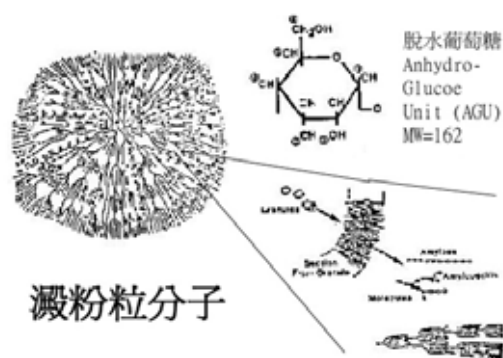


## 澱粉的糊化

- 02. 澱粉顆粒的物性 (x2)
- 04. 澱粉之特性和糊化
- 05. 寒梅粉的特性和製法
- 06. 寒梅粉的功能性質檢測方法
- 07. 澱粉糊化度( $\alpha$ )之簡易測定
- 08. 寒梅粉(熟糯米粉)驗收報告
- 09. 澱粉糊化度( $\alpha$ )之酵素法測定
- 10. 還原糖定量法
- 11. 冰皮月餅

## 澱粉顆粒的物性

所有的植物澱粉(Starch)都是由葡萄糖(Glucose)分子單元組合而成。其中有一種成分之分子排列得很整齊，好像一串珍珠或鏈條者，稱為直鏈澱粉(Amylose)；另外一種成分則排列得較不規則，好像樹枝或吊燈有許多分枝結構，特稱為枝鏈澱粉(Amylopectin)。糯米和糯玉米的澱粉成分幾乎全是枝鏈澱粉；而其它澱粉則主含枝鏈澱粉外，尚含 15-30% 不等之直鏈澱粉。直鏈澱粉和枝鏈澱粉兩



者通常是互相疊錯在一起，好像一束捆扎的樹枝，直枝和支枝平行密接，其間存有許多空隙，一旦加水並加熱就會膨脹起來，形成網袋狀結構，這就是澱粉的分子模型。生澱粉原先是不溶於水，加水分散成粉乳後放置片刻，即生沉澱，其上層液終究會澄清。但若將澱粉乳液加熱到 55-70°C 以上時，會逐漸變粘(Pasting)，並略呈透明化。此時若繼續升溫並予攪拌，最終其粘性又會降低。這個澱粉糊液之粘度消長的現象，其實是澱粉粒子在受熱後先是大量吸水膨大(膨潤)(Swelling)，然後因分子結構不耐熱而不穩定，導致最後分子結構崩解(Breakdown)而又脫水(離水)(Syneresis)的結果。一般的澱粉乳液若濃度低於 15% 時，糊化後呈流動的粘液狀(Viscous paste)；反之，若濃度大於 15% 時，糊化後則呈不流動之粘膠體(Gel)。換言之，澱粉粒在受熱糊化的過程中，最大可以吸納約其本身重量六倍左右的水分。依此觀點，澱粉的糊化也可視為一種水和作用(Hydration)。澱粉顆粒好像一個空的網袋，其葡萄糖聚合長鏈是網線，而脫水葡萄糖單元(Anhydro-Glucose Unit；AGU)分子間的「氫鍵」則是網結，彼此交結成網。生澱粉粒原先粒徑很小，只有 5-80  $\mu$ m 大小，一但和水一起加熱，卻可隨著溫度升高而逐漸張開網子，並同時自周圍吸納更多的水分。此時，澱粉顆粒逐漸脹大，而外圍的水分大量減少，遂使澱粉粒漸漸擁擠一起而失去流動性，所以出現了澱粉糊液的粘性。當澱粉濃度低於 15% 以下時(即水分是澱粉粒的六倍以上)，縱使澱粉完全膨脹亦無法將水分全部吸入網袋內，所以多餘的水分仍可使膨潤之澱粉粒保持流動之粘稠流體狀。澱粉液的濃度越高，多餘的水分可供流動者越少，自然粘度也會生高；當澱粉濃度超過 15% 時，即含水分為澱粉粒的六倍以下，澱粉粒完全膨潤後，已擁擠不堪而動彈不得，無法流動，因此可凝膠保型。當澱粉糊液因溫度太高而膨潤過度時，其網袋會破裂而無法保持最大的吸水容量，所以流動性又增大起來，亦即粘度下降。這就是澱粉液的糊化(Gelatinization)、膨潤增粘和崩解失粘之現象。

## 澱粉粒在糊化過程中之物性變化

一般經過純化單離之澱粉粒泡水後之沉澱體積約是 2.0-2.3 ml/g。換言之，若稱取乾量 15 克的澱粉並分散在總體積 100 cc 的水中時，其沉澱體積約佔 45 cc；其實真正澱粉分子含結合水的比率才 0.44 g/g 而已，因理論上每一個葡萄糖單元(AGU；MW=162)可藉氫鍵結合四個水分子(MW=18)，所以澱粉的平恆含水率是  $18 \times 4 / 162 = 0.44$ 。其餘在沉澱部分的水分都屬於自由水。當逐漸升溫加熱到糊化開始溫度(約 60-75℃ 間)，則澱粉粒開始解開澱粉分子內之氫鍵結合，同時也吸納其周圍的自由水並轉換成結合水。這就是糊化膨潤及變粘的真正內容。當溫度到達最高粘度時，澱粉粒膨潤達到最大，每克乾澱粉分子可以吸納約八倍重量的結合水(也是氫鍵結合?)。此時前述含 15 克澱粉的 100 cc 之粉乳液中，已沒有自由水存在，所以變得凝膠而無法流動。若繼續升溫而致澱粉粒崩解時，則結合水又再釋出，整個澱粉糊系統的粘度遂再下降。不但如此，崩解前後，除了粘度下降之外，澱粉糊的本質也發生異樣，糊質由原來的分散(Suspension)，稠性(Consistency)和自粘性(Cohesiveness)變成爲溶液(Solution)，粘性(Viscosity)和他粘性(Adhesiveness)。(這些都是相對的名詞)，所以說，澱粉粒的崩解與否？影響糊質及其加工適性非常大。歸納如下：

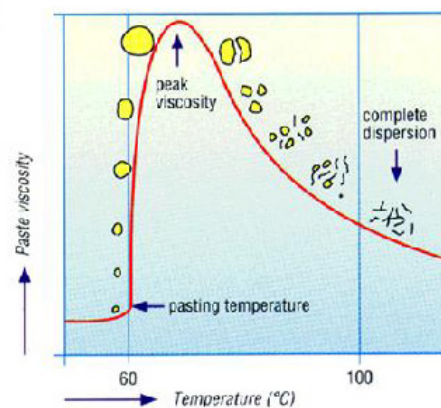
加工功能性 Functionality	澱粉粒未崩解前 (T<MVT)	澱粉粒已崩解 (T>MVT)
糊液性質	分散 Suspension	溶液 Solution
粘稠性	稠性 Consistency	粘性 Viscosity
結著性	自粘 Cohesiveness	他粘 Adhesiveness
老化傾向	易	慢
保型性	佳	差
膨發性	佳	差
組織性	脆(Crispy Chip)	酥(Soft snack)



開始膨潤  
PT-MVT

最佳糊化  
@ MVT

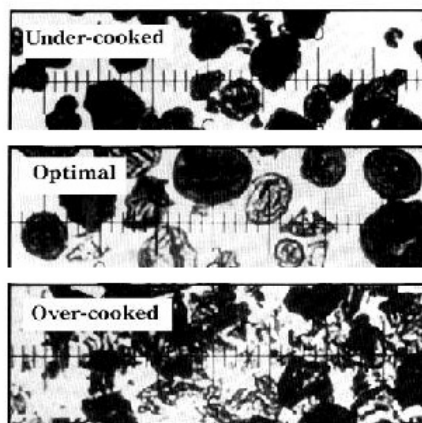
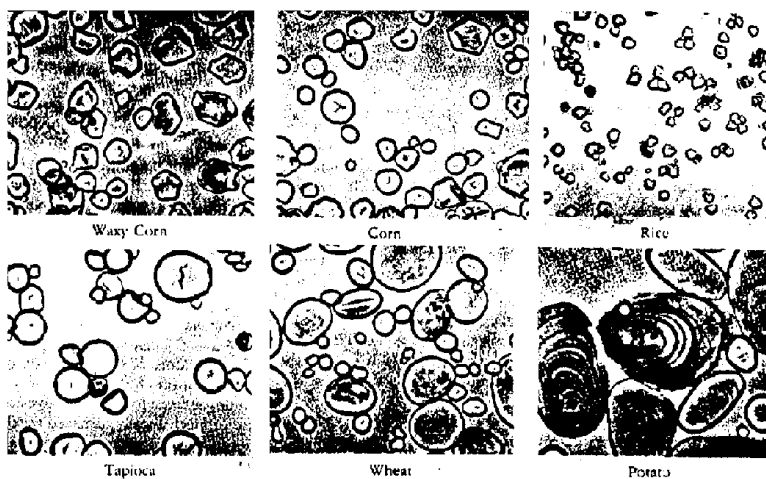
過度加熱  
> MVT



## 澱粉之特性和糊化

		馬鈴薯澱粉	甘薯澱粉	木薯澱粉	小麥澱粉	玉米澱粉
製品組成分	平衡含水率%	18 ~ 19	17 ~ 18	10 ~ 12	13 ~ 14	12 ~ 14
	蛋白質%	0.04 ~ 0.05	0.10 ~ 0.12	0.20 ~ 0.35	0.25 ~ 0.90	0.25 ~ 0.40
	脂肪%	0.02 ~ 0.05	0.01 ~ 0.02	0.08 ~ 0.10	0.6 ~ 0.8	0.5 ~ 0.9
	灰分%	0.2 ~ 0.4	0.1 ~ 0.2	0.1 ~ 0.2	0.15 ~ 0.24	0.06 ~ 0.10
	PH	7.2 ~ 7.8	6.5 ~ 7.0	5.0 ~ 6.0	4.0 ~ 4.5	4.5 ~ 5.0
糊化溫度	6 % 固形分	63.5 °C	75.0 °C	67.0 °C	89.0 °C	84.5 °C
	16 %	61.0	71.5	65.3	61.0	69.0
	21 %	60.0	70.5	62.0	59.0	68.0
	偏十字光法	67.0	68.0	60.5	63.0	71.0
粒徑 μ		65 ~ 80	10 ~ 40	10 ~ 25	2~5 ; 30~45	5 ~ 20
直鏈澱粉含量%		22	20	17	30	26

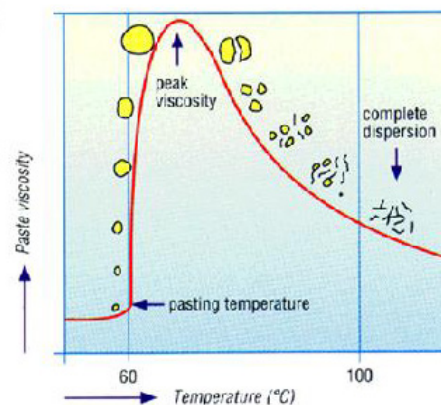
\* 平衡含水率(%) : 在相對濕度65%和溫度 20℃之含水率。



開始膨潤  
PT-MVT

最佳糊化  
@ MVT

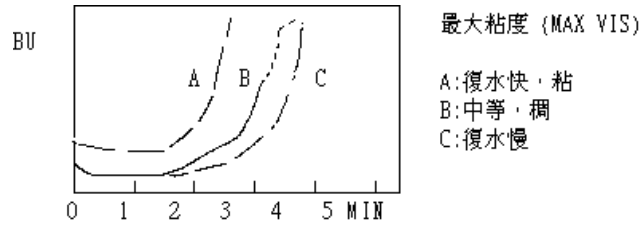
過度加熱  
> MVT



# 寒梅粉的特性和製法

## 一、特性

日本傳統的道明寺粉和寒梅粉都是「先將糯米蒸煮成飯之後，才搗餅或乾燥製成碎粒或粉」。前者常供製櫻餅；後者則供製加味掛豆的裹粉材料。基本上糯米澱粉粒均於細胞內受熱糊



化，所以加熱糊化後澱粉粒仍未充分膨潤，頂多吸水膨潤 2.5 倍而已(即含水率約 62%)。但此時其澱粉粒內部的結晶結構已發生重排，好比利用每個細胞壁當作壓力鍋，而將澱粉粒框限並進行溼熱變性處理。最後搗捏成餅並於約 200℃ 煎烤脫水及粉碎後，其特性是比重較大，吸水率較慢，但膨發性佳。如果若是先將糯米研磨製成粉漿及脫水後(含水率約 40%)，再予蒸練糊化及烤焙乾燥，雖亦可製成寒梅粉，但此種方式製備含梅粉，因為澱粉粒於膨潤糊化時，已沒有細胞壁的框限，故澱粉粒膨脹限制少，糊化度較高，但製品的吸水率較快，混合糖水時較不均勻，且膨發表面粗糙。

## 二、製造程序

### 1. 以糯米粒為原料之傳統寒梅粉：(泰國產寒梅粉)

精白糯米(精白度 88-90%)→洗米→浸水 4-6 小時→蒸熟(110-120℃；40 分鐘)→蒸飯→搗餅→壓片→煎烤(170-200℃)→粗碎(#80-100)→寒梅粉(比重 0.8)→豆果子



### 2. 以水磨糯米粉為原料之寒梅粉：(南京旺旺)

糯米粉→加水混勻→潮粉(含水率 45%)→蒸練(110-120℃；20 分鐘)→米糰→瓦斯加熱滾筒乾燥機烤焙(170-200℃)→粉碎→寒梅粉(比重 0.45)→豆果子原料



# 寒梅粉的功能性質和檢測方法

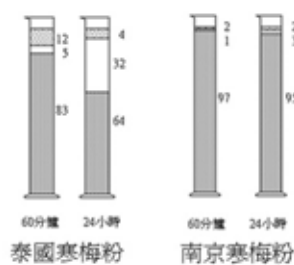
寒梅粉是製做「煎豆」或「魚皮花生」的主要原料。其主要的功能品質有五：

功 能 性 質	加 工 作 用 說 明
1. 糊化度( $\alpha$ 度)	澱粉糊化完全才能吸收冷水或冷糖漿。但也需防止過度糊化致澱粉粒破裂。
2. 吸水起稠時間	吸水速率太快會導致糖水分布不均，終致膨發不均及表皮粗糙。
3. 粒度分布	顆粒大小影響吸水起稠時間和粘度。粒度分布越集中越好。
4. 膨潤沉降體積	膨潤吸水的糊化澱粉粒沉降體積越大表示糊化越完全，但過度時膨發鬆弛
5. 比重	此與烘焙溫度及粒度分布有關。

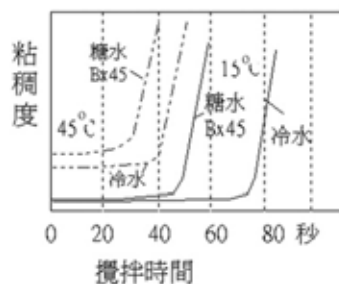
## 一、吸水膨潤度(溼比容)之簡易測定

一般寒梅粉吸水膨潤後，可分三層。最底層混濁液是澱粉粒尚完整的糊化澱粉；最上層也是混濁液，但表示此為包含氣泡的不完全糊化澱粉粒，故不能完全復水沉澱。中間層則為澄清透明。(下圖左)最好是只有下濁上清兩層。上層越清表示品質越好。底層混濁液體積值越多時，表示糊化澱粉粒之保水力越好。若只有最底層單一混濁液，表示  $\alpha$ -度=100%，或其於平煎乾燥時已膨潤過度。糊化或吸水力太好有時反而烘焙膨發性變差。

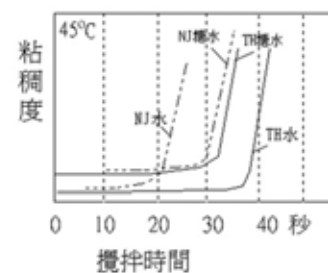
[方法]: 取 5 克之寒梅粉放入 100cc 量筒內，先加一倍量 95%酒精充分溼潤後，再加水攪拌分散室溫放置一日，讀取膨脹層之體積(cc)，換算成單位比容(cc/g)。



不同製法之寒梅粉在純水中的自然沉降體積  
(泰國)熟糯飯煎餅法  
(南京)糊糯糯滾桶法



泰國寒梅粉在15°C與45°C之冷水和糖水之中的起稠速度



不同製法之寒梅粉在純水與糖水之中的起稠速度

## 二、吸水起稠速率之簡易測定

製作豆果子時,是將油炸或烤熟的豆子放在滾圓機內，分多次先噴灑糖水(Bx=45)溼潤表皮後，再灑入寒梅粉使表面裹粉。如此約重覆 8-10 次後再予煎烤膨發而成。因此寒梅粉的吸水速度不能太快，否則裹粉及膨發性不佳。一般以 1-2 分鐘能起稠者為宜。必要時酌量加入低筋麵粉可抑制吸水(糖水)速率。此與糊化度或粒度分布均有關係。一般言之，水或糖液溫度越高，則起稠越快。(上圖中) 另外，吸水性越強者(沉降體積較大者)，也越易起稠。(上圖右)

[方法]: 取 20 克寒梅粉先用等量(20cc)95%酒精分散後,再加 3 倍(60cc)量水或糖水(Bx=45)攪拌。用手即可感覺開始生出粘稠的時間。

【結論】: 寒梅粉的品質與製作方法，膨潤糊化含水率，烘焙溫度，乃至粉碎粒徑等，都有關係。



## 澱粉糊化度( $\alpha$ )之簡易測定

[原理]：澱粉的糊化又稱為 $\alpha$ 化。一般用澱粉水解酵素方法測定澱粉糊化度(或 $\alpha$ 度)的方法不但耗時(5 小時)，而且酵素活性不易控制。本簡易方法是利用澱粉糊化後直鏈澱粉(Amylose)可溶於水，並與碘呈色之特性，即可快速測定澱粉糊化度。

[試劑]：

A. 碘試劑(0.1N)：稱取碘( $I_2$ )13.5g 和碘化鉀(KI)36.0g，先溶於 50cc 水，滴加三滴鹽酸，最後加水定容至 1,000cc，避光貯存。

B. 乙醚：

[方法]：

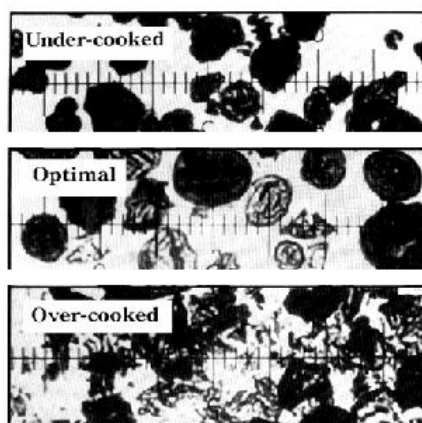
1. 澱粉質食品樣品先粉碎至 40 目，用乙醚(S Soxhlet extractor)除脂後，於 50-60 $^{\circ}$ C 烘半小時，再粉碎至 100 目。
2. 稱取樣品 2.00 克(精稱至 0.001 克)放入離心管中，加入 20cc 蒸餾水。搖勻後，置 50 $^{\circ}$ C 水浴中不時搖擺持續 30 分鐘。
3. 取出以 3,000rpm 離心十分鐘。
4. 吸取上澄液 1.00cc 放入 50ml 容量瓶中，先加約 20cc 蒸餾水，再加入 1cc 碘試劑呈色，再加入蒸餾水定容至 50cc。
5. 測定 750nm 吸光度。

[說明]：

\*A. 不同的澱粉種類必需做不同的校正線。以麵粉為例：

酵素法測定之 $\alpha$ 度(%)	碘呈色度 $A_{750}$
80	1.25
85	1.35

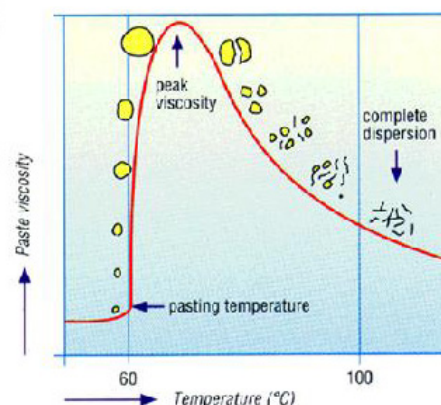
\*B. 本法亦可適用於熟化糕餅之 $\alpha$ 度測定。



開始膨潤  
PT-MVT

最佳糊化  
@ MVT

過度加熱  
> MVT



## 寒梅粉(熟糯米粉)驗收報告

編號：

品名：	批號：	來源：
總重量(Kg)：	抽樣量(Kg)：	日期：
送樣單位：	送樣人：	負責人：
用途：煎豆、煎餅加工用		
品質項目	測定值	備註
01.含水率(%)		
02.乾比重(g/cc) [假比重]		
03.最終溼比容(cc/g)		
03.糊化度(%)		
04.吸水起稠時間(分)		
05.粒度分布(目) (%)		
#40 以上		
#40-80		
#80-120		
#120-150		
#150 以下		
*總評：		

品管課長

檢驗員



# 澱粉糊化度( $\alpha$ )之酵素法測定

## 1. 原理：

澱粉的糊化又稱為 $\alpha$ 化。已糊化的澱粉可被葡萄糖酶(Glucoamylase)完全水解成葡萄糖,而未糊化的生澱粉則否。故將樣品檢液(2cc,約含澱粉 1%)分成兩份。其一再加入十分之一量的 10 N NaOH 使澱粉受鹼完全糊化( $\alpha$ -度=100%);另一則只加蒸餾水保持澱粉原態。然後均加醋酸緩衝液(1M Acetate buffer; pH=4.8)及 100 倍稀釋之葡萄糖酶液(Glucoamylase;2.6U/ml)在 37°C 水解反應一小時。最後再用 Somogi-Nelson 法或 Fehling 試液測定還原糖即可比較得知澱粉的糊化度。此法缺點是耗時，而且酵素活性不易控制。

## 2. 試劑：

A).10N NaOH

B).0.025 N HCl

C).Glucoamylase: 2.6 U/ml

D).2M Acetate Buffer: 稱取  $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  (MW=136.09)27.22 克溶入約 60cc 水中再用滴加醋酸調至 pH=4.8，最後加水定容至 100cc。

## 3. 方法：

\* 取 3 支 10cc 試管,編號  $A_0$   $A_1$   $A_2$

步 驟	$A_1$ 完全糊化組 ( $\alpha$ =100%)	$A_2$ 原態糊化組	$A_0$ 空白對照組
1.養品前處理	取試樣 2 克加 160cc 水打碎成檢液	同左	略
2.取樣	取檢液 2.0cc 放入試管	同左	取蒸餾水 2 ml
3.鹼糊化	加 10 N NaOH 0.2 ml 使澱粉糊化	加水 0.2 ml	加水 0.2 ml
4.中和	加醋酸緩衝液(pH=4.8)1.6 ml	同左	同左
5.定容至 2cc	加蒸餾水 0.2 ml	同左	同左
6.酵素水解	加酵素液 1.0 ml,於 37°C 糖化 60 分鐘	同左	同左
7.停止反應	取檢液 0.5 ml 移入離心管,加入 10 ml 的 0.025N HCl	同左	同左
8.離心	離心(3,000 rpm;10 分鐘)	同左	同左
9.檢液	取上澄液 1 ml	同左	同左
10.測還原糖	以 Somogi-Nelson 法測還原糖含量,得 520 nm 吸光度值 $A_1$	同左,得吸光度值 $A_2$	同左,得吸光度值 $A_0$
11.計算	糊化度 $\alpha \% = [(A_1 - A_0)/(A_2 - A_0)] \times 100$		

# 還原糖定量法 Somogi-Nelson Method

## 1、原理：

還原糖將銅離子  $\text{Cu}^{2+}$  還原成氧化亞銅  $\text{Cu}_2\text{O}$  之後，在硫酸存在下游離出亞銅離子  $\text{Cu}^+$ ，後者可與磷鉬酸鹽 Phosphomolybdate 反應呈青色，再測 520 nm 吸光度值。

## 2、試劑：

A). 還原糖檢液: Dextrose 0-180  $\mu\text{g/ml}$

B): 磷鉬酸液 Ammonium molybdate :取 25 克鉬酸銨  $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  溶解入含 2l cc 濃硫酸之水溶液 450cc 中,另外取 3 克  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  溶於 25cc 水中,再慢慢加入前液內. 最後加水定容至 500 ml. 常溫靜置一夜後,裝入褐瓶備用.

C). 試劑-A:取 25 克  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 20 克  $\text{NaHCO}_3$ , 200 克  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , 及 25 克  $\text{K,Na-Tartrate}$ , 溶入水約 80cc, 再加水定容至 1,000 ml

D). 試劑-B:取 30 克  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  溶入 200 cc 水, 再加 4 滴濃硫酸.

E). 使用前將試劑 A+B = 25:1 (v/v)混合備用. 當日有效.

## 3、方法：

取糖檢液 0.5 ml 放入有鈣管中,加入等量試劑-E, 再放入沸水浴中加熱 20 分鐘正(上蓋玻璃珠). 移轉入冷水浴中冷卻 5 分鐘, 才加入 0.5 ml 磷鉬酸試液, 放置 20 分鐘正. 加水定容至 25 ml. 測定 520 nm 之吸光度.

## 冰皮月餅

配 料	重 量 (g)	製 法
1. 餡料：蓮蓉、棗蓉	120	1. 將熟麵粉和糕粉過篩
2. 冰皮：		2. 攪拌混入酥油與轉化糖漿
熟麵粉	110	3. 加入色素
熟糯粉(糕粉)	150	4. 放入模型內成外皮後，中央加入餡
酥油	40	5. 補加上皮，然後壓緊
轉化糖漿(Bx=45)	400	6. 倒扣取出
色素	-	7. 冷藏

\* 將麵粉放置在 180℃ 烤 10 分鐘即為熟麵粉。

