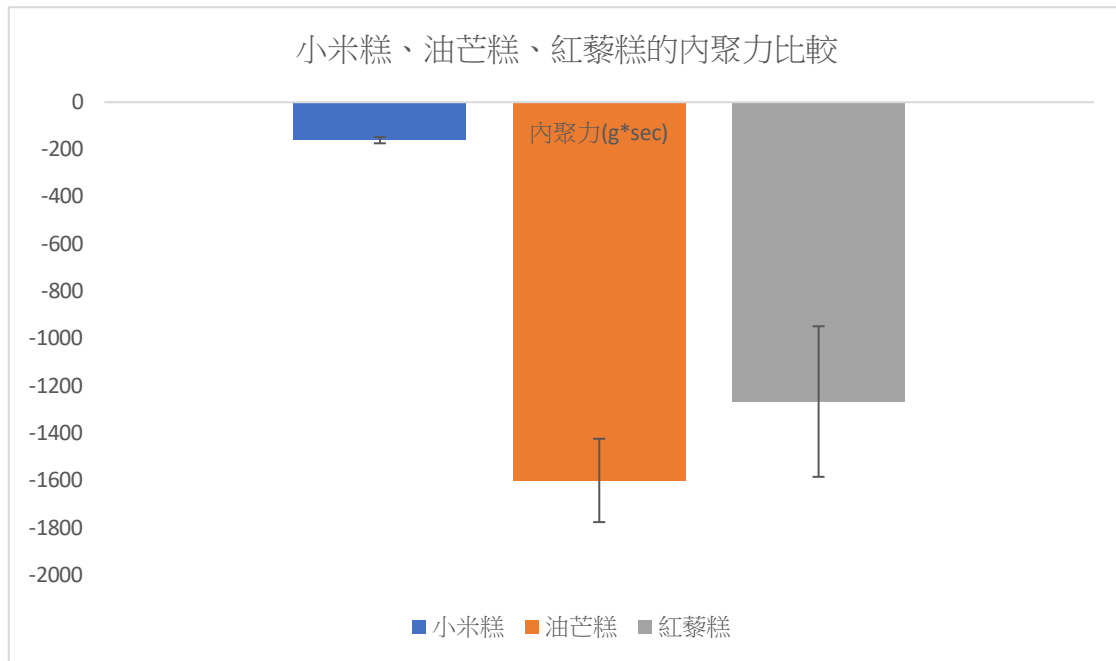
圖(二)小米糕、油芒糕、紅藜糕第零週物性硬度比較

(二) 黏性結果顯示：油芒糕黏性較佳；小米糕黏性較不佳



圖(三)為小米糕、油芒糕、紅藜糕第零週物性黏度比較

(三) 內聚力結果分析：小米糕內聚力較佳；油芒糕內聚力較不佳



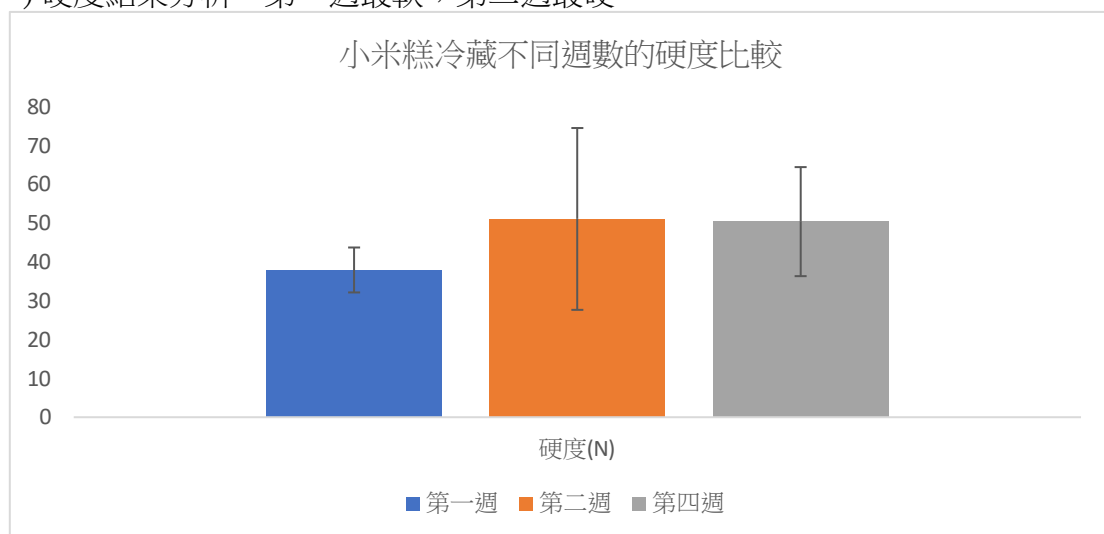
圖(四)為小米糕、油芒糕、紅藜糕第零週物性內聚力比較

六、小米糕冷藏不同週數的物性比較

	第一週	第二週	第四週
硬度(N)	37.963±5.796	51.148±23.412	50.431±14.056
黏性(g*sec)	54282.98±24327.18	102812.6±49732.54	75374.72±41880.75
內聚力(g*sec)	-4132.56±3557.583	-5644.68±14694.09	-3339.18±7792.755

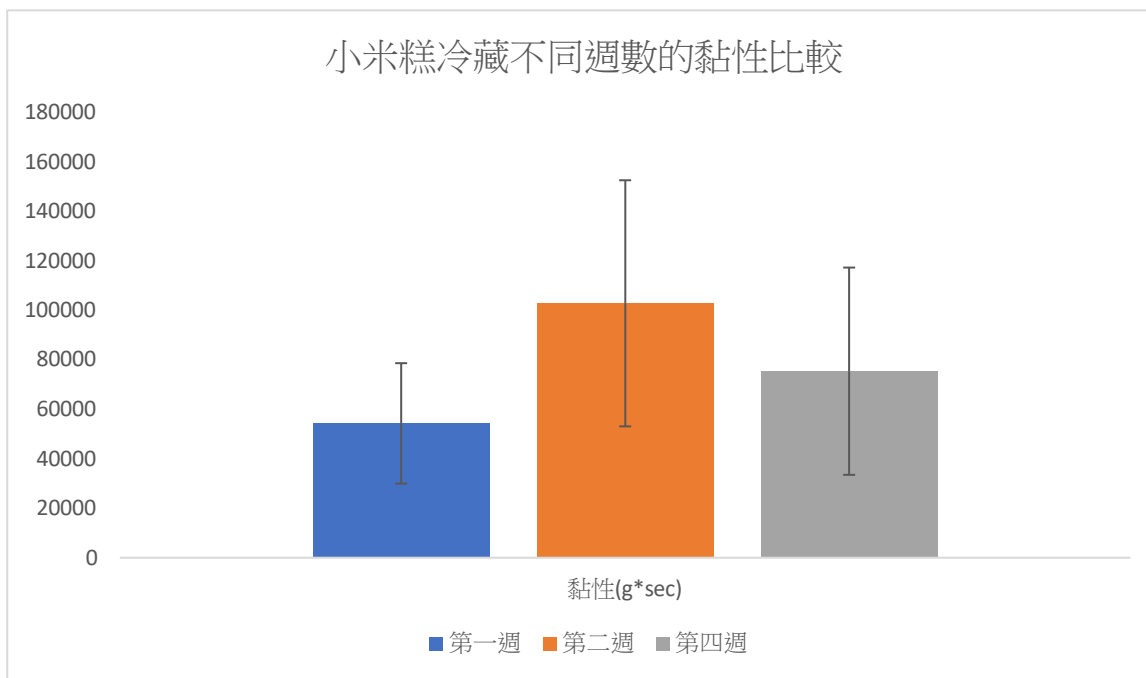
表三: 小米糕冷藏不同週數的物性比較

(一) 硬度結果分析：第一週最軟；第二週最硬



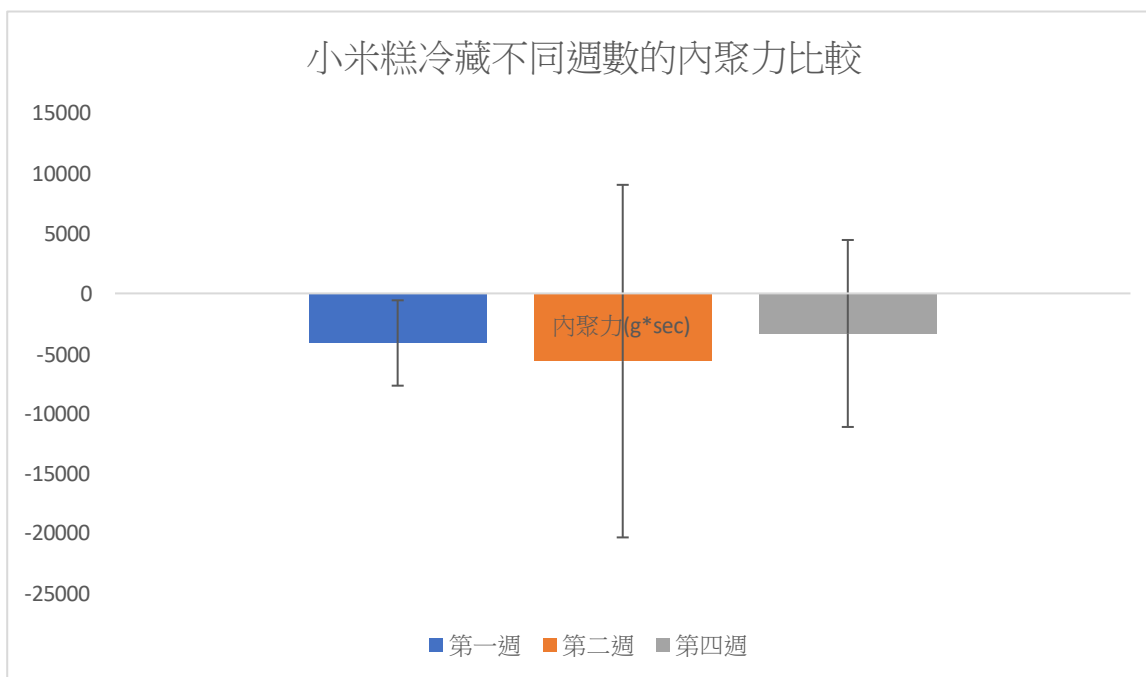
圖(五)小米糕冷藏儲存第一、二、四週硬度比較

(二) 黏性結果分析：第一週黏性較不佳；第二週黏性較佳



圖(六)小米糕冷藏儲存第一、二、四週黏性比較

(三) 內聚力結果分析：第二週內聚力較不佳；第四週內聚力較佳



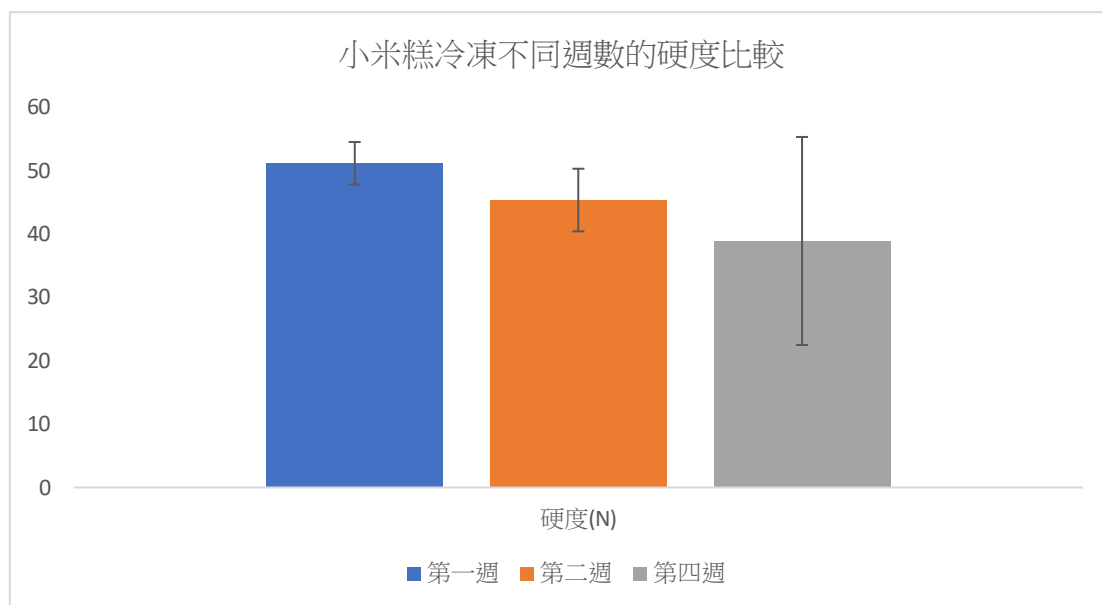
圖(七)小米糕冷藏儲存第一、二、四週內聚力比較

七、糕冷凍不同週數的物性比較

	第一週	第二週	第四週
硬 度 (N)	51.144±3.362	45.348±4.94	38.89±16.411
黏 性 (g*sec)	127428.1±11957.8	116093.1±12878.7	98999.52±44423.4
內聚力 (g*sec)	-2902.15±2312.687	-730.018±622.523	-1477.21±1078.832

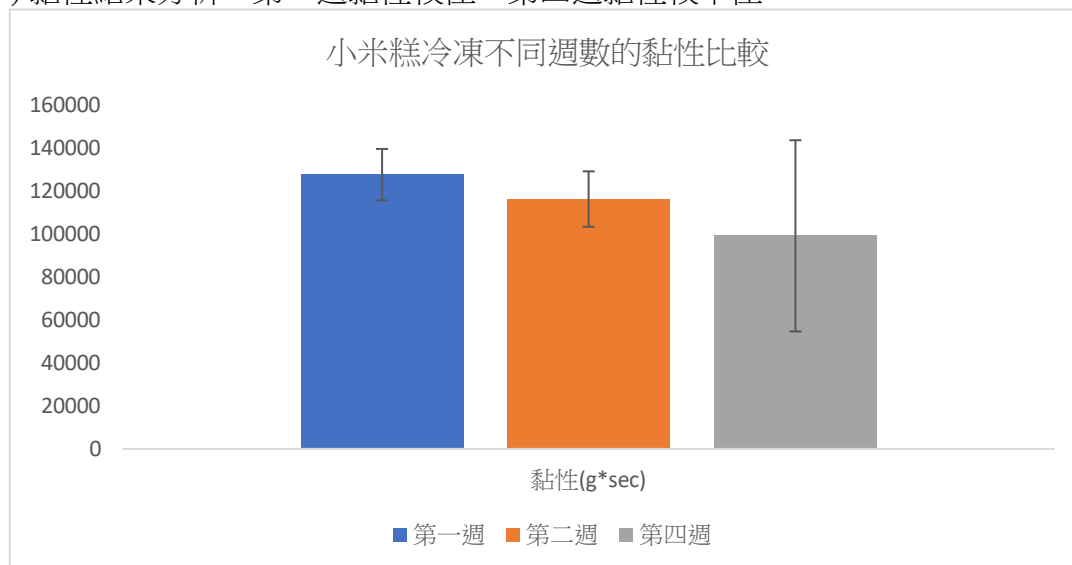
表四: 糕冷凍不同週數的物性比較

(一) 硬度結果分析：第一週最硬；第四週最軟



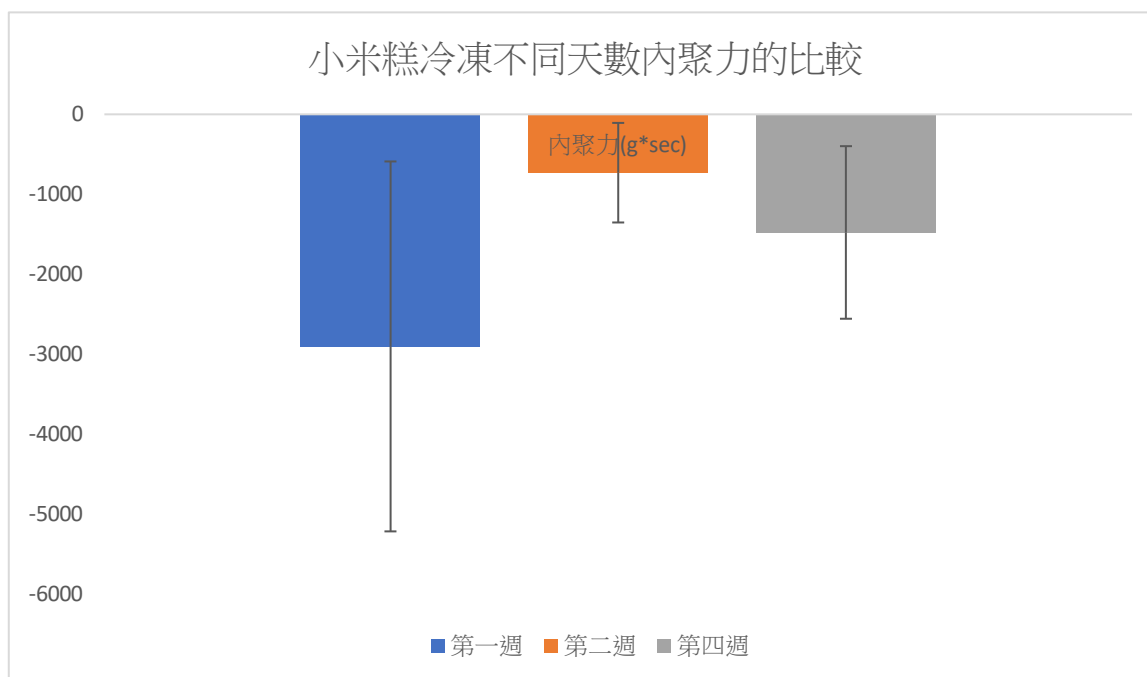
圖(八)小米糕冷凍儲存第一、二、四週硬度比較

(二) 黏性結果分析：第一週黏性較佳；第四週黏性較不佳



圖(九)小米糕冷凍儲存第一、二、四週黏性比較

(三) 內聚力結果分析：第一週內聚力較不佳；第二週內聚力較佳



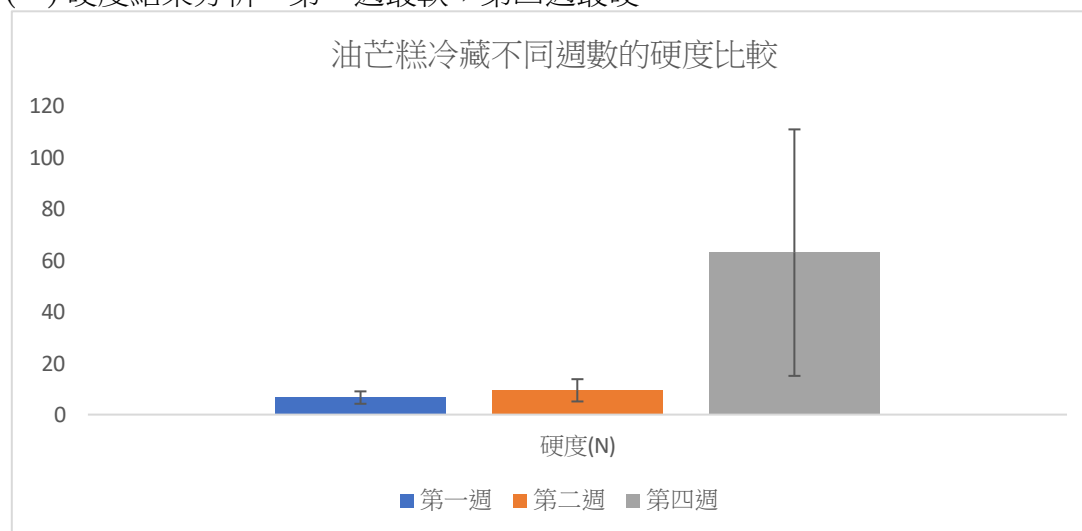
圖(十) 小米糕冷凍儲存第一、二、四週硬度比較

八、油芒糕冷藏不同週數的物性比較

	第一週	第二週	第四週
硬度(N)	6.629±2.412	9.45±4.333	63.044±47.973
黏性(g*sec)	7137.686±2137.311	9874.383±4549.672	63930.61±53542.65
內聚力(g*sec)	-1850.06±869.223	-1845.01±1068.34	-21.557±13.671

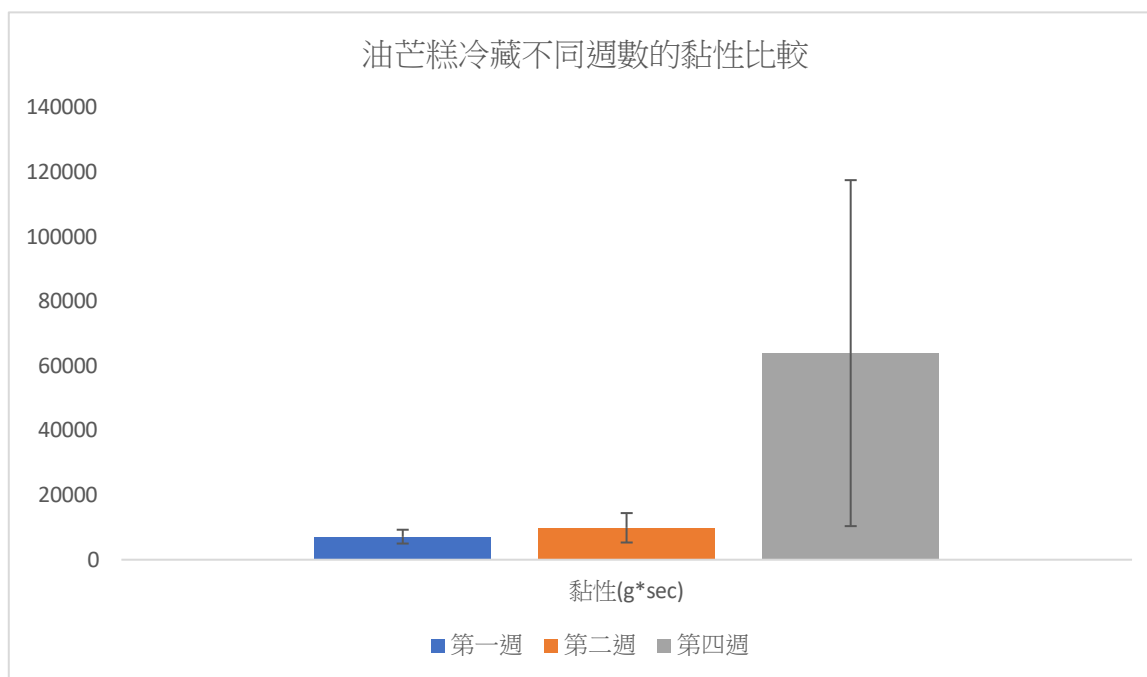
表五:油芒糕冷藏不同週數的物性比較

(一) 硬度結果分析：第一週最軟；第四週最硬



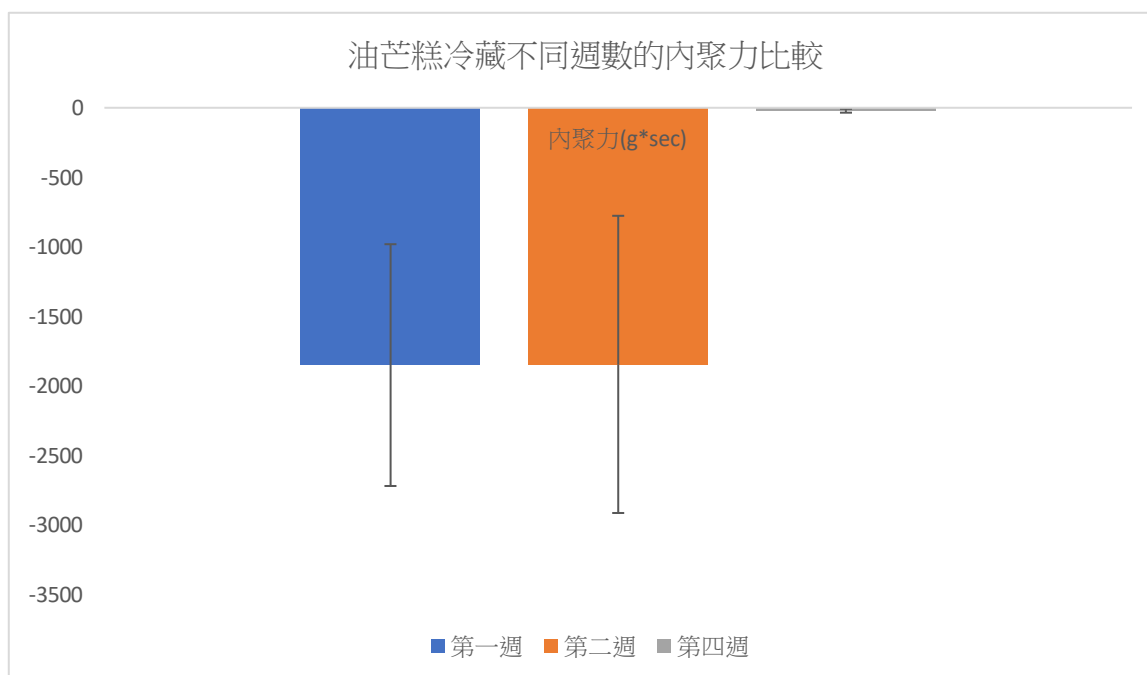
圖(十一)油芒糕冷藏儲存第一、二、四週硬度比較

(二) 黏性結果分析：第一週黏性較不佳；第四週黏性較佳



圖(十二)油芒糕冷藏儲存第一、二、四週黏性比較

(三) 內聚力結果分析：第二週內聚力較不佳；第四週內聚力較佳



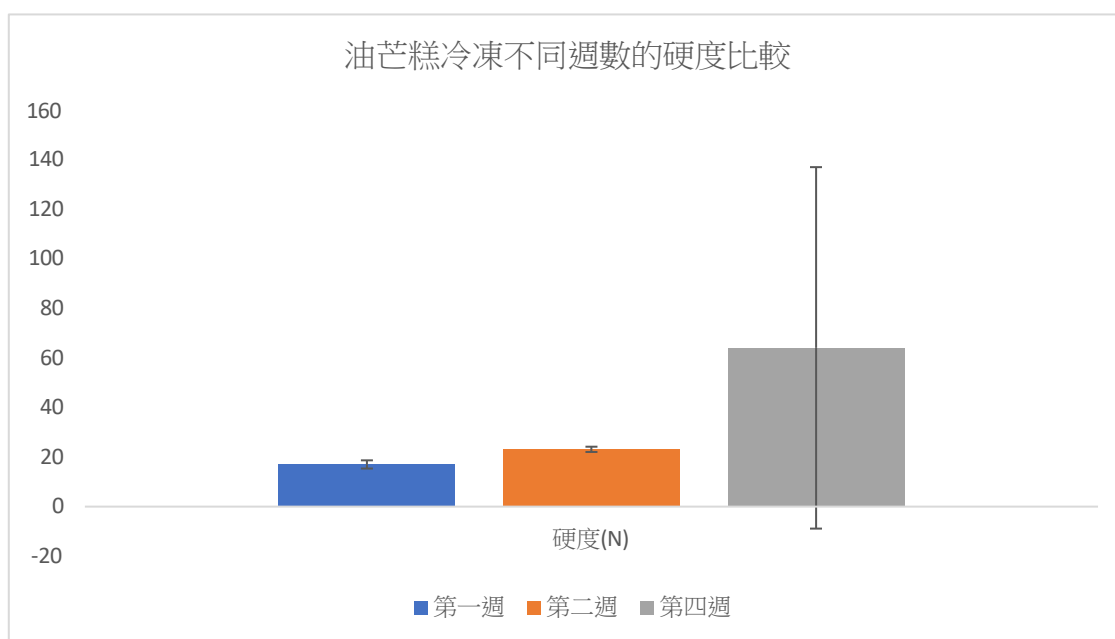
圖(十三)油芒糕冷藏儲存第一、二、四週內聚力比較

九、油芒糕冷凍不同週數的物性比較

	第一週	第二週	第四週
硬度(N)	16.989±1.653	23.076±1.059	63.945±72.815
黏 性 (g*sec)	18882.72±2172.647	26785.61±2310.156	94511.14±136792.2
內聚力 (g*sec)	-101.195±11.328	-113.688±24.692	-313.148±484.284

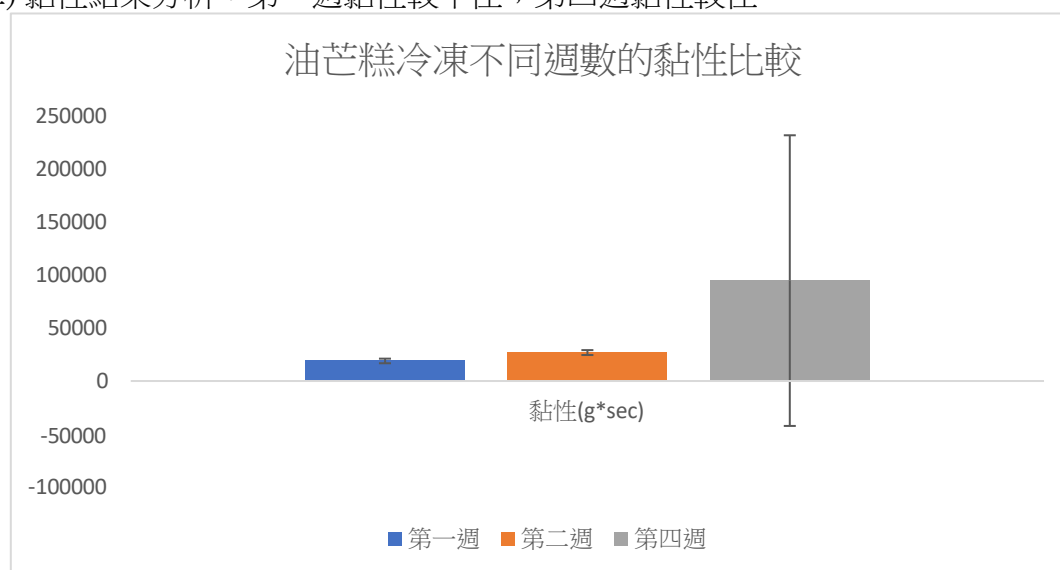
表六: 油芒糕冷凍不同週數的物性比較

(一) 硬度結果分析：第一週最軟；第四週最硬



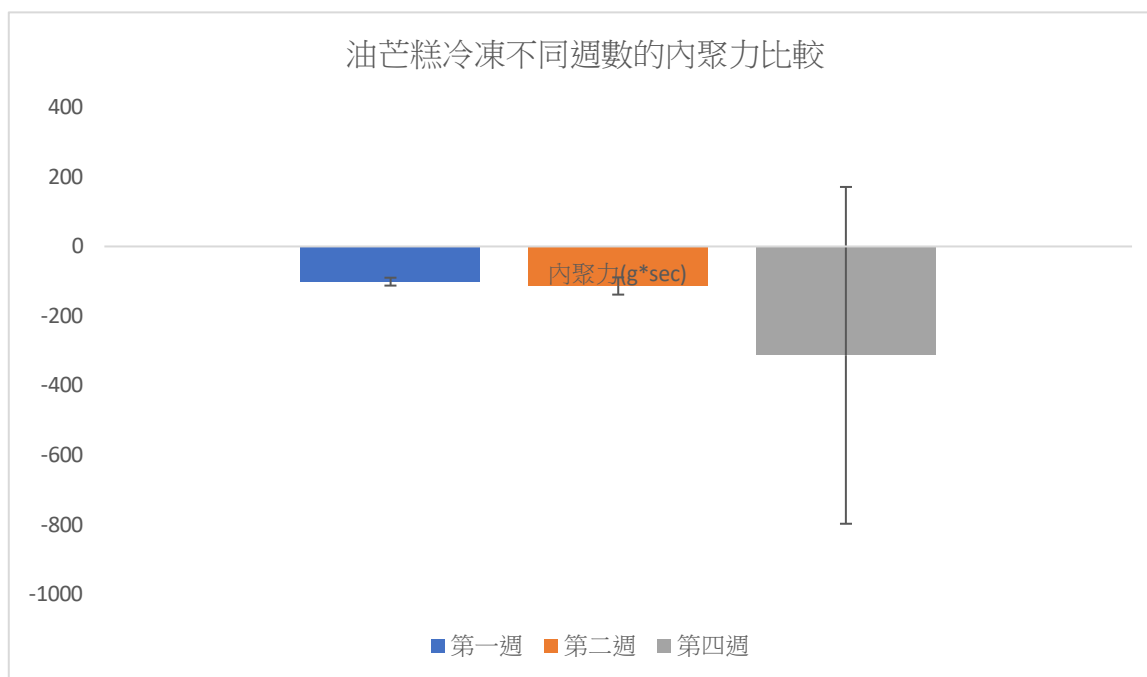
圖(十四)油芒糕冷凍儲存第一、二、四週硬度比較

(二) 黏性結果分析：第一週黏性較不佳；第四週黏性較佳



圖(十五)油芒糕冷凍儲存第一、二、四週黏性比較

(三) 內聚力結果分析：第一週內聚力較佳；第四週內聚力較不佳



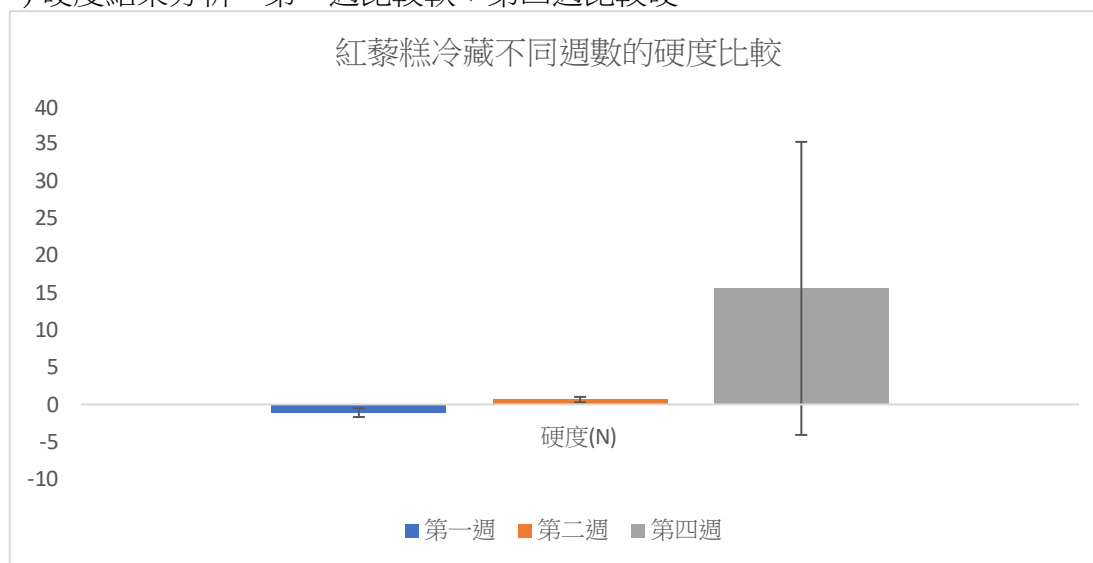
圖(十六)油芒糕冷凍儲存第一、二、四週內聚力比較

十、紅藜糕冷藏不同週數的物性比較

	第一週	第二週	第四週
硬度(N)	-1.098±0.598	0.643±0.358	15.556±19.654
黏性(g*sec)	1447.496±814.528	840.692±412.174	23520.03±35716.09
內聚力(g*sec)	-500.056±303.562	-240.735±179.675	-377.42±220.081

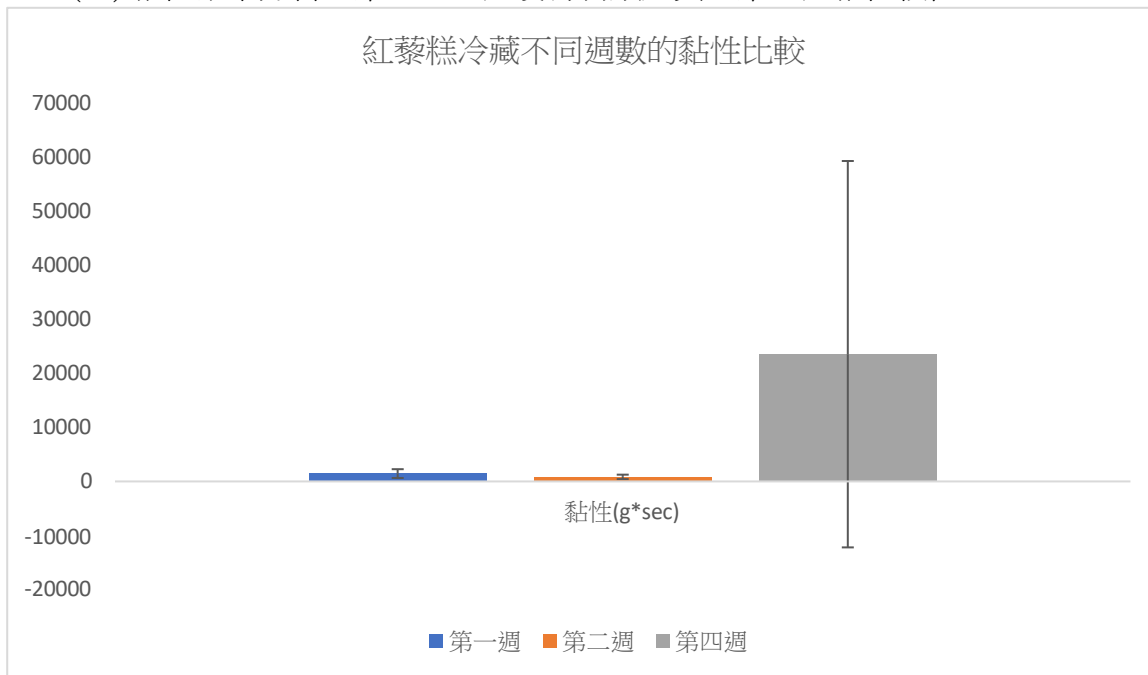
表七: 紅藜糕冷藏不同週數的物性比較

(一) 硬度結果分析：第一週比較軟；第四週比較硬



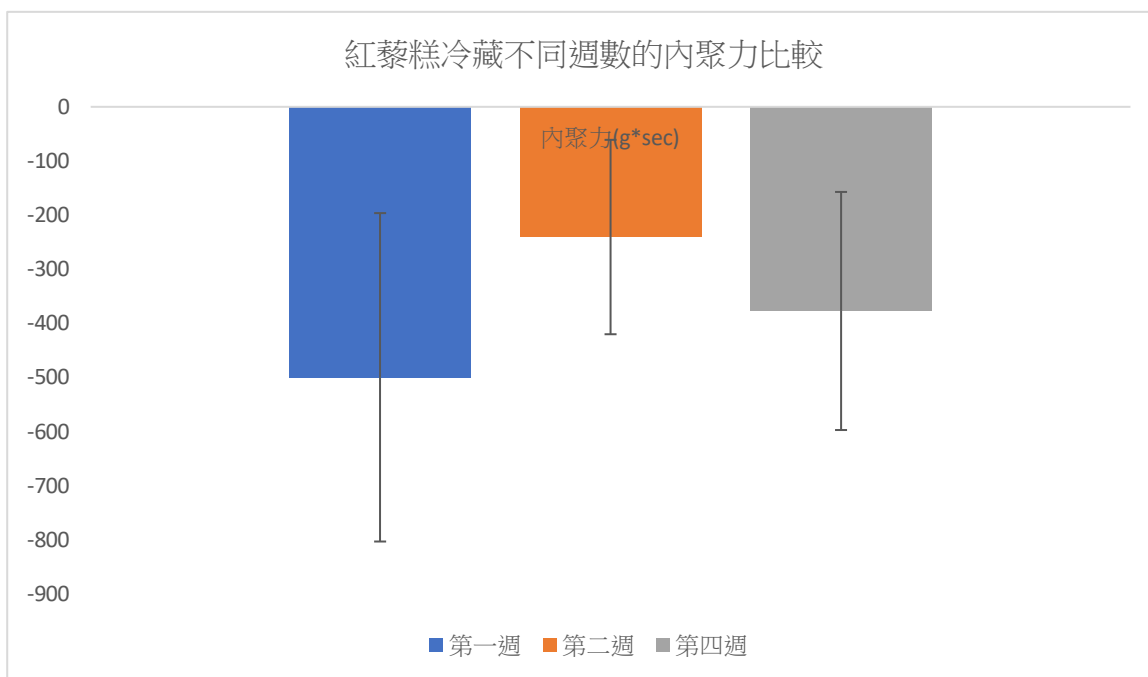
圖(十七)為紅藜糕冷藏儲存第一、二、四週硬度比較

(二) 黏性結果分析：第一、二週沒有明顯差異；第四週黏性較佳



圖(十八)為紅藜糕冷藏儲存第一、二、四週黏性比較

(三) 內聚力結果分析：第一週內聚力較不佳；第二週內聚力較佳



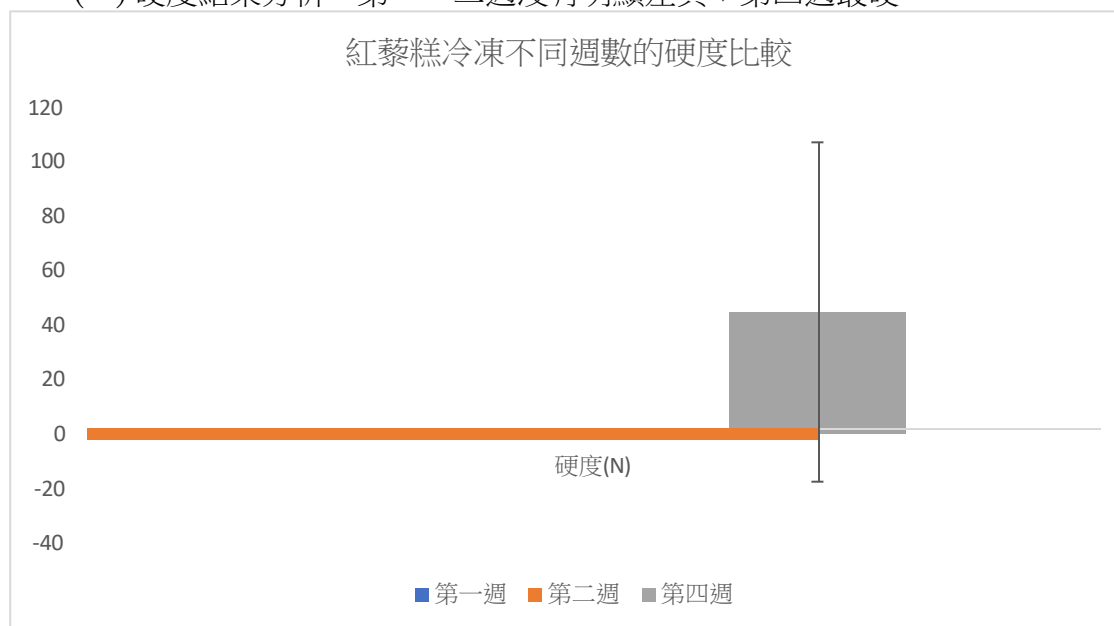
圖(十九)為紅藜糕冷藏儲存第一、二、四週內聚力比較

十一、紅藜糕冷凍不同週數的物性比較

	第一週	第二週	第四週
硬 度 (N)	1.35±0.31	1.2918±0.7601725	44.671±62.154
黏 性 (g*sec)	2008.32±462.45	1942.381±927.2437973	68012.17 ±96735.95
內聚力 (g*sec)	- 1020.80±233.25	- 900.04±471.5406	-983.953±624.599

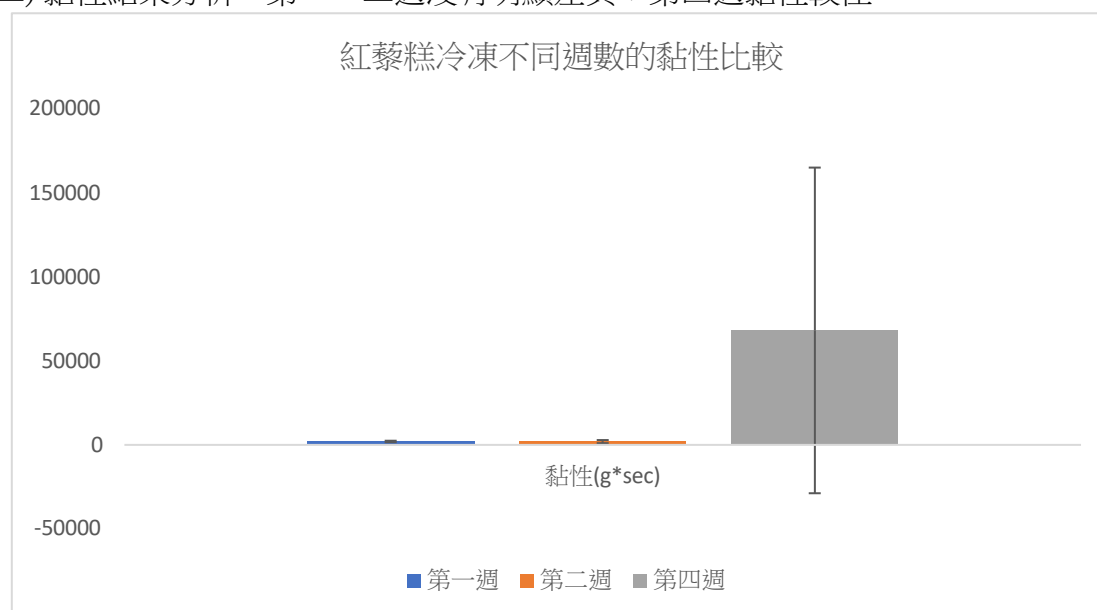
表八:紅藜糕冷藏不同週數的物性比較

(一) 硬度結果分析：第一、二週沒有明顯差異；第四週最硬



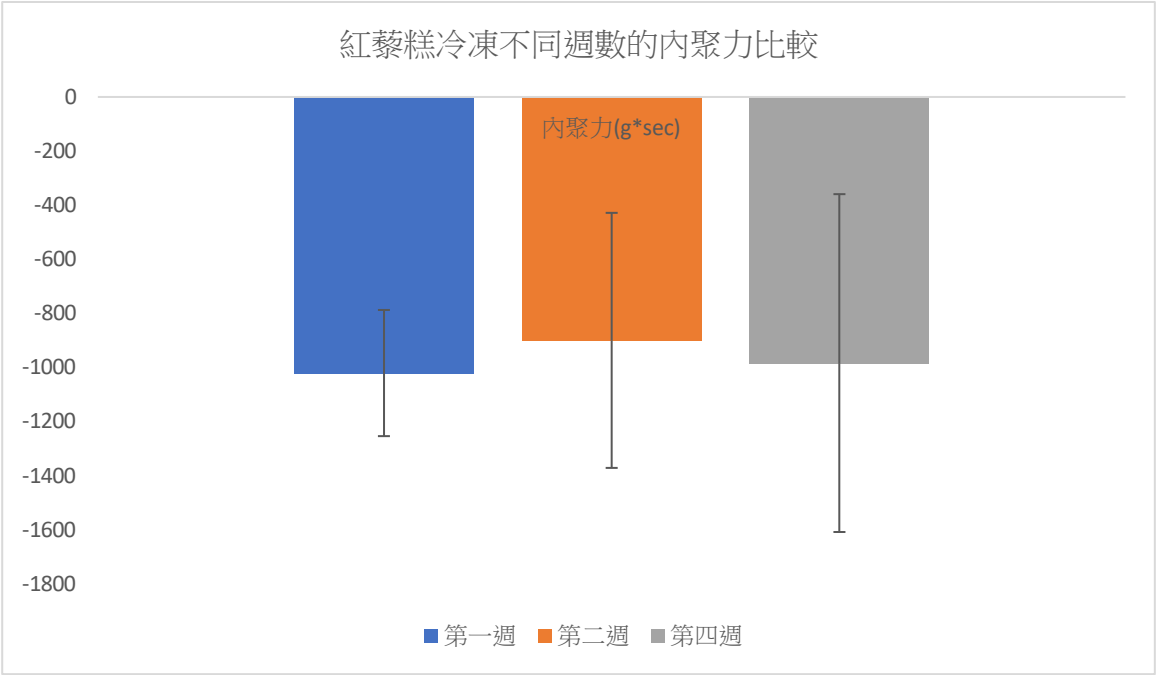
圖(二十)為紅藜糕冷凍儲存第一、二、四週硬度比較

(二) 黏性結果分析：第一、二週沒有明顯差異；第四週黏性較佳



圖(二十一)為紅藜糕冷凍儲存第一、二、四週黏性比較

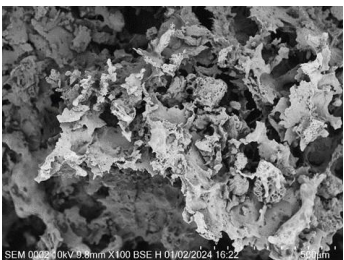
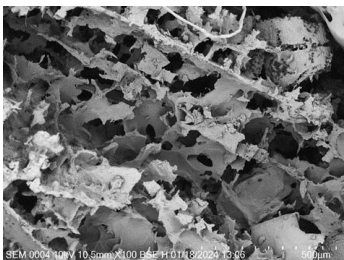
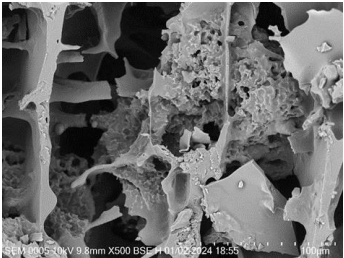
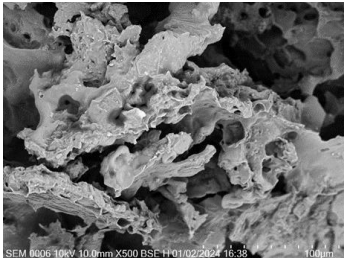
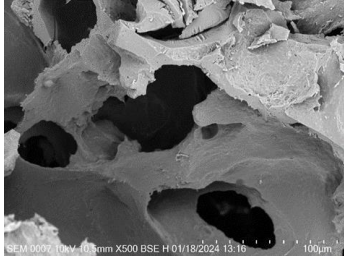
(三) 內聚力結果分析：第二週內聚力較佳；第四週內聚力較不佳



圖(二十二)為紅藜糕冷凍儲存第一、二、四週內聚力比較

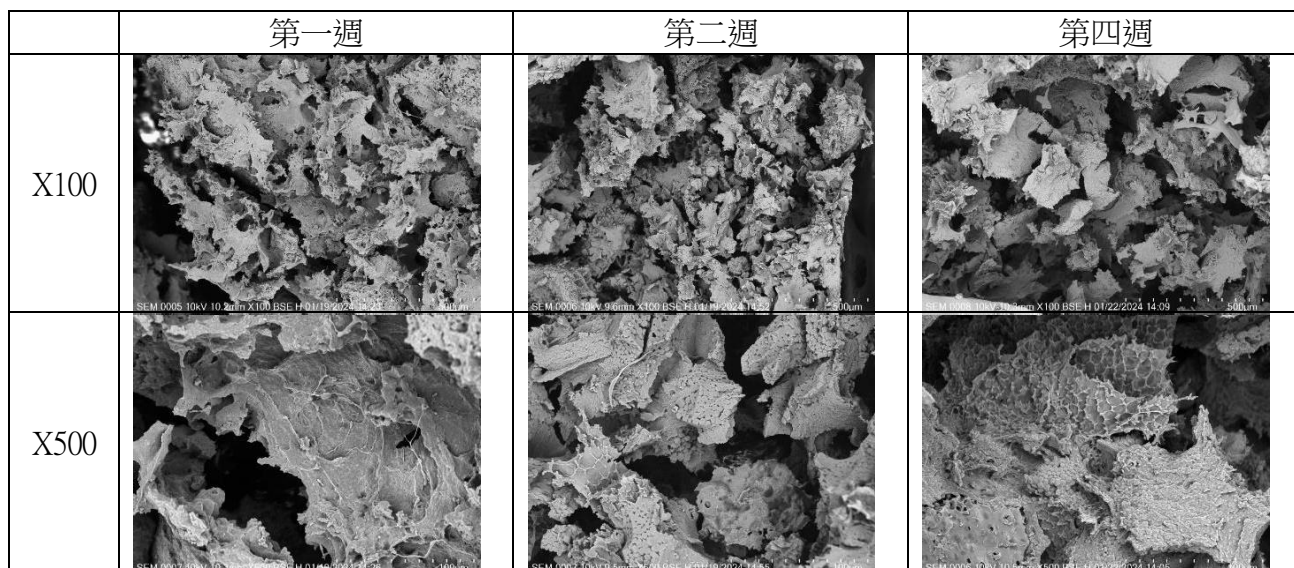
十二、 小米糕、油芒糕、紅藜糕於冷凍和冷藏儲存之微結構

(一) 小米糕的結構呈現多孔的蜂窩狀；油芒糕的結構較鬆散；紅藜糕的結構多孔

	小米糕	油芒糕	紅藜糕
X100			
X500			

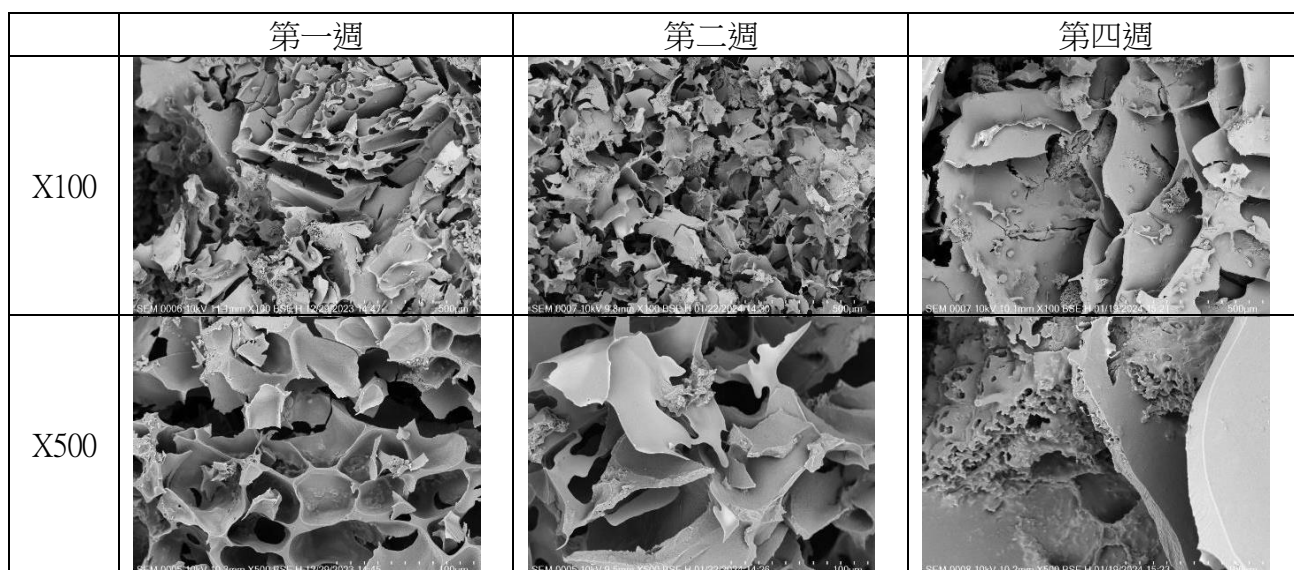
表九:小米糕、油芒糕、紅藜糕第零週的 SEM 圖

(二) 小米糕冷藏的第四週的結構音離水較嚴重，所以結構鬆散



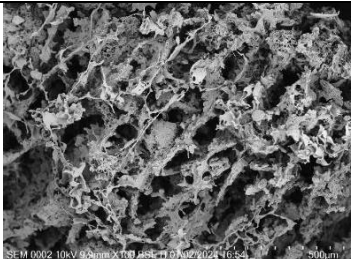
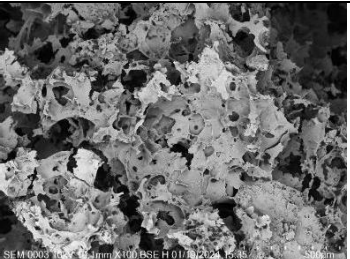
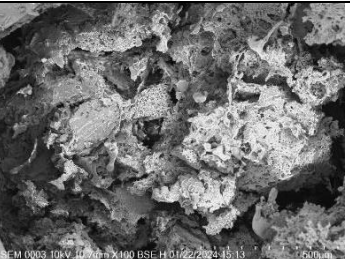
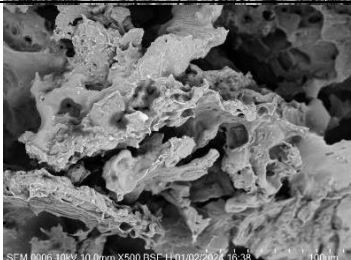
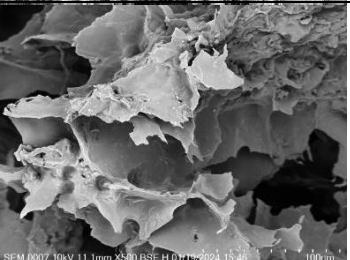
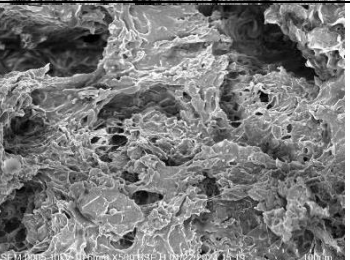
表十:小米糕冷藏第一週到第四週的 SEM 圖

(三) 小米糕冷凍結構，由第一週到第四週孔洞漸漸變大



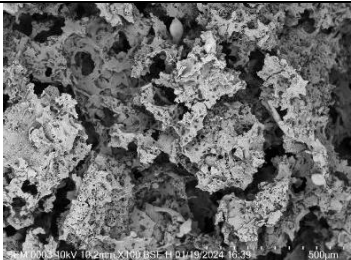
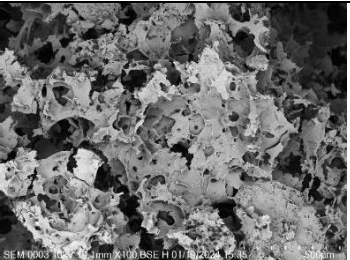
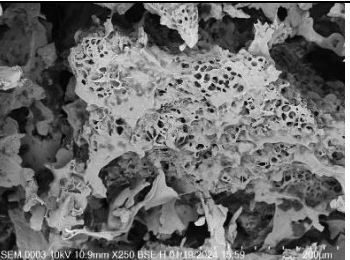
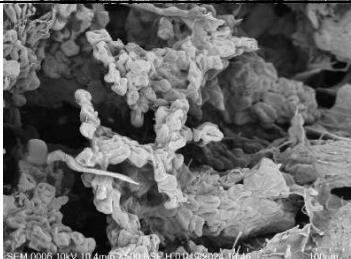
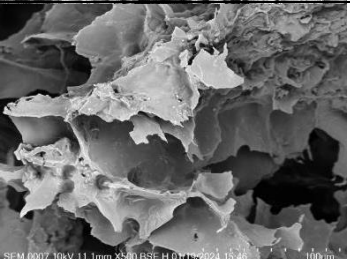
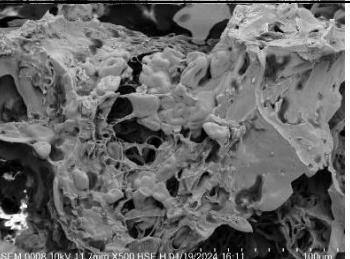
表十一:小米糕冷凍第一週到第四週的 SEM 圖

(四) 油芒糕冷藏鬆散多孔

	第一週	第二週	第四週
X100			
X500			

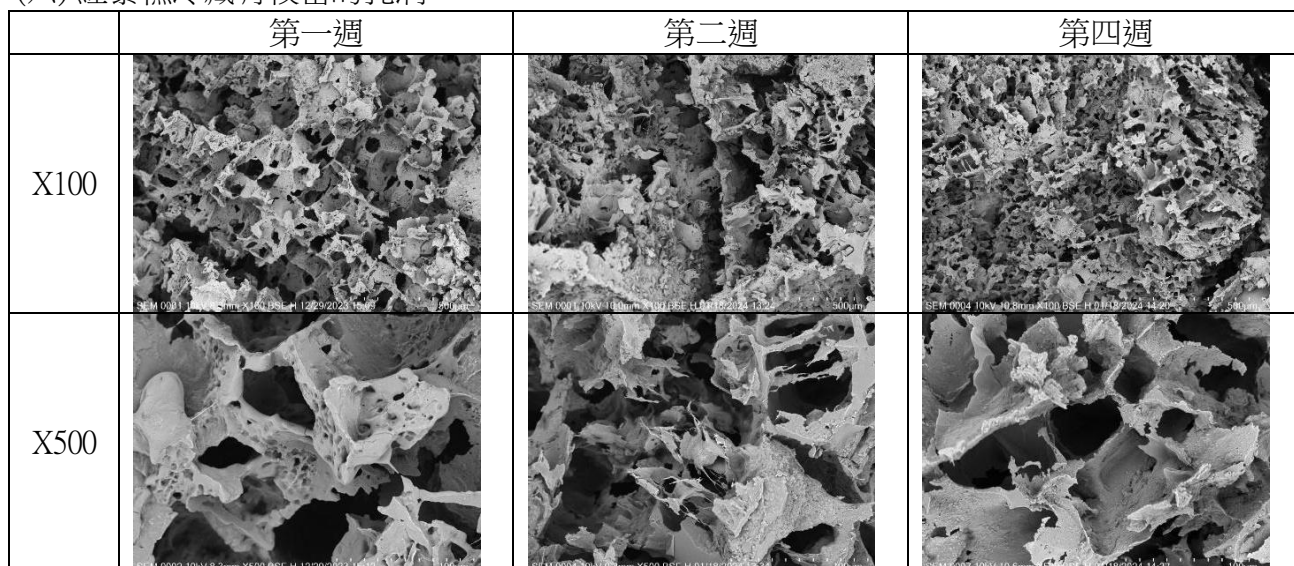
表十二:油芒糕冷藏的 SEM 圖

(五) 下表為油芒糕冷凍的 SEM 圖：油芒糕冷凍鬆散多孔

	第一週	第二週	第四週
X100			
X500			

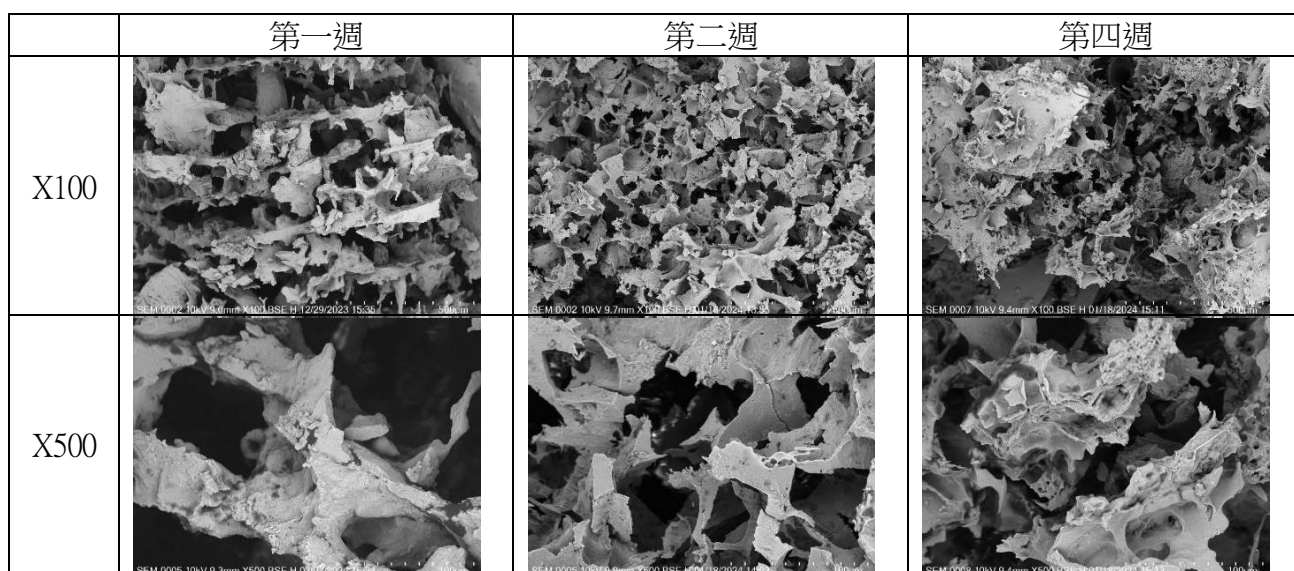
表十三:油芒糕冷凍的 SEM 圖

(六) 紅藜糕冷藏有較密的孔洞



表十四:紅藜糕冷藏的 SEM 圖

(七)：紅藜糕冷凍有較大的孔洞



表十五:為紅藜糕冷凍的 SEM 圖

十三、 小米糕、油芒糕、紅藜糕做示差掃描量熱法(DSC)數據，看蛋白穩定特性。

(一) 小米糕、油芒糕、紅藜糕示差掃描量熱法(DSC)結果

樣品	To (°C)	T _P (°C)	T _C (°C)	△H (mJ)
小米糕第零週	44.630 ±3.620	53.035 ±1.916	61.285 ±2.722	1.287 ±0.486
油芒糕第零週	43.145 ±0.728	51.700 ±0.665	60.745 ±7.658	1.232 ±0.131
紅藜糕第零週	70.035 ±0.431	74.165 ±0.332	82.150 ±2.546	1.236 ±0.076

表十六小米糕、油芒糕、紅藜糕第零週 DSC 結果

(To 為起始糊化溫度、Tp 為尖峰溫度、Tc 為結束溫度、△H 為熱焓)

(二) 小米糕 DSC 結果

樣品	T _o (°C)	T _p (°C)	T _c (°C)	△H (mJ)
小米穀粉	70.280 ±0.113	75.450 ±0.339	85.985 ± 1.266	11.665 ±0.064
第一週冷藏	44.645 ±1.379	52.620 ±1.089	63.950 ±3.239	6.992 ±1.580
第二週冷藏	45.780 ±0.778	53.350 ±0.410	58.830 ±0.438	5.958 ±0.891
第四週冷藏	43.705 ±0.757	52.890 ±0.933	61.710 ±0.608	5.834 ±1.046
第一週冷凍	43.625 ±1.549	50.035 ±0.969	58.930 ±1.549	6.791 ±1.551
第二週冷凍	44.695±0.035	50.380 ±0.424	56.460 ±1.160	7.207 ±0.313
第四週冷凍	44.295 ±1.492	50.720 ±1.739	61.355 ±1.280	6.052 ±0.386

表十七小米糕第一週至第四週 DSC 結果

(T_o 為起始糊化溫度、T_p 為尖峰溫度、T_c 為結束溫度、△H 為熱焓)

(三) 油芒糕 DSC 結果

樣品	T _o (°C)	T _p (°C)	T _c (°C)	△H (mJ)
油芒穀粉	68.885±0.177	73.415 ±0.276	81.370 ±0.156	4.140 ±0.322
第一週冷藏	45.855 ±0.290	54.955 ±0.318	61.805 ±0.375	2.563 ±0.111
第二週冷藏	46.690 ±0.410	55.265 ±0.247	61.600 ±0.566	3.414 ±0.823
第四週冷藏	45.285 ±1.732	54.535 ±1.478	61.970 ±1.782	2.045 ±0.313
第一週冷凍	46.100 ±0.071	53.505 ±0.573	60.595 ±0.757	2.814 ±0.169
第二週冷凍	46.410 ±0.028	53.075 ±0.205	59.360 ±0.099	3.576 ±0.344
第四週冷凍	45.430 ±0.509	52.440 ±0.339	59.215 ±0.318	2.336 ±0.223

表十八油芒糕第一週至第四週 DSC 結果

(T_o 為起始糊化溫度、T_p 為尖峰溫度、T_c 為結束溫度、△H 為熱焓)

(四) 紅藜糕 DSC 結果

樣品	T _o (°C)	T _p (°C)	T _c (°C)	△H (mJ)
紅藜穀粉	61.080 ±0.198	67.380 ±1.160	73.835 ±0.601	6.084 ±1.237
第一週冷藏	69.900 ±1.089	74.425 ±0.955	82.155 ±1.605	0.870 ±0.664
第二週冷藏	70.210 ±0.127	74.740 ±0.141	81.040 ±0.283	0.566 ±0.116
第四週冷藏	70.390 ±0.085	74.720 ±0.170	80.635 ±0.955	0.684 ±0.305
第一週冷凍	69.360 ±0.283	72.790 ±0.283	79.105 ±1.888	2.514 ±0.348
第二週冷凍	70.300 ±0.325	74.570 ±0.099	80.745 ±2.355	0.708 ±0.016
第四週冷凍	46.895 ±0.233	53.635 ±0.007	61.290 ±0.042	1.862 ±0.211

表十九紅藜糕第一週至第四週 DSC 結果

(T_o 為起始糊化溫度、T_p 為尖峰溫度、T_c 為結束溫度、△H 為熱焓)

伍、討論

- 一、紅藜糕冷藏第四週數據不整齊，推測紅藜糕直鏈澱粉較多，造成澱粉糊化後老化。同一種澱粉類，會因為顆粒大小不均而糊化溫度不一致，而澱粉老化會凝結沉澱。
- 二、小米糕離水現象比較明顯，所以變很硬(水分較少)。因為小米澱粉含量較多，所以較容易糊化與老化，離水現象是在糊化作用到老化作用之間的現象，離水現象會釋出樣品糕的水分。

陸、結論

- 一、經由實驗我們發現油芒糕溫度對老化程度影響相較小米糕低，油芒糕口感柔軟細膩，有獨特的味道，讓人回味無窮，適合做成非即食的糕點或產品。
- 二、新鮮的油芒富含維生素、礦物質和膳食纖維，油芒糕口感美味也易於消化，適合各個年齡層食用，尤其適合老年人和兒童。
- 三、油芒糕既可以作為美味的甜點，也可以做為下午茶的點心，是一種受歡迎的食品選擇。
- 四、油芒糕是原住民傳統的節慶美食，代表著家庭團聚、友情和幸福。食用油芒糕不僅是滿足口腹之慾，更是傳承和弘揚文化的表現。

柒、參考文獻資料

- 一、農業知識入口網 <https://kmweb.moa.gov.tw/>
- 二、原住民族產業平台 <https://exploresun.tw/>
- 三、自由時報-食譜自由配 <https://food.ltn.com.tw/article/11858>
- 四、農業出版品-農政與農情-101年11月(第245期)-米食加工產品之開發－稻米預糊化技術
- 五、長宏儀器開發有限公司
- 六、利用單管柱高效能分子篩層析區分稻米品種之理化特性。輔仁民生學誌 第十九卷，第一期，2013
- 七、台農67號化學誘變糯稻品系穀粉與澱粉之理化特性。輔仁民生學誌 第十七卷，第一期，2011