



- 公開
 不公開

執行機關識別碼：

行政院農業委員會九十二年度科技研究計畫研究報告

資訊庫編號：

計畫名稱：開發高粱應用於傳統中式食品研究

計畫編號：92 農科-5.1.4-糧-Z1(20)

執行期限：92 年 1 月 1 日至 92 年 12 月 31 日

計畫主持人：宋文杰

研究人員：宋文杰

執行機關：嘉南藥理科技大學餐旅管理系

開發高粱應用於傳統中式食品研究

宋文杰

嘉南藥理科技大學餐旅管理系

一、摘要

本研究以麻糬貯存期間硬度改變來探討不同比例及品種之高粱穀粉添加，對麻糬質地老化之影響。選用雜交台中 5 號高粱及金門 9 號高粱添加不同比例之穀粉於濕磨糯米粉，及添加微量發芽高粱穀粉製作麻糬，探討麻糬於室溫、5°C 及 - 28°C 貯存期間質地硬度變化。新鮮麻糬以不添加高粱穀粉質地最軟且貯存期間質地變硬速率最慢，金門 9 號高粱含高量酚類，但並未能抑制黴菌生長延長麻糬保存期限，麻糬置於 5°C 貯存會加速質地硬化，麻糬以 - 28°C 凍藏方式貯存麻糬再自然解凍之方式可延長產品保存期限且品質沒有明顯降低，高粱穀粉以高溫烘焙處理再添加製作麻糬可稍延緩貯存期間質地老化現象。

關鍵詞：高粱，麻糬，老化

Investigation on the change of traditional rice foods with the addition of sorghum

Wen-Chieh Sung

Department of Hotel & Restaurant Management, Chia Nan University of Pharmacy and Science, Tainan, Taiwan, R.O.C.

ABSTRACTS

The firmness change of mochi with the addition of sorghum was studied. Five percent and ten percent of Kinmen No.9 sorghum flour were mixed into wet milled waxy rice flour to make mochi. Their firmness were examined at three different storage temperature (28°C, 5°C and - 28°C). Mochi made from waxy rice flour was softest than the groups of sorghum flour addition. And its staling rate was less than other groups. Mochi stored at 5°C accelerated its texture becoming firmer, mochi could be preserved longer and its texture didn't change at all at -28°C. Mochi made from the addition of baked sorghum flour can retard its texture becoming firmer. Key words : Sorghum, mochi, staling.

二、前言

為發展金門地區特產，高粱被利用來添加於麻糬及年糕等傳統中式食品中，國內僅有之耕種高粱品種為雜交台中 5 號及金門 9 號，雜交台中 5 號主要由台灣嘉南地區農民耕作供嘉義酒廠生產高粱酒，而金門地區農民則種植上述兩種品種供金門酒廠生產高粱酒，雜交台中 5 號屬黃色系列子實為粳性高粱，子實不含單寧，金門 9 號屬棕褐色系列子實含高量單寧且為糯性高粱，Hahn 等氏 (1) 曾提出，高粱子實含高量單寧具有防止黴菌生長之效果，本實驗擬探討不同品種高粱、高粱穀粉比例及含單寧高粱添加對麻糬產品老化情形及抑制黴菌生長之效果。

三、材料與方法

1. 穀粉製備

雜交台中 5 號高粱購自台中種苗場，金門 9 號高粱購自金門農試所，兩品種皆為 2002 年期作，貯存在 5°C 冷藏庫備用，高粱穀粉製備是將高粱種子以粉碎機 (RT-04 型) (榮聰鐵工廠，台中市) 間歇粉碎而得，雜交台中 5 號高粱因種子表面有經農藥處理，需以自來水洗淨後以 50°C 乾燥 48 小時後再粉碎，製作麻糬之濕磨米穀粉原料購自屏東農產公司。

2. 穀粉原料分析

高粱穀粉及濕磨米穀粉之水份依標準 AACC air-oven method 44-16 測定，粗脂肪依標準 AACC micro-kjeldahl 方法 46-13 測定，灰分以標準 AACC 方法 08-12 測定 (2)，穀粉之直鏈澱粉百分比依 Juliano 氏 (3) 之檢定方法測定，高粱種子單寧含量依 Burns 氏 (4) 之方法檢測。

3. 高粱發芽試驗

高粱種子洗淨後浸泡於 28°C 之自來水 18 小時，每隔 6 小時換水一次，再將高粱置於塑膠網上，密閉於箱中，以自來水流通過網下，並每隔 6 小時換水一次，於浸泡 18 小時及發芽期間每隔 12 小時取樣一次，樣品於 50°C 之烘箱乾燥 48 小時後粉碎，置於夾鏈袋中待用，不同發芽期間高粱 alpha-amylase 酵素比活性之測定方法依 Ratnavathi 及 Bala Ravi (5) 之試驗方法測定。

4. 穀粉之糊化性質測定

取 3.5g 之濕磨米穀粉或以 5% 及 10% 比例之高粱穀粉取代米穀粉 (14% 水份, 3.5g)，加入 25ml 蒸餾水以快速黏度測定儀 (RVA, Newport Scientific Pty, Ltd, Narrabeen, Australia) 測定糊化黏度，升溫曲線於 50°C 維持 1 分鐘，再以 12°C/分鐘之速率加熱至 95°C，並於 95°C 維持 2.5 分鐘，再以 1 分鐘 12°C/分鐘之速率降溫至 50°C，之後於 50°C 維持 1 分鐘，記錄各時間點之糊化黏度 (cp)。

5. 麻糬製作及產品貯存質地測定

麻糬製作依周等 (6) 之配方及方法進行，以糯米粉 (400g) 加水 (320g)

攪拌後加入蔗糖 (120g)，靜置 10 分鐘，米糰以大火蒸炊 20 分鐘，利用攪拌機高速攪拌 5 分鐘後冷卻，分割蒸米糰 (55g) 再整形成圓形，於室溫 28 °C 貯存，各組加工適性以 1 至 9 分為評分區間，9 為最佳；產品冷卻後進行官能品評，評分針對各組產品質地、顏色及接受性以 1 至 9 分為評分區間，9 為最佳，每隔 24 小時以組織測定儀 (TA-XT2i) (Texture Technologies Corp, Scarsdale, NY) 測定麻糬質地硬度，將麻糬樣品以圓柱形探針 acrylic cylinder prob (直徑 15mm)，進行壓縮試驗 (50% strain)，記錄最大壓縮值即硬度，並觀察麻糬表面是否有黴菌長出。

四、結果與討論

1. 穀粉成分分析

原料高粱穀粉及水磨米穀粉基本成份如表一，本試驗以磨漿機濕磨高粱以萃取純化澱粉，所獲得之樣品其粗蛋白質含量皆高於 1%，於離心過程中，褐色高粱之種實及果皮不易分離，Beta 及 Corke 氏 (7) 指出其所萃取褐色高粱品種之澱粉仍有粉紅色色素殘留，金門 9 號高粱蛋白質含量 (13.3%) 較雜交台中 5 號高粱蛋白質含量 (11.1%) 高，此兩品種之蛋白質含量與 Subramanian 等氏 (8) 所報導之各品種相似，但國內之品種所測得之粗脂肪含量皆較其所測得之脂肪量 (22.2%) 低。本試驗以乙醚萃取粗脂肪，而 Subramanian 等氏以己烷萃取，推測可能為部分脂肪性脂質無法藉由乙醚溶出，表二為各穀粉其直鏈澱粉百分比，水磨米穀粉無法測得直鏈澱粉，雜交台中 5 號高粱屬梗性高粱 (25.6% 直鏈澱粉)，金門 9 號高粱屬糯性高粱 (1.8% 直鏈澱粉)，金門 9 號高粱含高量單寧且屬褐色系高粱，Subramanian 等氏 (8) 曾報導高單寧高粱具有苦澀味有抗鳥特質，而雜交台中 5 號高粱則無法測得單寧含量，本試驗所測得之國內兩種高粱品種其種子之 α -amylase 酵素比活性非常接近 (表二)，此兩品種高粱種子皆已具有 α -amylase 活性，可能此兩品種皆為提供農民種植用種子因此已具有 α -amylase 酵素比活性，或因種子本身已含 maltose，使本測定方法所測得之種子數據上皆已具有 α -amylase 活性。

2. 高粱發芽試驗

圖一為兩種高粱品種發芽期間的 α -amylase 活性變化，隨發芽時間增加高粱芽之 α -amylase 活性隨之增高，雜交台中 5 號高粱種子於發芽 2 天後其 α -amylase 活性即高於金門 9 號高粱整個發芽過程的 α -amylase 活性，雖兩種高粱品種之 α -amylase 活性皆隨發芽期間增加，若相對於所測得萃取液之蛋白質濃度 (比活性)，雜交台中 5 號高粱之 α -amylase 酵素比活性已於發芽之第二天達最高值，而金門 9 號之 α -amylase 酵素比活性則漸漸增加，直至發芽 5 天後才至高點 (圖一)，但因本試驗主要為利用發芽之高粱穀粉進行添加試驗，於發芽 5 天後之高粱根莖長度太長 (根 > 8.5cm，莖 > 2cm) 不利於乾燥磨粉，因此本試驗所使用之添加發芽高粱穀粉皆使用發

芽一天半高粱芽之乾燥粉末，此兩品種間 α -amylase 活性之不同可能因品種差異，或如 Novellie 氏 (9) 所提出低單寧含量之高梁品種其 α -amylase 的酵素萃取率較高，Daiber 氏 (10) 亦提出單寧會抑制 amylase 活性，故推論本試驗之金門 9 號高粱芽 α -amylase 酵素活性增加較慢，可能因其含單寧而抑制 α -amylase 之活性。

圖二為不同高粱品種發芽期間單寧含量之變化，雜交台中 5 號高粱含微量之單寧，於 6 天的發芽期間單寧含量皆無法測得，金門 9 號高粱隨發芽期間延長有漸漸減少之趨勢，單寧為植物內酚類物質之一，Iwuoha 及 Aina 氏 (11) 報導高粱浸漬及發芽期間，果皮及種皮上之酚類物質會隨之流出致使其含量下降，同樣地單寧含量也有可能因此降低，因單寧是棕色高粱中最主要可被萃取出之酚類物質，高粱的聚合性單寧是由花青素聚合而成，圖三金門 9 號高粱之發芽期間花青素含量之變化可驗證單寧於發芽過程中是有漸減之趨勢。

3. 穀粉之糊化性質測定

表三為濕磨糯米粉添加不同比例高粱穀粉，以快速黏度測定儀(RVA)分析其糊化黏度變化情形，添加相同量之金門 9 號高粱穀粉之澱粉糊化黏度皆比添加雜交台中 5 號高粱穀粉之各組黏度高，此結果可能因雜交台中 5 號高粱之 α -amylase 酵素比活性較高(表二)，或因金門 9 號高粱屬糯性高粱，而雜交台中 5 號高粱屬梗性高粱，故其米穀粉糊化黏度相對較高，糯米粉糊化黏度隨高粱穀粉之添加比例增加，其最高糊化黏度降低(表三)，添加 0.1% 之發芽高粱穀粉會降低糯米粉之糊化黏度，因雜交台中 5 號高粱之發芽穀粉 α -amylase 酵素比活性約為金門 9 號高粱發芽穀粉之 1.7 倍，故其糯米粉糊化黏度較低(表三)，而發芽穀粉添加比例增加時糊化後之澱粉液幾乎呈液體狀黏度極低，發芽之高粱穀粉建議添加量不宜超過 0.1%，而兩種高粱穀粉添加量建議不宜超過 10%，否則米糰之操作性會不佳，表三顯示各組之 RVA breakdown(BD)以控制組(糯米粉)最大，各組之 hot peak viscosity(HPV)只有 peak viscosity 之一半以下，表三各組 BD 值雖隨高粱穀粉添加而減少並不代表其糊化性質於相同之減切力下更穩定，同樣地，各組 SB 值有隨高粱穀粉或發芽高粱穀粉添加量增加而減少，但因各組 HPV 及 CPV 值有同樣減少之趨勢，因此表三 SB 值下降並不表示其回凝的現象有減緩，表三各組 STABR 值隨高粱穀粉之添加而減少，該參數較具有說明糊化穩定之現象的代表參數。

4. 麻糬添加高粱穀粉加工適性及產品官能品評

表四為麻糬添加高粱穀粉之製程加工適性及產品冷卻後官能品評分數，由 100%糯米粉所製作之麻糬產品軟Q操作適性良好，添加 5%金門 9 號高粱穀粉所製作之米糰於蒸後具有特有之紅高粱香味，但添加 10%高粱穀粉組及 4.8%穀粉與 0.2%發芽高粱穀粉組時，各組之米糰均已具有流性，操作時較不易拾起，一般而言以雜交台中 5 號穀粉添加於糯米粉所製作之麻糬較添

加金門 9 號穀粉之麻糬香氣淡且較無特色，其顏色也較不具吸引力。

5. 麻糬添加高粱試驗

圖四為麻糬添加不同比例 (5%及 10%) 之雜交台中 5 號及金門 9 號高粱穀粉，各組中以添加 5%之金門 9 號高粱老化最快，添加 10%之金門 9 號高粱之麻糬老化較慢，但各組之老化速率皆比單獨以糯米粉製作之麻糬快，圖五為麻糬中添加不同比例之發芽高粱穀粉 (0.1%及 0.2%)，各組中以添加 4.9% 雜交台中 5 號高粱及 0.1%發芽高粱穀粉之老化速率較慢，但仍高於控制組之老化速率，由圖四及圖五中各組添加高粱穀粉之麻糬其硬度皆比控制組高，各組麻糬之老化速率最快之時期發生在第二天至第三天，且此時之各組皆已開始發黴，雖金門 9 號高粱含高量之酚類，但該穀粉之添加未能抑制黴菌之生長，以此製程之麻糬販售期限僅有 2 天。

表五顯示各組麻糬貯存於 28°C 三天之硬度增加情形，若以冷凍貯存 (-28°C) 兩星期後再解凍之麻糬其硬度並無顯著增加，因此凍藏可延遲麻糬之老化現象，添加金門 9 號高粱穀粉之麻糬質地皆較添加雜交台中 5 號高粱穀粉所製作之麻糬硬，雖金門 9 號高粱屬糯性高粱，與雜交台中 5 號之稔性高粱相比較，金門 9 號高粱在老化程度上似乎較快，此現象可能因其 RVA 糊化黏度之 setback(SB)值較高，致使其產品老化速率較快，圖六中添加不同比例之高溫烤焙(160°C，十分鐘)高粱穀粉及未經烤焙高粱麻糬貯藏期間之硬度變化，顯示經高溫烤焙高粱穀粉其酵素可能已失活，因此其貯藏期間之麻糬硬度增加較緩慢且麻糬富含紅高粱飯香，故烤焙處理可改善添加高粱穀粉製作麻糬易老化變硬之問題。

五、結論

金門 9 號高粱雖含高量之單寧，添加於麻糬時未能有效抑制黴菌生長延長保存期限，高粱發芽期間單寧含量並不會顯著下降，本試驗所取得之金門 9 號及雜交台中 5 號高粱種子皆已具 α -amylase 酵素活性，添加高粱穀粉之麻糬硬度會較高且其老化速率較以糯米粉製作之麻糬快，兩種高粱以添加金門 9 號穀粉之產品色澤及風味較佳，添加發芽之高粱穀粉所製作之麻糬未能改善其老化問題反而導致操作性不佳，冷凍貯存可延緩麻糬老化並延長保存期限，高粱穀粉以高溫烤焙處理再添加製作麻糬可改善貯存期間質地老化現象。

六、參考文獻

- (1) D.H.Hahn, J.M.Faubion and L.W. Rooney: Sorghum phenolic acids and their high performance liquid chromatography separation and their relation to fungal resistance. *Cereal Chem.*, 60: 255-259 (1983).
- (2) AACC: Approved Methods of the AACC (10th ed.), St. Paul, Minnesota (1995).
- (3) B.O. Juliano: A simplified assay for milled-rice amylase. *Cereal Science Today*, 16: 334-340, 360 (1971).
- (4) R.E. Burns: Method for estimation of tannin in grain sorghum, *Agronomy Journal*, 63: 511-512 (1971).
- (5) C.V. Rathavathi and S. Bala Ravi: Effect of different durations of steeping and malting on the production of alpha-amylase in sorghum, *Journal of Cereal Science*, 14: 287-296 (1991).
- (6) 周清源、陳弘文、蔡育仁：傳統米製食品訓練推廣成果報告(第二輯)。中華穀類食品工業技術研究所，米麥研究專案 (1989)。
- (7) T. Beta and H. Corke: Noodle quality as related to sorghum starch properties, *Cereal Chem.*, 78: 417-420 (2001).
- (8) V. Subramanian, G.B. Larry, R., Jambanathan, and K.E. Prasada Rao: Some agronomic and biochemical characters of brown sorghums and their possible role in bird resistance, 31: 1303-1307 (1983).
- (9) L.I. Novellie, *L.J. Sci. Food Agric.*, 10: 441-449 (1959).
- (10) K.H. Daiber: Enzyme inhibition by polyphenols of sorghum grain and malt, *J. Sci. Food and Agric.*, 26: 1399-1411 (1975).
- (11) C.I. Iwuoha, and J.D. Aina: Effects of steeping condition and germination time on the alpha-amylase activity, phenolics content and malting loss of Nigerian local red and hybrid short kaura sorghum malts, *Food Chemistry*, 58: 289-295 (1997).

表一 高粱及糯米穀粉成份分析

Table 1. Proximate composition¹ of sorghum and waxy rice flour

Sample	Moisture(%)	Crude fat(%)	Crude protein(%)	Ash(%)
Waxy rice flour	11.2	nd ²	7.6	0.2
Taichung sorghum No.5	8.6	1.4	11.1	1.9
Kinmen sorghum No.9	8.3	1.9	13.3	1.9
Taichung sorghum No.5 starch	10.1	nd	2.5	0.2
Kinmen sorghum No.9 starch	10.3	nd	1.7	0.3

¹ All values were a mean of 2 replications.

² nd: Not detected.

表二 高粱澱粉酵素活性與直鏈澱粉及單寧含量分析

Table 2. Amylose and tannin content¹ and alpha amylase activity of sorghum flour

Sample	Amylose content(%)	Tannin(Catechin equivalents g/100g, dry basis)	Alpha-amylase activity/ µg maltose/ml
Waxy rice flour	nd ²		
Taichung sorghum No.5	25.6	nd	591.3
Kinmen sorghum No.9	1.8	4.9	550.8

¹ All values were a mean of 2 replications.

² nd: Not detected.

表三 糯米粉及高粱穀粉添加之糊化性質比較

Table 3. Effect of malted sorghum addition on the pasting properties¹ of waxy rice flour

Sample ²	T _i (°C)	P _{temp} (°C)	PV (cp)	HPV (cp)	CPV (cp)	BD (cp)	SB (cp)	STABR
WRF	65.0	82.0	5177	2615	3347	2562	732	0.505
WRF+5%TC5SF	63.4	76.5	4226	1915	2724	2311	809	0.453
WRF+10%TC5SF	65.8	78.1	3358	1522	2104	1836	582	0.453
WRF+0.1%MTC5SF	64.4	78.1	3148	1337	1811	1811	474	0.425
WRF+0.2%MTC5SF	64.9	78.2	2955	1187	1641	1768	454	0.402
WRF+0.5%MTC5SF	64.6	76.7	1474	426	686	1048	260	0.312
WRF+5%KM9SF	65.0	82.0	4705	2185	3008	2520	823	0.464
WRF+10%KM9SF	65.0	82.0	4693	2178	3130	2515	952	0.464
WRF+0.1%MKM9SF	64.6	77.8	4494	1949	2770	2545	821	0.434
WRF+0.2%MKM9SF	64.1	78.6	3251	1463	1922	1788	459	0.450
WRF+0.5%MKM9SF	64.6	77.9	2769	1172	1560	1597	388	0.423
WRF+1%MKM9SF	65.8	76.6	1417	408	640	1009	232	0.288
WRF+2%MKM9SF	64.3	75.8	803	235	376	568	141	0.293

¹ T_i=initial swelling temperature, P_{temp}=temperature at peak viscosity, PV=peak viscosity, cp=centi poise, HPV=hot peak viscosity, CPV=cool paste viscosity, BD=breakdown(PV-HPV), SB=setback(CPV-HPV), STABR=stability ratio(HPV/PV)

² WRF=Waxy rice flour, TC5SF=Taichung No.5 sorghum flour, MTC5SF=Malted Taichung No.5 sorghum flour, KM9SF=Kinmen No.9 sorghum flour, MKM9SF=Malted Kinmen No.9 sorghum flour. All values were a mean of 2 replications.

表四 麻糬添加不同高粱穀粉之加工適性及品質比較¹

Table 4. Sensory scores and process suitability¹ of mochie with the addition of sorghum flours

Sample ²	Process suitability	Overall score	Aroma and flavor
WRF	5	5	Soft and have cooked waxy rice flavor
WRF+5% KM9SF	5	6	Soft and have cooked sorghum flavor
WRF+10% KM9SF	3	6	Little firm and have cooked sorghum flavor
WRF+5% TC5SF	5	4	Chewy but sticky
WRF+10% TC5SF	3	4	Elastic and sticky
WRF+4.9% KM9SF+0.1% MKM9SF	4	6	Elastic and sticky
WRF+4.8% KM9SF+0.2% MKM9SF	2	3	Soft and sticky
WRF+4.9% TC5SF+0.1% MTC5SF	4	4	Soft and sticky
WRF+4.8% TC5SF+0.2% MTC5SF	2	3	Soft and sticky
WRF+Baked 5% KM9SF	5	6	Chewy and have cooked sorghum flavor
WRF+Baked10% TC5SF	4	5	Chewy and elastic

¹ 1=Dislike extremely, 2=Dislike very much, 3=Dislike, 4=Dislike slightly, 5=Neither like nor dislike, 6=Like slightly, 7=Like, 8=Like very much, 9=Like extremely.

² WRF=Waxy rice flour, KM9SF=Kinmen No.9 sorghum flour, MKM9SF=Malted Kinmen No.9 sorghum flour, TC5SF=Taichung No.5 sorghum flour, MTC5SF=Malted

Taichung No.5 sorghum flour.

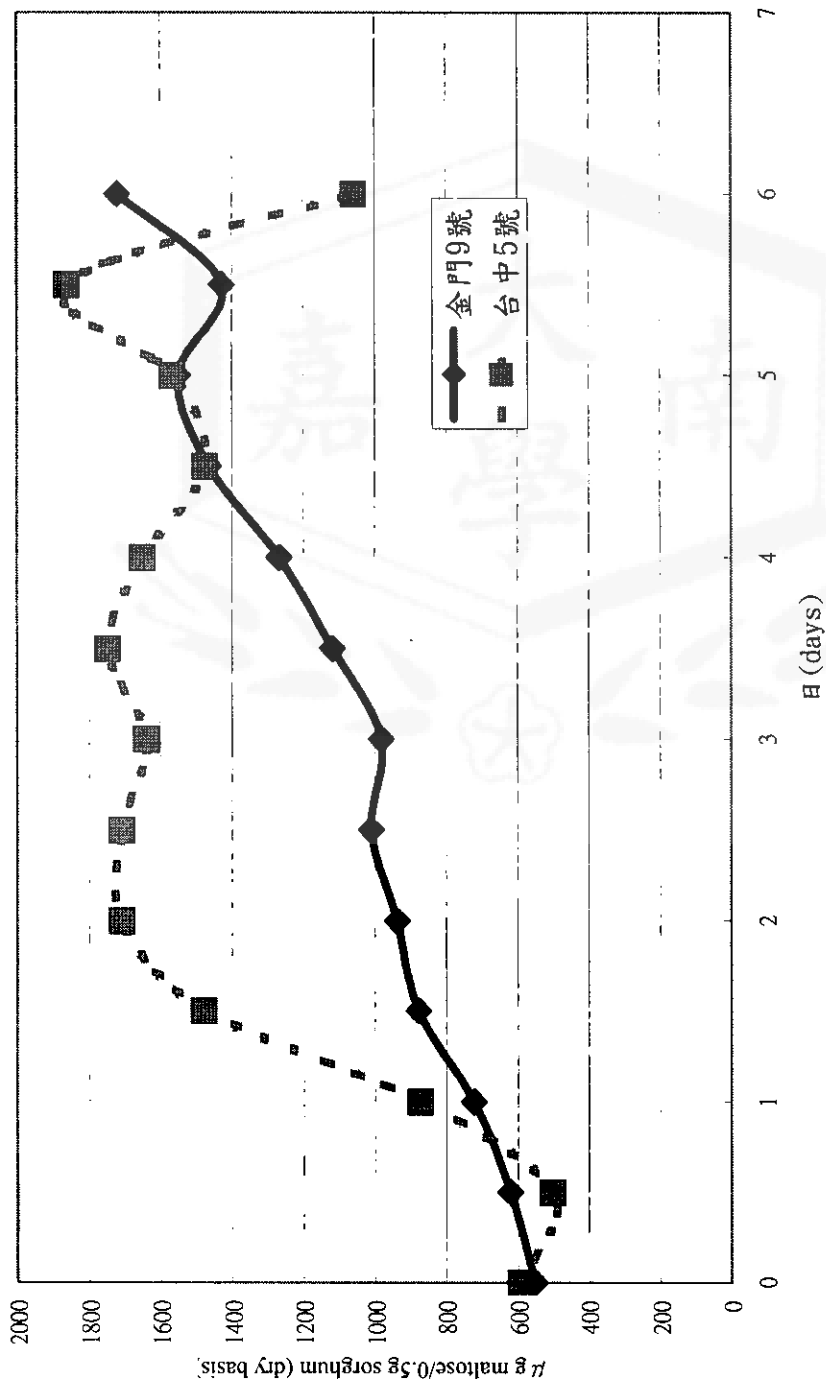
表五 麻糬貯存期間硬度之變化

Table 5. The firmness change of mochi during storage

Sample ¹	Firmness(g)		
	0 day	3 days	Frozen for 2 weeks
WRF	211.7	763.91	199.9
WRF+5% KM9SF	297.5	1615.4	356.6
WRF+10% KM9SF	295.7	1173.7	289.8
WRF+5% TC5SF	261.6	1230.4	255.9
WRF+10% TC5SF	287.0	1291.2	300.5
WRF+4.9% KM9SF+0.1% MKM9SF	307.6	1543.7	539.9
WRF+4.8% KM9SF+0.2% MKM9SF	331.6	1327.3	498.8
WRF+4.9% TC5SF+0.1% MTC5SF	258.5	1177.0	294.6
WRF+4.8% TC5SF+0.2% MTC5SF	293.7	1843.4	582.5
WRF+Baked 5% KM9SF	168.6	1068.7	140.7
WRF+Baked10% TC5SF	214.2	1681.1	157.3

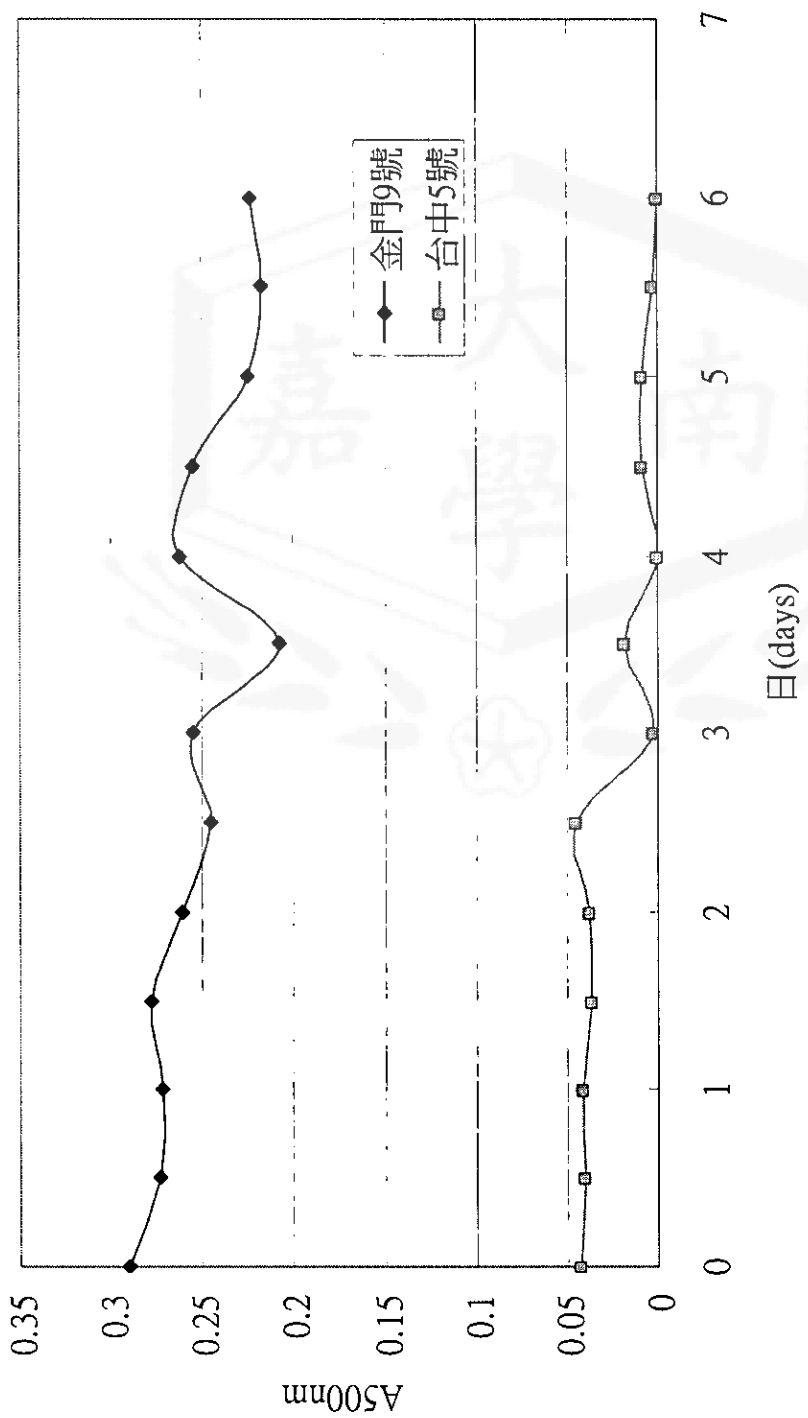
¹ WRF=Waxy rice flour, KM9SF=Kinnmen No.9 sorghum flour, MKM9SF=Malted Kinnmen No.9 sorghum flour,

TC5SF=Taichung No.5 sorghum flour, MTC5SF=Malted Taichung No.5 sorghum flour.



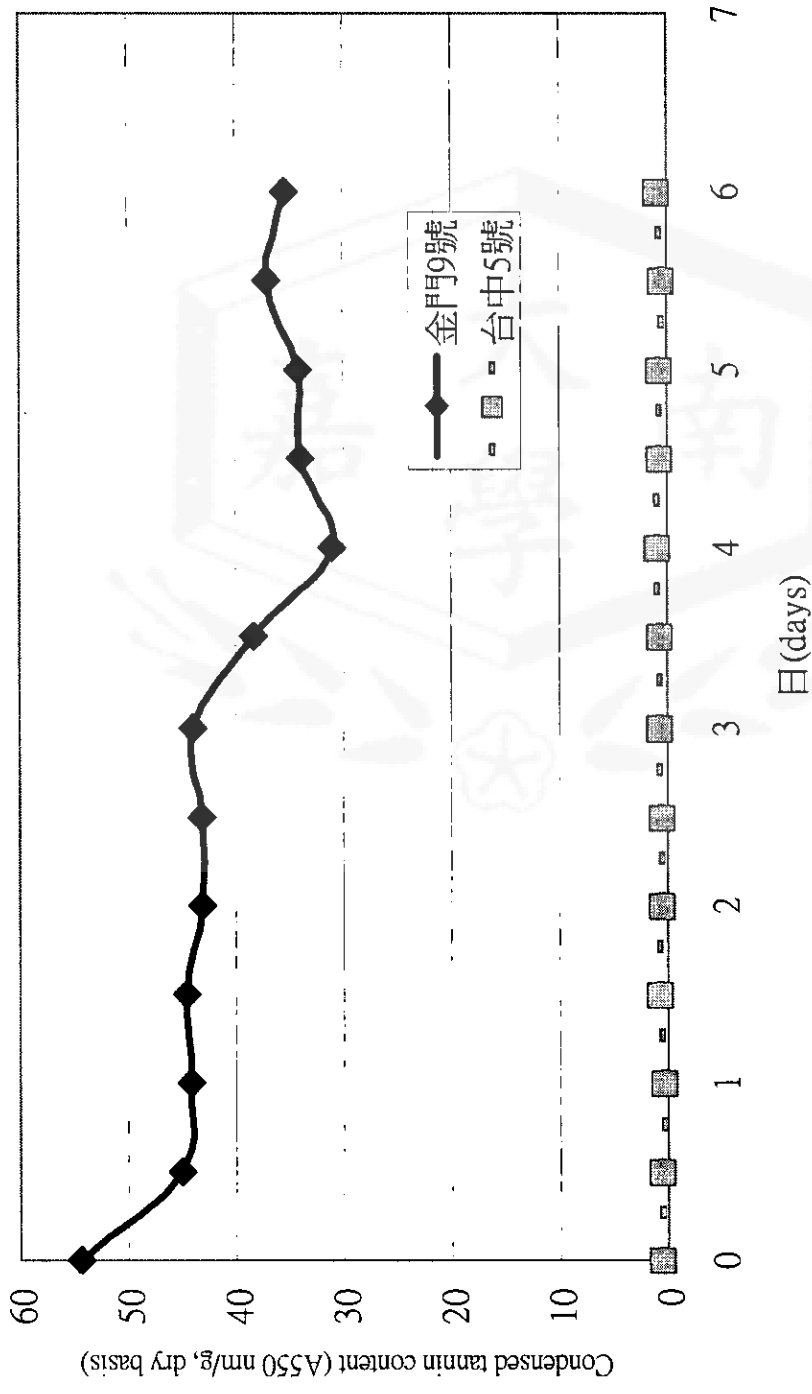
圖一 高粱發芽期間 α -amylase 活性之變化

Fig. 1 Alpha-amylase activity change of malted sorghum



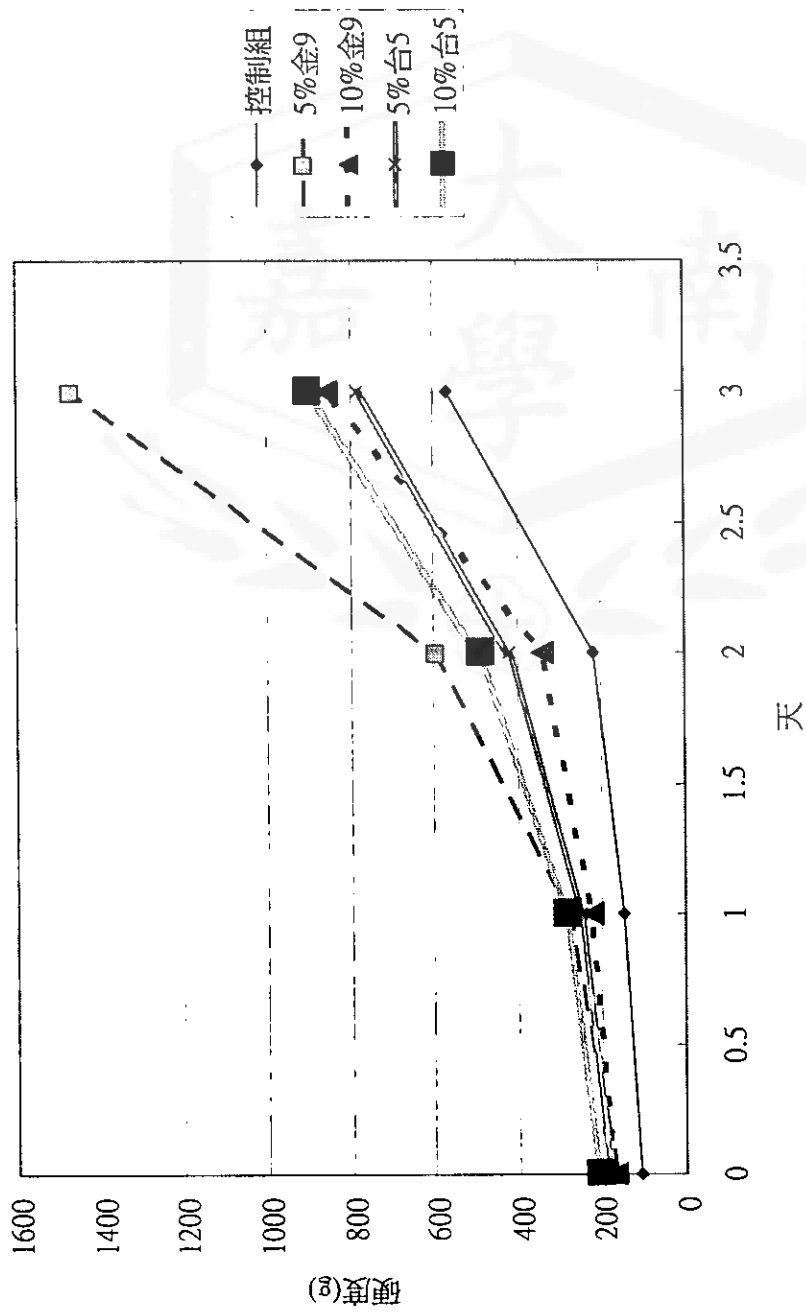
圖二 高粱發芽期間單寧含量之變化

Fig.2 Tannin content change of malted sorghum



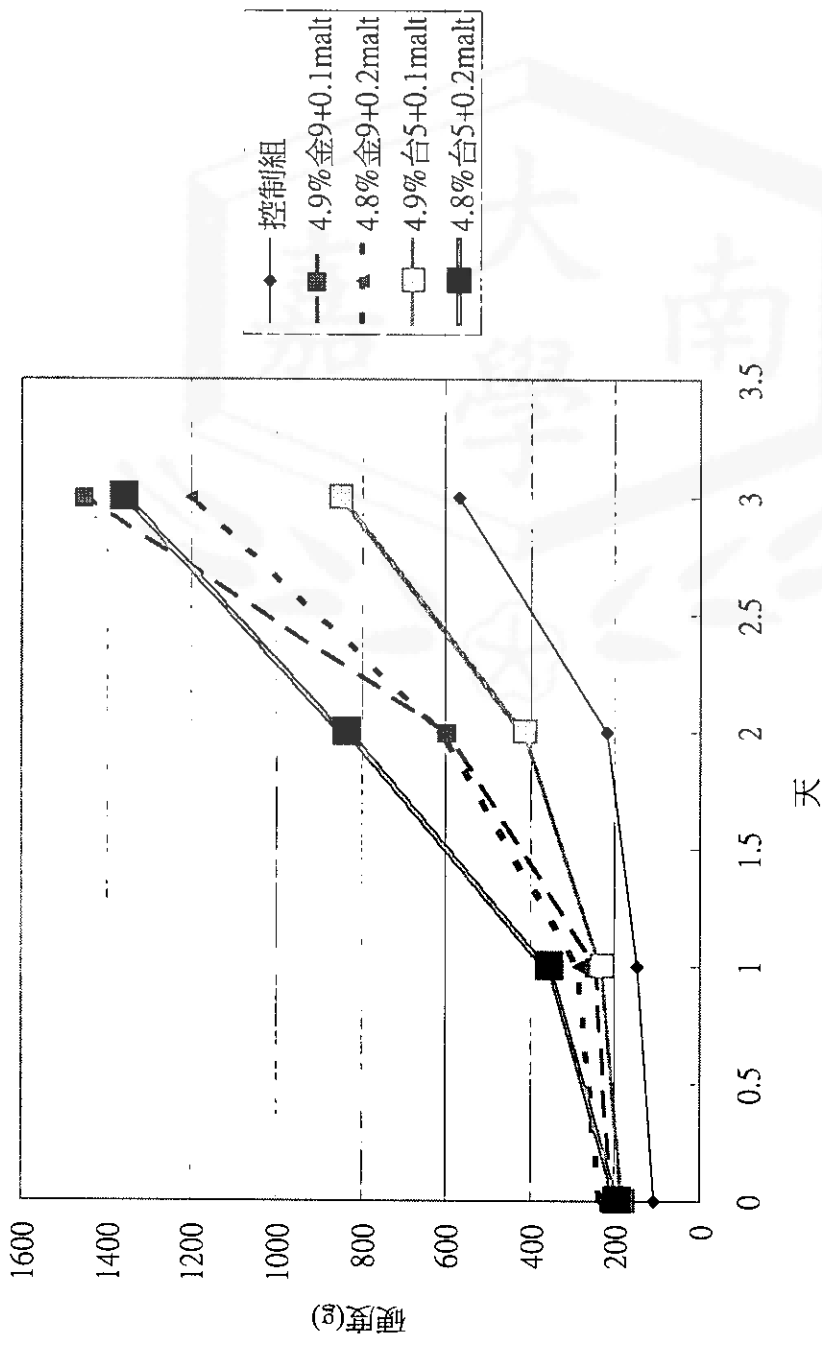
圖三 高粱發芽期間花青素 (anthocyanidin) 含量之變化

Fig.3 Anthocyanidin content change of malted sorghum



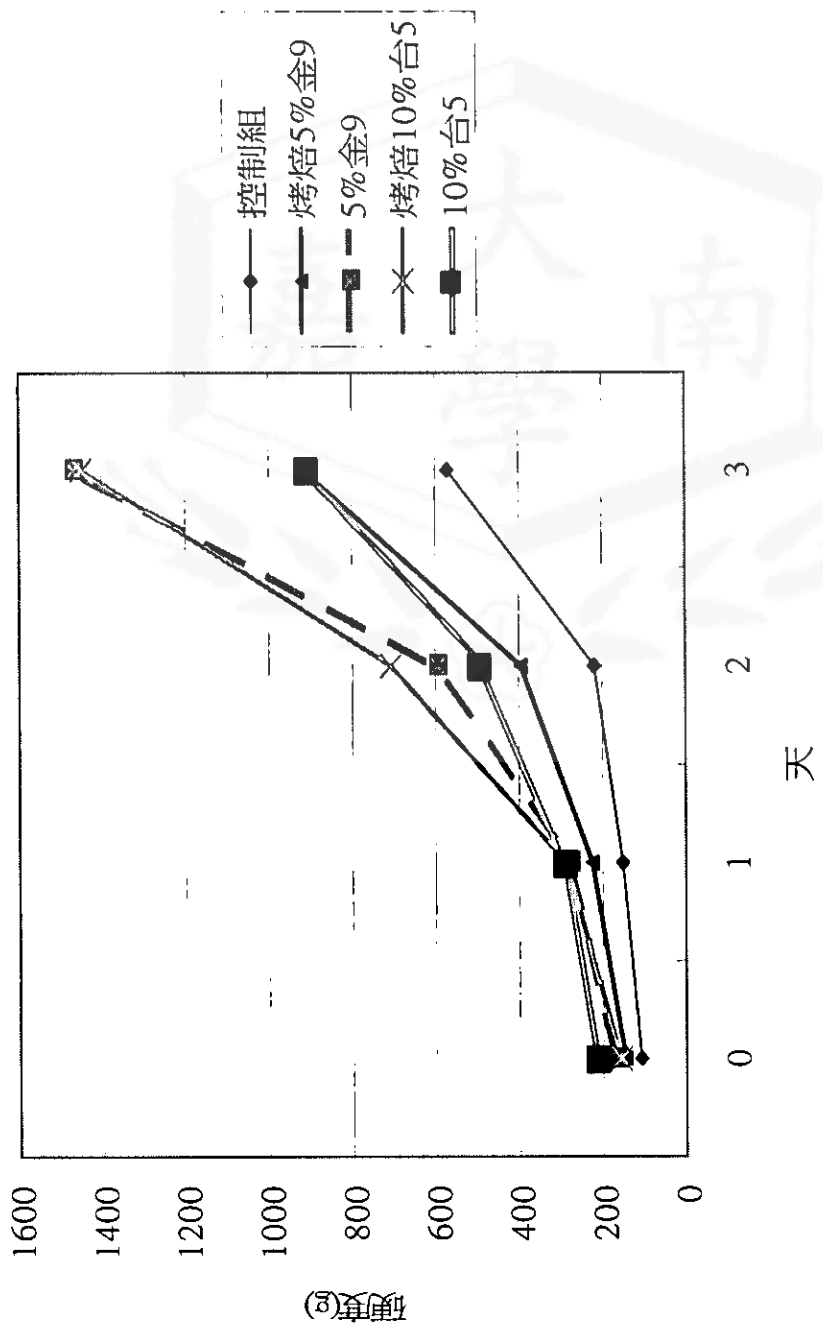
圖四 麻糬添加不同比例之高粱穀粉貯藏期間之硬度變化

Fig. 4 The firmness change of mochi with the addition of sorghum flour during storage



圖五 麻糬添加不同比例之高梁穀粉及發芽高粱貯藏期間之硬度變化

Fig. 5 The firmness change of mochi with the addition of malted sorghum flour during storage



圖六 麻糬添加不同比例之高梁穀粉及烘焙高粱貯藏期間之硬度變化

Fig. 6 The firmness change of mochi with the addition of baked sorghum flour during storage