

中華民國 第 50 屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

國小組 化學科

最佳(鄉土)教材獎

080207

菱角變身秀

學校名稱：高雄市左營區舊城國民小學

作者：  小四 曾子耘  小四 趙浩均  小四 許佳穎  小四 卓沛玟  小四 李侑陽  小四 林禹舜	指導老師：  蕭妃茹  陳育承
---	-----------------------------

關鍵詞：菱角、澱粉、糊化

## 摘要

本研究希望透過對菱角澱粉性質的探究，了解菱角澱粉利用的可行性，並尋找菱角澱粉加工利用的機會。由實驗發現萃取菱角澱粉時，乾燥方式會影響粉末顆粒大小，其中以日晒法所得到的粉末最細，而左營菱角澱粉的色澤偏紅褐色，且在黏度比越南菱角高，但是若在菱角澱粉糊內加入不同的添加物或改變溶液酸鹼值都會影響澱粉的糊化溫度和離水程度，其中以添加沙拉油或溶液 pH 值為 5 的時候澱粉糊的黏度最高，而添加鹽的菱角澱粉糊黏度最低；而加入 pH 值較低的醋最能降低菱角澱粉糊的離水現象。另外透過實驗及官能品評結果發現菱角澱粉適合用來油炸及當果凍粉使用。我們的研究結果可做為未來學校本位課程中發展菱角特色料理時的參考，也可提供給業者進行菱角創意料理的研發。

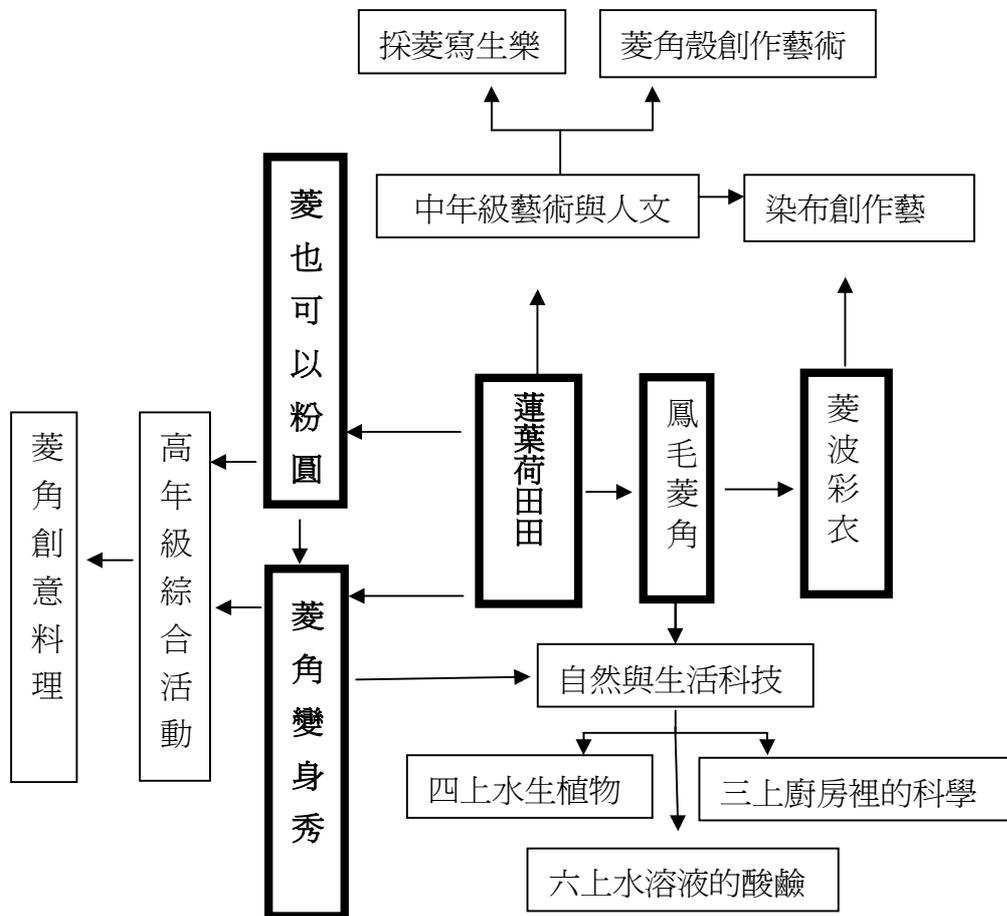


圖 1 本位課程相關圖

## 壹、研究動機

我們會從植物身上取出澱粉，做為勾芡或的油炸粉，更有許多沖泡式的澱粉在市面上販售，左營的菱角內也含有大量的澱粉，我們想要了解菱角澱粉是否也有這樣的用途呢？因此我們對菱角澱粉的糊化現象及離水現象進行探討，希望能透過實驗結果找到菱角澱粉最佳的使用條件，為菱角澱粉開拓加工利用的機會。(教材相關性：自然與生活科技康版第一冊單元三廚房裡的科學、第三冊水生生物、第五冊溶液的酸鹼)

## 貳、研究目的

- 一、 不同乾燥方式所製作的菱角澱粉之差異。
- 二、 菱角澱粉糊化溫度之研究。
- 三、 不同添加物對菱角澱粉糊化之影響。
- 四、 不同酸鹼值溶液對菱角澱粉糊化之影響。
- 五、 菱角澱粉糊離水現象之探討。
- 六、 菱角粉製作果凍可行性之探討。
- 七、 菱角粉油炸可行性之探討。

## 參、研究器材與材料

- 一、 本研究使用左營菱角一斤 120 元，越南進口去殼菱角，十斤裝 450 元，購於菱角批發商。
- 二、 冷凍乾燥機機型：FD12-1S-6P 。
- 三、 黏度計機型：Brookfield/U.S.A. • RVDV-E
- 四、 其他相關器材：測色儀、果汁機、棉布袋、砝碼、糖、塩、醋、沙拉油，電子天平、電磁爐、鍋子、碼錶。



圖 2 冷凍乾燥機



圖 3 黏度計

## 肆、研究過程與方法

### 一、 文獻探討：

#### (一) 菱角小檔案

菱角又稱龍角、紅菱，由於含有豐富的澱粉質及許多人體必需礦物質及維生素，兼具特殊風味，口感十足。菱角用途廣泛，可直接蒸煮當零食、點心食用，可謂是最佳健康食品，或剝殼取種仁，用於日常三餐烹調料理，凡炸、炒、蒸、燴、甜湯、涼點、糕點，皆可入菜，是最佳調理之材。菱角本身除富含多種營養許多人體必需礦物質及維生素。其菱角不可食用部份例如殼或皮內經分析後知道含有鐵、鈣、鎂、鎳、鋅、硒、錳、鉻等離子（劉發勇，2004）。

#### (二) ★★菱角主題餐館訪問重點整理：

- 1、菱角本身在料理上的缺點是味道不濃郁，很難讓消費者覺察到菱角的存在，本店都是將菱角打碎後，讓顆粒存在創意料理內，這樣比較可以開創出顧客接受的新料理。
- 2、菱角打碎後若做成內餡，發現很容易出水，不易保存。
- 3、牛奶的味道較能與菱角汁液搭配。



圖 4 與業者訪問實景。



圖 5 店家的招牌料理~菱角果凍。

## 二、不同乾燥方式所製作的菱角澱粉的差異

菱角內部富含澱粉（約占乾重的 70%），但市面上很少看見販售菱角澱粉，我們參考蓮藕粉的做法，試圖萃取菱角內部的澱粉。

### 步驟：

1、將去皮的左營及越南菱角洗淨後，用果汁機打碎，菱角汁倒進棉布袋過濾擠乾，澱粉液靜置 2 小時，倒掉上清液，剩餘之溼粉用不同乾燥方式去水。所得之菱角澱粉以測色儀進行色澤分析。



圖 6 電鍋保溫法



圖 7 烤箱法



圖 8 研磨冷凍乾燥菱角澱粉



圖 9 測色儀測菱角澱粉之色澤

## 三、菱角澱粉糊化溫度之研究

廚房中澱粉的用途常用來勾芡，有些澱粉只要加熱水就可以糊化，有些要用煮的才可以糊化，到底要用多少溫度的熱水才可使菱角澱粉糊化，所以我們對菱角澱粉的糊化溫度進行實驗。

### 步驟：

1、取 20g 菱角澱粉，加水 300ml 配成澱粉液。放在加熱器上加熱，並用黏度計測量，溫度每升 5 度測量一次，每個溫度記 10 個黏度值，求平均值。



圖 10 黏度測量實驗設備

#### 四、不同添加物對菱角澱粉糊化之影響

有人將山藥澱粉做成沖泡式甜品，有人是做成不同口味的澱粉糊當餐點，我們查資料發現菱角因為熱量低，所以受減肥者的喜愛，那菱角澱粉糊化時會不會受到添加物及溶液酸鹼值的影響呢？於是我們選用常用的廚房調味品為添加物，進行添加物及酸鹼值對菱角澱粉影響之探究。

##### 步驟：

取 20g 菱角澱粉及 10 公克的添加物，加水 300ml 配成澱粉液。加熱溫度每升 5 度測量 10 個黏度值。

#### 五、不同酸鹼值溶液對菱角澱粉糊化之影響

##### 步驟：

1、取 20g 菱角澱粉，加入由工研醋所調成之不同 pH 值之溶液 300ml 配成澱粉液。加熱溫度每升 5 度測量 10 個黏度值。



圖 11 調配不同酸鹼值儀器設備

#### 六、菱角澱粉糊離水率之探討

糊化後的菱角澱粉放在冰箱一段時間後會有水份跑出，此項特性可能影響菱角澱粉產品的保存性，所以我們進行不同添加物及酸鹼值對菱角糊離水率之探討。

$$\text{離水率} = (\text{菱角糊重量} - \text{剩餘的菱角糊塊重量}) / \text{菱角糊重量} * 100\%$$

##### 步驟：

1、將不同添加物及不同酸鹼值之菱角糊，放入冰箱 2 天，以紙巾吸乾菱角糊之水份，稱重，求離水率。



圖 12 澱粉糊離水現象



圖 13 以餐巾紙擦乾水份

## 七、菱角粉製作果凍可行性之探討

因菱角糊冷卻後會成塊狀，我們試想這樣的效果是否可以取代果凍粉的角色，做出不同口味的菱角創意果凍？

### 步驟：

取新鮮柳丁汁、牛奶、綠茶各 150 毫升加入 10 公克的菱角粉，攪拌後，置於電磁爐上加熱到糊化，放涼後，置入冰箱冷卻，觀察做出之成品完整性及口感、味道。



圖 14 慢慢加熱，就會變成黏稠狀



圖 15 官能品評過程

## 八、菱角粉油炸可行性之探討

澱粉的用途除了勾芡之外，有時也可以用來油炸，我們所做出之菱角澱粉可以用來油炸嗎？於是我們利用薯塊進行菱角澱粉與常用之油炸粉油炸之比較。

### 步驟：

- 1、將蕃薯削皮後，以切成約 1 公分立方的薯塊。
- 2、分別沾上不同種類的澱粉，分別起油鍋熱油後，放入油炸。
- 3、待薯塊浮起後，撈起，並進行脆度實驗及官能品評，比較油炸後的脆度。



圖 16 利用紙箱縫隙控制刀板的角



圖 17 利用杯子和砝碼測量脆度

## 伍、結果

### 一、不同乾燥方式所製作的菱角澱粉的差異

#### (一) 菱角澱粉的產率

日晒法=440/3000\*100%=14.6%

冷凍乾燥 137/1500\*100%=9%

#### (二) 不同乾燥方式所得之菱角澱粉之比較

表 1 不同乾燥方式所得之菱角澱粉之比較

菱角種類	乾燥方式	成品照片	顆粒大小	色澤
越南菱角	日晒法 <sup>(圖18)</sup>		粉末，最細 小	△L4.32 △a0.98 △b1.32
	烤箱法 <sup>(圖19)</sup>		小顆粒	△L0.45 △a4.98 △b3.35
	電鍋保溫法 <sup>(圖20)</sup>		塊狀，顆粒 最大	△L1.44 △a2.11 △b3.76
	冷凍乾燥法 <sup>(圖21)</sup>		粉塊，要經 研磨	△L0.15 △a7.23 △b4.6
左營菱角	日晒法 <sup>(圖22)</sup>		粉末	△L-2.52 △a1.16 △b-3.34
對照組：麵粉 L 值：53.6a 值：0.02b 值：2.87				

### 結果：

- 1、左營菱角所得到之菱角澱粉色澤比對照組麵粉偏紅，也比越南菱角澱粉更呈紅色色澤。
- 2、越南菱角透過不同乾燥方式所得到的澱粉顆粒大小不同，以日晒法得到的粉末最細。
- 3、越南菱角澱粉所得到之色澤比對照組麵粉偏白，其中以日晒法所得到之粉末最白。

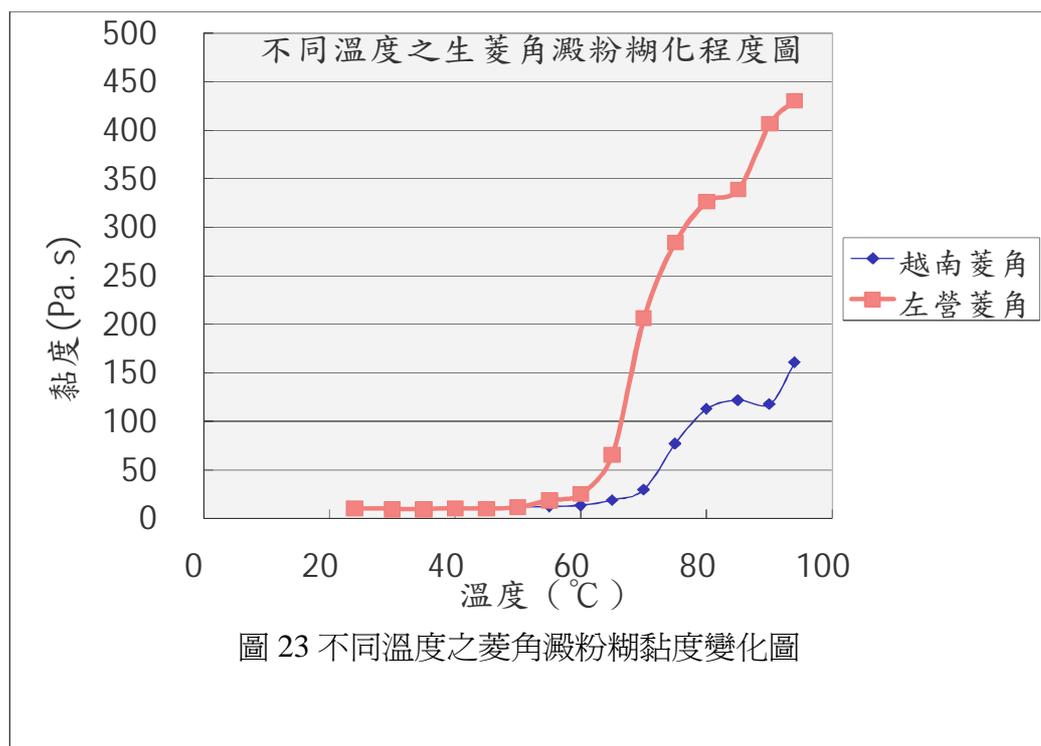
## 二、菱角澱粉糊化溫度之探討

表 2 不同溫度的菱角澱粉平均黏度值

溫度	24°C	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C	55°C	60°C	續下面
黏度									
左營菱角	10.3	9.6	9.3	10.3	10.0	11.6	18.5	25.0	
越南菱角	11.1	10.1	9.8	10.2	10.7	12.1	12.7	13.9	

溫度	65°C	70°C	75°C	80°C	85°C	90°C	最高溫	持續加熱 10 分鐘
黏度								
左營菱角	65.7	206.5	284.3	326.7	338.7	407.0	430.6(91°C)	441.3
越南菱角	19.2	30.0	77.6	113.3	122.2	161.2	118.0(95°C)	95.6



結果：

- 1、左營菱角黏度在 70°C 以後，急速上升，到 85°C 後溫度上升緩慢，至 91°C 後溫度不再上升，但黏度持續上升。
- 2、越南菱角澱粉的糊化溫度在 85°C 後，急速上升，但溫度升高至 95°C 後，黏度不上升反而下降。

### 三、不同添加物對菱角澱粉糊化之影響

表 3 不同添加物中菱角澱粉糊之黏度值

溫度 \ 添加物	24℃	30℃	35℃	40℃	45℃	50℃	55℃	60℃	65℃	70℃	75℃	80℃	85℃	94℃	95℃
糖	11.7	11	10.78	11.15	11.5	12.28	13.64	14.98	17.01	20.12	25.24	39.86	68.67	80.51	156.24
鹽	11.3	11.47	10.62	10.55	11	11.73	13.02	15.12	19.26	25.11	34.01	50.44	63.22	82.97	96.94
醋	10.2	10.7	10.6	11.08	11.2	11.5	11.7	12.3	13.3	19	25.9	32.2	164.3		
沙拉油	13.2	12.9	12.3	12.7	12.9	13.1	13.6	15.6	19.2	23.4	39.5	52.3	88.4	189	

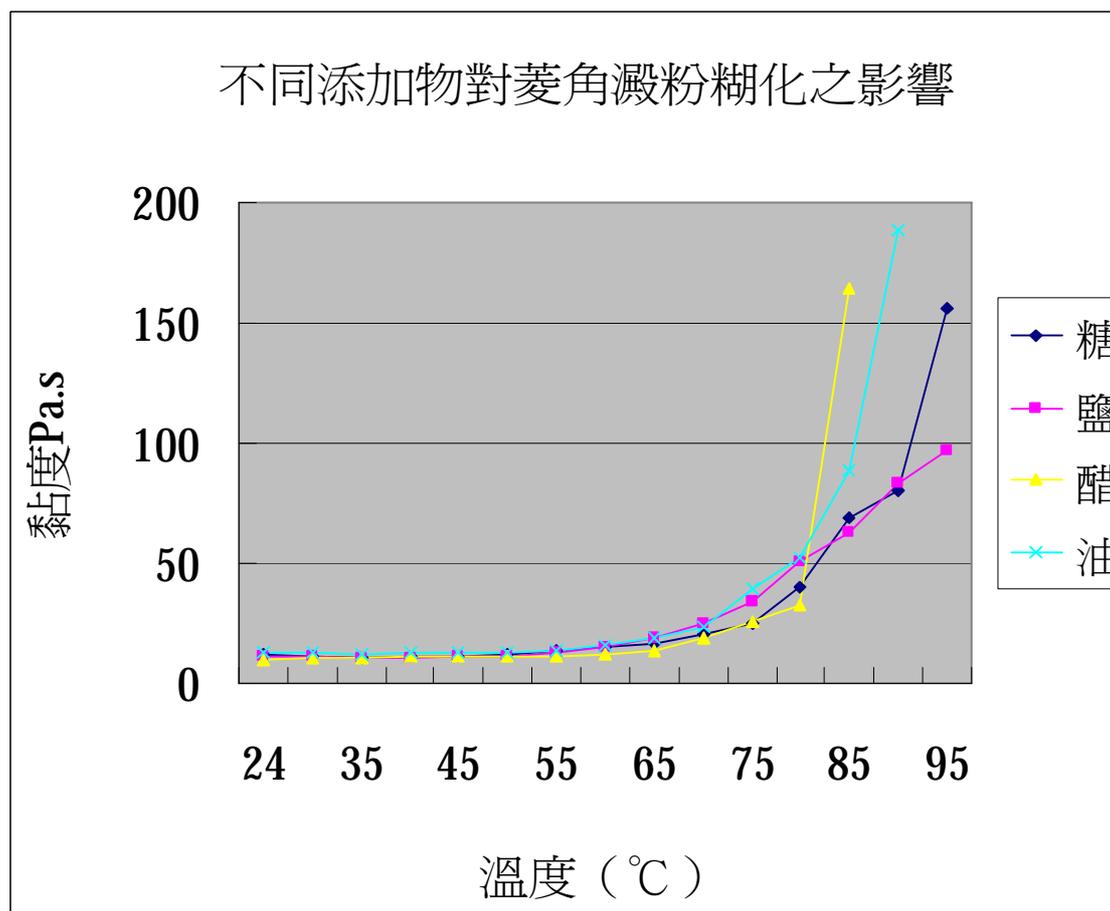


圖 24 不同添加物對菱角澱粉之影響

- 結果：1、添加油的黏度最高，添加鹽的菱角澱粉糊黏度最低。  
 2、醋的糊化溫度最低，大約在 85℃ 左右即達黏度最高點。

#### 四、不同酸鹼值對菱角澱粉糊化之影響

表 4 不同酸鹼值對菱角澱粉糊化之黏度

溫度 黏度	24°C	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C	55°C	60°C	65°C	70°C	75°C	80°C	85°C	94°C	95°C
pH2.66	11.7	10.8	10.8	11.2	12.3	13.5	15.3	18.3	26.3	44.9	53.1	65.02	60.8	58.5	50.9
pH3	11.54	10.19	9.63	9.68	10.22	10.75	11.92	13.1	16.22	19.73	33.96	43.46	65.69	97.13	102.23
pH4	12	10.86	11.54	10.69	11.04	11.92	13.84	13.76	16.64	19.88	27.2	43.72	48.92	58.68	86.37
pH5	10.8	10.3	10.3	10.8	10.9	12	13.9	18.7	27.6	45.1	114.8	113.5	116.9	121.8	125.8
pH6	10.7	10.2	9.9	9.6	9.8	9.4	11.7	10.8	12.5	18.2	55.1	64.1	64.1	63.2	77.2

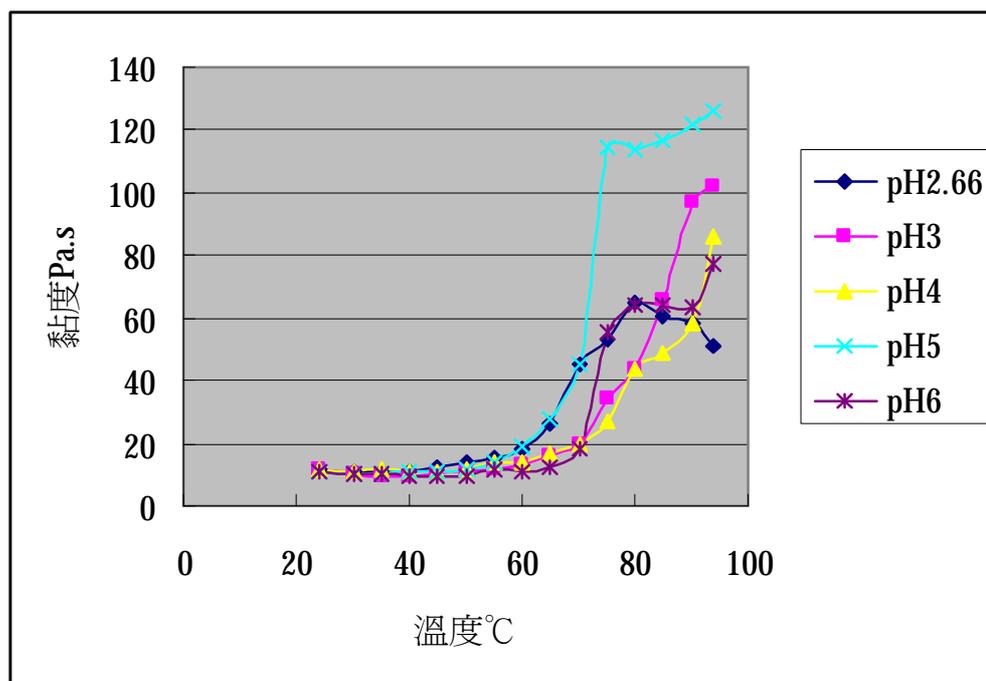


圖 25 不同酸鹼值對菱角澱粉糊化之黏度

結果：1、pH 為 5 時，產生的菱角糊黏度最高。

2、pH 為 2.66 及 6 時，產生的菱角糊黏度較低。

## 五、菱角澱粉糊離水之探討

### (一) 添加物對菱角澱粉糊離水之影響

表 5 不同添加物之菱角糊離出情況紀錄表

項目 種類	實驗前菱角糊 重 (公克)	實驗後菱角糊 塊重 (公克)	出水量 (公克)	離水率	備註
純菱角 澱粉	132.34	113.39	18.95	14.3%	完整
糖	134	111.52	22.48	16.8%	易破碎
鹽	134.06	110.13	23.93	19.1%	嚴重破碎
醋	139.29	117.83	21.48	15.4%	完整且硬度高
油	134.79	109.04	25.75	17.9%	塊狀物

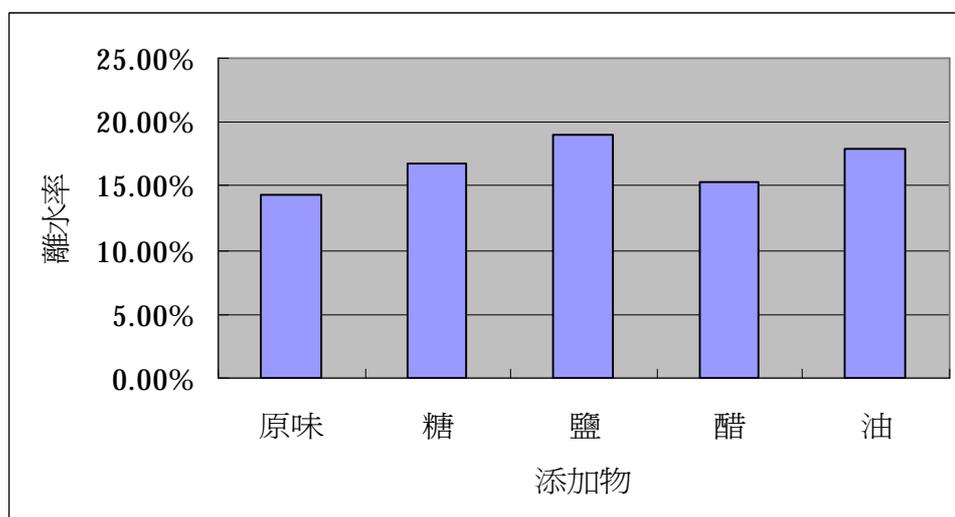


圖 26 不同添加物對菱角糊離水率之影響

### (二) 酸鹼值對菱角澱粉糊離水之影響

表 6 不同酸鹼值之菱角澱粉離水情況紀錄表

項度 酸鹼值	實驗前菱角糊 重 (公克)	實驗後菱角糊 塊重 (公克)	出水量	離水率
pH2.66	137.72	136.81	0.91	0.6%
pH3	125.73	112.7	13.03	10.4%
pH4	126.13	105.68	20.45	16.2%
pH5	212.53	185.52	27.01	15.1%
pH6	213.42	181.29	32.13	12.7%

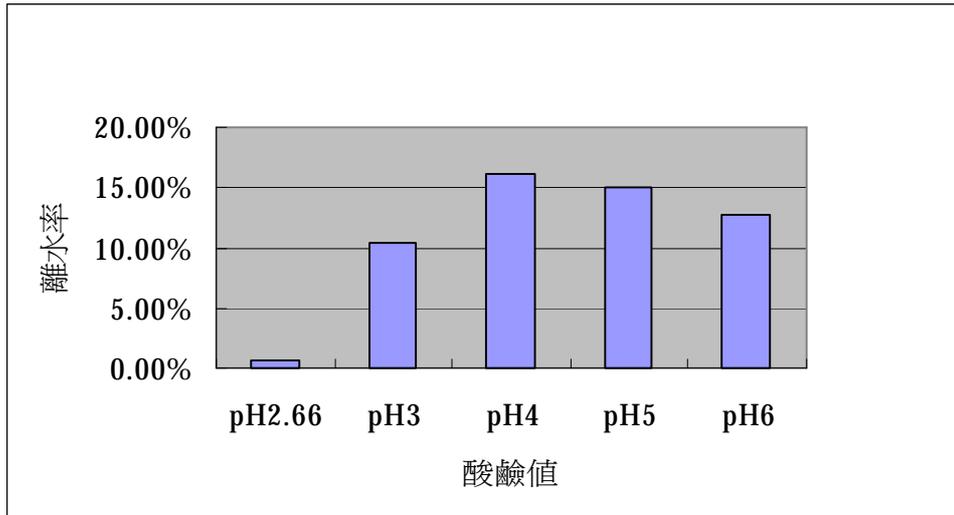


圖 27 不同酸鹼值菱角糊離水率之影響

結果：1、添加物會增加菱角澱粉糊的離水現象，所以原味的菱角糊離水率最低，而加鹽的菱角糊離水率最高。

2、pH 值為 2.66 最能抑制澱粉糊的離水現象。

六、菱角粉製作果凍可行性之探討

表 7 不同口味之果凍紀錄表

項目 口味	硬度	色澤	口感	照片
牛奶	2	白色	類似奶酪的口感	
綠茶	1	咖啡色		
柳橙汁	4	橘色	口感不錯	
柚子茶	3	黃白色		

圖 28 果凍成品

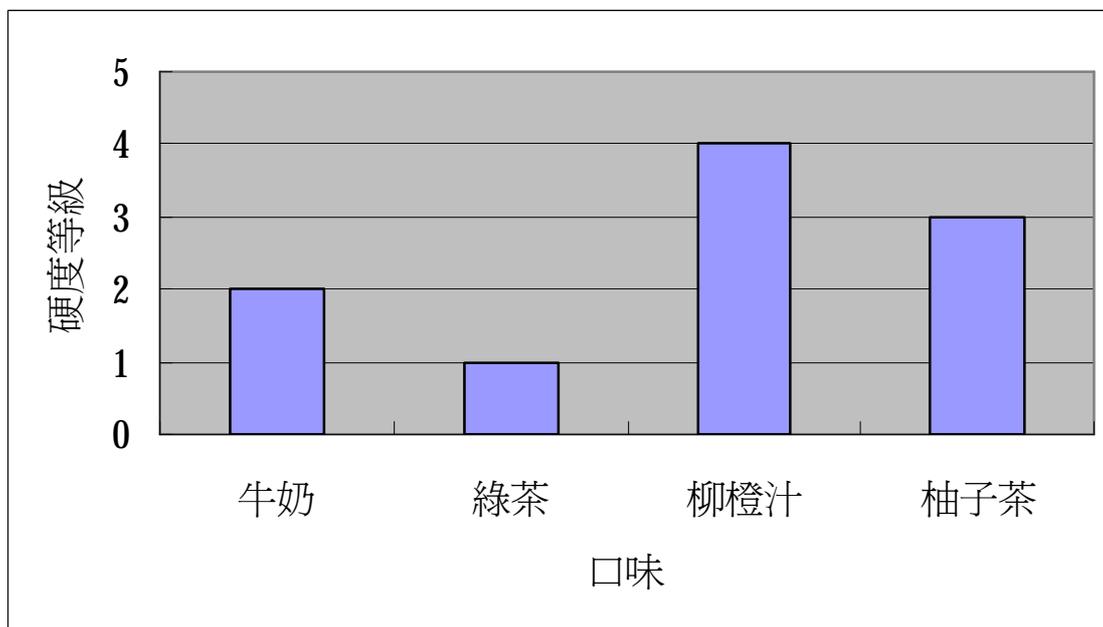


圖 29 不同口味的菱角果凍之硬度比較圖

結果：由菱角果凍成品發現菱角粉適會用鮮奶和果汁來調味，做成凍狀物，可以取代常用的果凍粉。

七、菱角澱粉與其他澱粉油炸效果之比較

表 8 菱角澱粉與其他澱粉油炸效果之比較

脆度 澱粉	砵碼重 (公克重)					平均 (公克重)	照片
菱角粉	210	185	175	175	135	176	
純地瓜	170	175	175	150	160	166	
麵粉	170	165	170	170	150	165	
太白粉	130	105	125	155	150	133	

圖 30 油炸成品

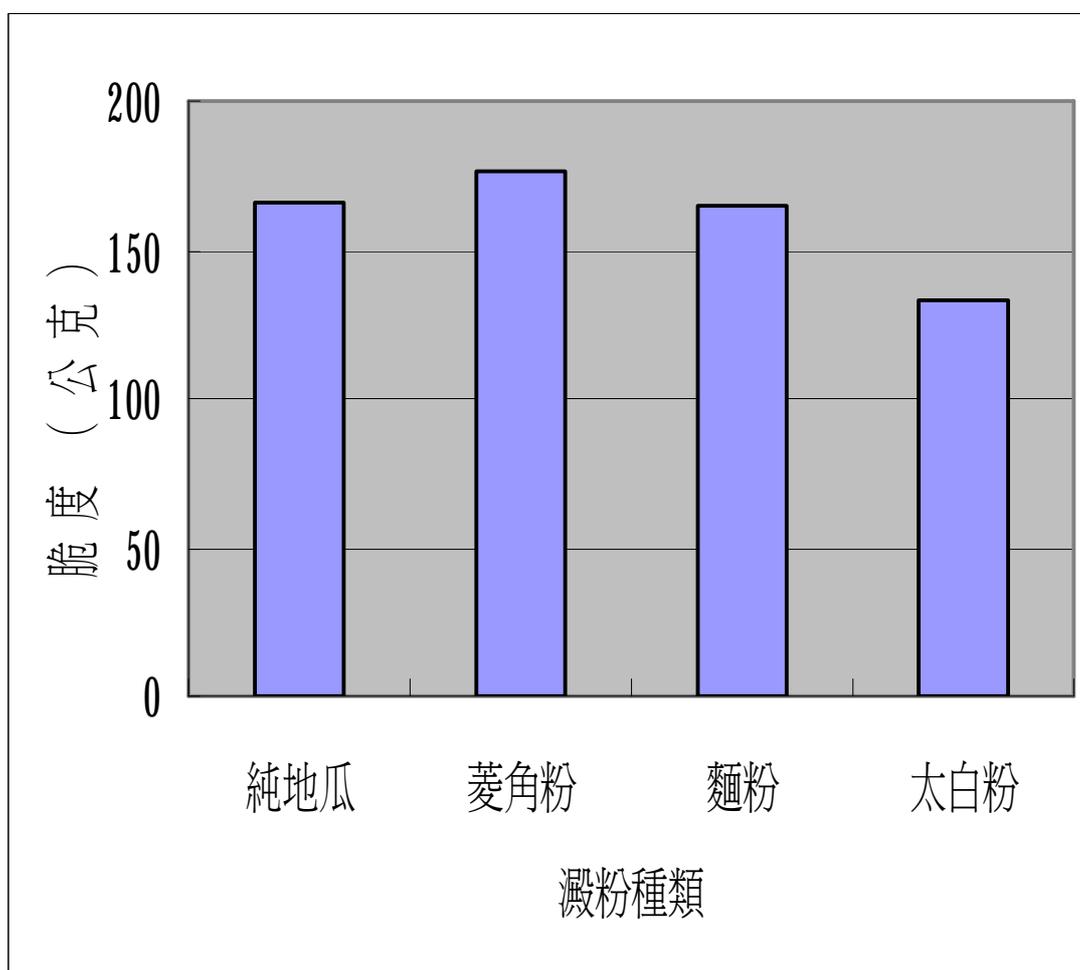


圖 31 不同澱粉油炸脆度之比較

表 9 不同澱粉油炸效果官能品評表

項度 澱粉	色澤（外觀） （漂亮 4 分）	脆度 （脆 4 分，不脆 1 分）	口感 （好吃 4 分，不好吃 1 分）
原味	3.5	1.4	2.3
太白粉	2.0	2.8	2.5
地瓜粉	1.9	2.6	2.7
菱角粉	2.7	3.2	3.2

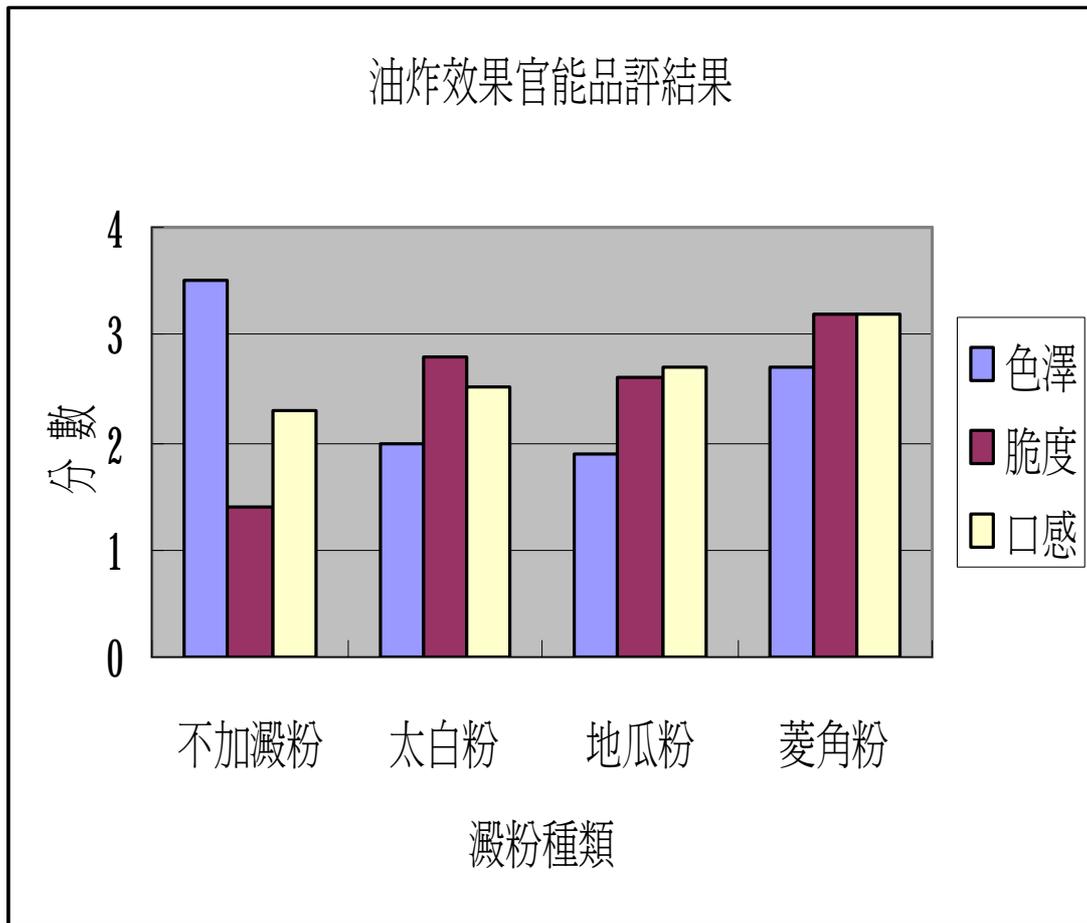


圖 32 不同澱粉油炸效果之比較

結果：由實驗結果及官能品評結果發現菱角澱粉油炸效果在脆度及口感上很好，適合用來當油炸澱粉。

## 陸、討論

### 一、實驗誤差來源及實驗方法改良

#### (一) 黏度實驗改良過程：

- 1、使用彈珠或鋼珠來測澱粉糊的黏度時，因彈珠掉落的時間太短，以致於無法看到差異。
- 2、使用毛細管和重力現象來測澱粉糊的黏度時，是希望能控制下滑的路徑，但因為毛細管內澱粉糊不易掉落，所以無法有效的測出黏度大小。
- 3、使用黏度計測量澱粉糊的黏度要注意使用的旋轉棒有黏度極限值的限定，所以要適時的更換旋轉棒。

#### (二) 測色儀為客觀描述顏色的方法，其測出之 Lab 值意義不大，而是以被測物與標準物間的差值來描述結果， $\Delta L$ 值大表示偏白， $\Delta L$ 值小表示偏黑。 $\Delta a$ 值大表示偏紅， $\Delta a$ 值小表示偏綠。 $\Delta b$ 值大表示偏黃， $\Delta b$ 值小表示偏藍。

#### (三) 官能品評：因本研究希望可以將菱角澱粉融入作食品中，對要研發的菱角澱粉食品的接受度，會因個人喜好而不同，為求結果客觀，故採用官能品評，以求菱角澱粉再利用的可行性的依據。

### 二、研究成果討論

#### (一) 越南菱角澱粉的糊化溫度範圍在 85~95 度之間，溫度高於 85°C 後，澱粉糊的黏度急速升高，可能是因為澱粉受熱吸水，使得澱粉顆粒膨脹所造成。但持續加熱，黏度不升高反而下降，可能是澱粉糊顆粒產生水解，而使澱粉糊的黏度下降，所以使用時不可過度加熱。

#### (二) 左營本地的菱角澱粉因在 75°C 就可以糊化成黏稠狀，而且在達最高溫後，持續加熱 30 分鐘，黏度還可以再增加，加熱不會破壞澱粉之黏度，所以低溫糊化及糊化後的穩定度有利於發展成沖泡式食品。

#### (三) 左營菱角澱粉的黏度較越南菱角澱粉的黏度高，而且熱穩定度也比較好，我們猜測可能是因為有些商人為了保持菱角的色澤較白，所以都會進行漂白，越南菱角內可能殘留漂白劑，市面上常用的漂白劑是 氧水，這些殘留物可能會對菱角澱粉的糊化溫度及糊化程度造成影響。

#### (四) 乾燥澱粉糊時溫度不可過高，否則會造成菱角澱粉糊化，而形成透明片狀物，查資料發現此產物與市面上的糯米紙相似，所以在乾燥菱角澱粉時要避免溫度太高，所以使用電鍋時以保溫約 40°C 溫度即可蒸發水份。利用這種方式是要預防沒有乾燥機或日照不足時使用，因菱角澱粉水不宜久放，容易發酵、發霉。

#### (五) 我們原本設想若取出的澱粉已先熟化，只要再加水復原就可以得到澱粉糊時，可以增加菱角澱粉發展成即沖泡澱粉的可能性，所以本研究試圖要得到熟化的菱角澱粉，但實驗發現如果將菱角先煮熟後再打碎，無法得到菱

角澱粉，因菱角內部之澱粉早已糊化，所以打出之汁液有黏滑感，而過濾後之渣渣遇水則融化。

- (六) 如果在菱角澱粉糊內添加沙拉油，則糊化溫度在 85 度時黏度無法上升。查資料發現可能是因為菱角內含大量的直鏈澱粉，而直鏈澱粉容易和沙拉油中的脂肪酸會形成安定的物質，而提高澱粉糊的黏度。也有可能是因為沙拉油本身的黏度比水好，而使整體的黏度在 90°C 附近就達最高值。
- (七) 添加鹽會降低澱粉糊的黏度，可能是因為鹽溶解在水中會產生帶電荷的離子，這些離子破壞膨脹後的澱粉粒子，造成澱粉糊水解，所以降低了澱粉糊的黏度。
- (八) 當加入 pH 值為 2.66 的溶液時，菱角澱粉糊化溫度最低，而且黏度最小，若繼續加熱發現黏度就降低了，我們推測可能是醋酸中的正負離子較大，且數量多，嚴重干擾膨脹後的澱粉與水的連結，而使澱粉糊黏度下降。而 pH 值為 6 時，黏度亦不高，可能是醋酸的正負離子較少，無法加強水與水之間的吸引力，所以醋酸離子的濃度太多或太少都不好，以 pH 值為 5 的溶液較適合。
- (九) 添加以鹽會使澱粉糊的離水現象增加，可能是因為滲透壓的關係，澱粉糊內部的水一直釋放出來，也有可能是鹽會和澱粉搶水，而又以鹽的溶解效果比較好。
- (十) 酸鹼值會影響菱角澱粉的離水現象，其中 pH 值越低，越能抑制澱粉糊的離水，所以適合用來做果汁類的果凍。由果凍實驗也證實酸性的果汁適合加入菱角澱粉，讓它凝固，除了當果凍外，也可以當果醬。
- (十一) 菱角澱粉未來的發展方向：
- 1、沖泡式澱粉：可以當作減肥者的餐點，具有飽足感，但因菱角澱粉糊化的溫度較高，若要發展成為即沖泡食品時，需要較高的溫度。
  - 2、油炸澱粉：取代現有的油炸粉，以乾沾澱粉的方式或是澱粉加蛋液油炸任何物品。油炸菱角仁，可以得到更具菱角味的菱角酥。
  - 3、果凍粉或鮮奶酪：可以取代吉利丁或吉利 T 等明膠，可做為鮮奶的凝固劑，或是取代果醬內的玉米粉功用。



圖 33 有菱角味的菱角酥



圖 34 現沖的菱角糊

## 柒、結論

- 一、 由實驗發現萃取菱角澱粉時，乾燥方式會影響粉末顆粒大小，其中以日晒法所得到的粉末最細。
- 二、 左營菱角澱粉的色澤偏紅褐色，越南菱角澱粉色澤比市面上的麵粉白。
- 三、 越南菱角澱粉在 85°C 後黏度會急速上升，持續加熱會破壞黏度。左營的菱角澱粉在 75°C 左右即可急速糊化，持續加熱溫度慢慢升至 91°C，而黏度不會被破壞。
- 四、 若在菱角澱粉糊內加入不同的添加物或改變溶液酸鹼值都會影響澱粉的糊化溫度和離水程度，其中以添加沙拉油或溶液 pH 值為 5 的時候澱粉糊的黏度最高，而添加鹽的菱角澱粉糊黏度最低；而加入 pH 值較低的醋最能降低菱角澱粉糊的離水現象。
- 五、 透過實驗及官能品評結果發現菱角澱粉適合用來油炸及當果凍粉使用。
- 六、 未來研究方向：  
由本實驗發現不同的菱角其糊化現象差異很大，目前我們猜測可能的原因有漂白或是保存時間的問題，等待左營菱角盛產時，我們可以針對此問題更深入的探究，找出左營菱角的優勢，進而開發左營菱角的發展機會。

## 捌、參考資料

- (一) 江伯源(2008)。菱角理化特性及加工適性評估。工程科技通訊第97期。
- (二) 李秀、賴滋漢編，食品分析與檢驗，精華出版社 台中市
- (三) 李寧遠、吳文惠、丘志威、洪久賢編著，食品營養與衛生，國立空中大學，台北縣。
- (四) 李向紅、鄭放明、劉展(2004)，菱角淀粉主要性質的研究，湖南大學學報，第4卷，第4期。
- (五) 林靜慧、巫秉修、江伯源(2009)。二刺菱角粉及澱粉之理化性質與糊化特性研究。農林學報，58卷，2期，75-92。
- (六) 胡賢德(2008)，陽明山地區山藥之澱粉理化特性研究，華岡農科學報第21期，p1-18。
- (七) 胡賢德(2007)，不同品種山藥澱粉理化性質之研究-以陽明山地區為例，中國文化大學碩士論文，未出版，台北市。
- (八) 馬文飛、馬新華。1999。保健誌99健康蔬果。台北，躍昇文化事業有限公司出版，p.139-142。
- (九) 黃淑雲(2006)，醣類對葛澱粉糊化及回凝之影響，中國文化大學碩士論文，未出版，台北市。
- (十) 曾紹校(2009)，蓮子澱粉糊的特性研究，中國農學通報，25卷18期，74-78。
- (十一) 楊啓春、賴惠民、呂政義。1984。米澱粉分離法之改進。食品科學，11，158-162。
- (十二) 蔡秀玲(1984)，山藥塊根及種子澱粉理化性質之探討，中國文化大學碩士論文，未出版，台北市。
- (十三) 趙文應(2008)，菱角草莓複合果醬之研制，農產品加工學刊，128卷，第2期。
- (十四) 劉發勇(2004)，台灣菱角萃取物之金屬元素及抗氧化性分析，屏東科技大學碩士論文，未出版，屏東市。
- (十五) 戴俐，2001。澱粉珠的研究 I：恆溫恆濕合併微波末段乾燥澱粉珠。國立中興大學食品科學系碩士論文，未出版。台中市。
- (十六) 高雄市49屆科展作品 菱也可以粉圓。
- (十七) 維基百科<http://zh.wikipedia.org/wiki/>
- (十八) 澱粉的水解<http://www.scu.edu.tw/microbio/proj/charact/biotest/starch.htm>
- (十九) 穀類與澱粉<http://el.mdu.edu.tw/datacos//09512461014A/>

## **【評語】 080207**

本項作品取用地區之產品菱角來製作澱粉，探討加工乾燥為菱角粉之最佳製程。另試圖應用來製成果凍為貼近鄉土之研究，頗具特色。