

食用粉的熱反應

高小組化學科第三名

台北市立明倫國民小學

作者：胡全威、劉君耕
等八名

指導教師：呂黎貞

一、研究動機

那天，媽媽要我在鯉魚湯中放一些太白粉以便勾芡，我舀了一匙太白粉直接往湯中放下去，說時遲，那時快，入湯的太白粉立刻凝結成塊，怎麼弄也無法使其均勻地溶解開來。後來媽媽告訴我，應該先將太白粉溶在冷水中，再倒進鍋裡，這樣就不會凝結成塊了。我照方法做了一次，果然成功。我對於太白粉勾芡的事情感到好奇，於是就利用上課時請教老師。老師告訴我澱粉質的東西在熱溫度中澱粉粒會分解成爲糊狀，像太白粉等食用粉便是良好的勾芡材料。老師知道我對這方面的問題很感興趣，便建議我動手做做實驗，比較一下一般常見的食用粉的遇熱反應，於是我便在老師的鼓勵和指導下，邀了數位同學一同來做這個有趣的實驗。

二、研究目的

- (一)採用加溫後再放粉的方法來比較麵粉、太白粉和地瓜粉在各種溫層中的反應。
- (二)從它們的反應中下三種粉的操作型定義。
- (三)採用不同的放粉方法來比較它們的解糊程度。
- (四)混合其中的二種或三種，比較它們的解糊情況。
- (五)試驗酸度對澱粉粒的影響。

三、研究過程與方法

- (一)首先，我們以溫度做爲操縱的變因，來觀察麵粉、太白粉和地瓜

粉的遇熱反應。

1. 先定出要觀測的溫度是：常溫 30°C 、 40°C 、 50°C 、 60°C 、 70°C 、 80°C 、 90°C 。
2. 其次，分配組員的工作，二人實驗麵粉，二人實驗太白粉，二人實驗地瓜粉，其餘二人當記錄。
3. 每杯的水量都定為 80cc ，粉量都定為平平的一小匙。當各組的水溫準備好了之後，同時從水面上輕輕放下量匙內的粉，然後一起觀察。
4. 觀察項目包括：
 - (1) 沉澱情況
 - (2) 澱粉粒形狀有無改變
 - (3) 解糊情況
 - (4) 氣味
 - (5) 氣泡
5. 為了使實驗結果更具可靠性，我們每個溫度各做三次，共計七十二個杯次。
6. 同時，我們很想知道攪拌對於食用粉的遇熱反應是否有影響，因此，我們在各溫度實驗中再各做二次有攪拌的，每次攪動 50 次，共計四十八杯次。
7. 每個溫度實驗完畢之後，採溶液中的上層和下層中的澱粉粒觀察有無變化。（和原先的澱粉粒比較）。
8. 根據成們的實驗方法和綜合記錄，我們大概可以得到下列幾個觀點：

第一：從氣味來看

太白粉自 30°C （有攪拌）開始有微香，之後隨溫度增加而稍加香味，地瓜粉自 30°C （有攪拌）開始有微香，之後隨溫度增加而漸加香味，麵粉自常溫起就有微香之後隨溫度之增加而變得更香。

第二：後沉澱情形來看

太白粉在 50°C 以前都是顆粒均勻沈澱， 50°C 以後出現均勻溶糊，且隨溫度升高而出現像白棉絮的結塊。

地瓜粉在 50°C 以前大都是大小顆粒混雜沈澱。 50°C 以後出現均勻溶糊，且隨溫度升高而出現像花菜般的結塊。

麵粉在 60°C 以前大都是聚堆沈澱，60°C 以後出現溶糊和像白木耳般的結塊。

第三：從澱粉粒的解糊情況來看：

太白粉的澱粉粒隨溫度之增加而脹大，50°C 以後會漸漸脹為原來的10倍以上，解糊情況最好。

地瓜粉的澱粉也隨溫度之增加而脹大，但速度較太白粉慢，60°C 以後漸漸脹為原來的 5 倍以上。

麵粉的澱粉粒膨脹最慢，70°C 以後漸漸脹為原來顆粒的 5 倍以上。

第四：從氣泡的產生來看：

根據記錄，我們可以發現“常溫”30°C 以及有攪拌的都沒有氣泡產生，而 40°C 以後沒有攪拌的都有氣泡產生，且以地瓜粉的氣泡較多且較大。

第五：從紀錄中可發現 50°C~70°C 是良好的解糊溫層，如果溫度太高無法均勻溶開。

第六：如果按照我們的實驗方法而想得到均勻完整的解糊液，必須要在“適當的溫層”，“適當的粉量”，“適當的水量”的情況下方可獲得。

第七：根據記錄，我們可以明顯發現攪拌有下列數項功能。

- 1.使澱粉粒提早發出微香。
- 2.增加澱粉粒和水的接觸機會而有助於解糊。
- 3.可使沈澱情況趨向均勻狀況。
- 4.可趕走溶液中的氣泡。

第八：根據我們的觀察和討論，我們給予三種食用粉初步的操做型定義：

- 1.太白粉：外觀潔白，澱粉粒最大，解糊情況最好，過熱放出香味，沈澱最均勻，凝結塊像白棉絮。
- 2.地瓜粉：外觀白色但顆粒大小混合，澱粉粒大小中居且均勻，解糊情況，稍次於太白粉，遇熱放出香味，沈澱不均勻，結塊像花菜。

3.麵粉：外觀米黃有微香，澱粉粒最小，解糊情況較慢，遇熱放出較濃的香味，沈澱多是聚堆，結塊像白木耳。

(二)接著，我們用過程(一)的實驗方法，來找出三種食用粉明顯出現糊片的溫度。

- 1.太白粉以 50°C、51°C、52°C、53°C、55°C、56°C 做為操縱因素，到達溫度放入粉後各攪 50 次。
- 2.地瓜粉以 57°C、58°C、59°C、60°C、61°C 做為操縱因素，方法同上。
- 3.麵粉以 62°C、63°C、64°C、65°C 做為操縱因素，方法同上。

粉名 \ 項目	明顯出現糊片的溫度
太白粉	約 56°C
地瓜粉	約 61°C
麵粉	約 65°C

(這些溫度是依據我們所用的實驗方法而定的，如果所用的方法不用，結果一定有些許差異。)

(三)我們嚐試用不同的水量和不同的粉量來做為我們操縱的因素，以觀察解糊的情況。

1.操縱不同的水量。

- (1)取太白粉為實驗粉，每杯放平平的一量匙。
- (2)以 50 c.c.、100 c.c. 和 200 cc. 做為操縱的水量。
- (3)溫度定為 60°C。

(4)到達溫度後輕輕地把粉放下並攪拌 50 次。

結果記錄如下：

水量 \ 項目	溶液濃度
50 c.c.	最稠
100 c.c.	居中
200 c.c.	最稀、糊沈澱

我們從結果推理地瓜粉和麵粉應該也有相同的情況產生，也就是水量越少，稠度明顯提高。

2. 操縱不同的粉量

(1) 取太白粉做為實驗粉，以一匙、二匙、三匙，做為操縱的粉量。

(2) 水量定為 200 c.c.，共三杯。

(3) 溫度定為 60°C

(4) 到達溫度後，輕輕地放入太白粉（依次放入不同的量），攪拌 50 次，結果如下紀錄：

結果：粉量愈多，解糊的也越多。

（由以上的實驗，我們同樣推理地瓜粉和麵粉也有同樣情形產生，粉的量越多，解糊也越多。）

(四) 如果按照過程(一)的方法～加溫後直接放入法，必須在適當的溫層才能解糊良好；我們想，如果改用不同的方法，在高溫情況下，或許一樣可以解糊均勻，於是我們就試著用其它的方法來做比較。

1. 先將粉泡在冷水中。

(1) 取三種粉各一匙，各放入 40 c.c. 的冷水中拌勻。

(2) 溫度定為 90°C

(3) 水量定為 100 c.c. 共三杯。

(4) 溫度到達後，各放入已泡好的粉液並攪拌 50 次。

(5) 觀察溶糊情況並製玻片比較：

項目 粉名	溶 解 情 況	澱 粉 粒 改 變 情 形
太白粉	均勻解糊無結塊	皆脹為原來的 10 倍以上，解糊
地瓜粉	均勻解糊無結塊	皆增大為原來的 5 倍以上，解糊
麵 粉	均勻解糊無結塊	皆增大為原來的 5 倍以上，解糊

這個試驗告訴我們，如果先將粉泡在冷水中拌勻，再加入高溫的水中會有良好的解糊情況產生，尤其是麵粉也一樣呈現出均勻的解糊情況，令我們很高興。

2. 泡好的粉液直接加溫

- (1) 取三種粉各一匙，各泡入 100 c.c. 的冷水中拌勻。
- (2) 將各杯直接加溫至 100°C。
- (3) 觀察溶糊外貌以及製玻片看澱粉粒改變情形：

項目 粉名	溶 糊 情 況	澱粉粒改變情況
太白粉	均勻溶糊中含有透明凝結片	10 倍以上，解糊
地瓜粉	均勻解糊，無結片	5 倍以上，解糊
麵 粉	均勻解糊，無結片	5 倍以上，解糊

根據上面的記錄，我們可以發現地瓜粉和麵粉都均勻解糊，只有太白粉的溶液中出現結片。我們認為這是因為太白粉澱粉粒較大，解糊後量多而彼此糾結，熱水的對流力量無法使其散勻。

(五) 根據過程(四)的 2.，我們知道，直接泡水加溫有助於澱粉粒的解糊，所以我們就按照這個方法，來比較一下三種粉加溫至 30°C、40°C、50°C 的解糊情況。

結果：由以上的實驗比較來看，50°C 時三種粉都會呈現微量的糊片。這個結果和過程(二)比較起來，可以推理知道，三種粉明顯出現糊片的溫度雖各不一樣，但若是直接泡水加溫，都可能提前少許溫度明顯出現解糊的糊片。而且，如果溫度一樣，直接泡水加溫的糊片會多於加溫後再放粉的糊片。為證實推理，我們還做了個實驗，證明確實無誤。

項目 溫 度	先泡水直接加溫 的 糊 片	加溫後再放粉攪 50 次 的 糊 片
太白粉 56°C	多	較 少
地瓜粉 61°C	多	較 少
麵 粉 65°C	多	較 少

(六) 我們很想知道酸對於澱粉粒的解糊是否有影響，因此我們以醋酸做為試探的材料，來進行下面的比較：

- 1.以太白粉做爲實驗粉。
- 2.第一杯水量 80c.c. 不加酸。
第二杯水 60c.c. 加 20 c.c. 的醋酸。
第三杯水 40c.c. 加 40c.c. 的醋酸。
- 3.溫度定爲 60° C。
- 4.溫度到達後，加入一匙太白粉，拌 50 次。
- 5.觀察糊片的量（重復做三次）

結果：我們發現加 40c.c. 醋的糊片最多，澱粉粒也脹大很多。因此我們暫且認爲酸有助於澱粉粒的解糊。推理地瓜粉和麵粉也會一樣，不過這還得更進一步的實驗才能確定。

(七)三種粉的澱粉粒各不同大小，若將其中二種混合，或混合三種，它們的熱反應是否會有稍許不同於單獨一種粉的反應，這是我們感興趣的地方，因此，我們做了下面的實驗。

- 1.粉量各爲“太白粉一匙加地瓜粉一匙”；“地瓜粉一匙加麵粉一匙”；麵粉一匙加太白粉一匙”。
 - 2.溫度定爲 60° C，水量爲 200 cc.
 - 3.溫度到後，將混合粉加入並拌 50 次，觀察他們的澱粉粒和糊片
- 結果：由於三種粉的顆粒原本就不一樣，混合之後的澱粉粒有的大小差很多。其中以“太白粉加地瓜粉”的解糊情形較快較多。

此外，成們又混合三種粉，比較在 60°C，70°C，80°C，90°C 時的情況。

- 1.三種粉各 1 匙混合。
- 2.溫度到後放入混合粉並拌 50 次，觀察溶糊情形及澱粉粒，結果如下：

項目 溫度	溶 糊 情 況	澱 粉 粒 形 狀	糊 片 量
60°C	混合，有沈澱	大小混雜變化不大	不多
70°C	均勻糊解無沈澱	大小混雜變大五、六倍以上	很多
80°C	有溶糊有小結塊	變大六倍以上	多（有結塊）
90°C	有溶糊有大結塊	變大六倍以上	多（有結塊）

最後，我們又做了三種粉混合，先泡入冷水，至水溫 90°C 以上後再放入粉的實驗。

結果：我們發現，完全解糊，情況良好。

四、結 論

三種食用粉的遇熱過程，皆有其妙，所隨著實驗方法的不同呈現相異之處，為便於比較，我們做一簡單歸納，以供明確參考。

(一)綜合觀點：

- 1.以澱粉粒脹大的限度而言，太白粉脹得最大，次是地瓜粉，次是麵粉。
- 2.以解糊後的糊片量而言，太白粉多於地瓜粉，地瓜粉稍多於麵粉。
- 3.溫度 50°C 以前解糊情況極微，50°C~70°C 是良好的解糊溫層。
- 4.澱粉粒在逐漸脹大解糊時會慢慢放出香味。
- 5.要想得到良好的解糊情況，必須要適量的水，適當溫度和粉量，否則不是太稀就是太濃或是凝結，或是沈澱。
- 6.不同的放粉方式，就會產生不同的解糊效果。

(二)從實驗結果的沈澱情況，解糊情況以及結塊情況來下三種粉的操做型定義：

- 1.沈澱均勻，解糊最快最好，凝結塊像白棉絮的是太白粉。
- 2.沈澱大小混雜，解糊稍慢，結塊像花菜的是地瓜粉。
- 3.沈澱聚堆，解糊最慢，結塊像白木耳的是麵粉。

(三)攪拌對於澱粉粒的解糊幫助很大。可以趕走氣泡，又能增加澱粉粒和熱水的接觸面。

(四)用先泡水等溫度到達後再放入攪拌的方法，最能使三種粉達到高度的解糊效果。當然溫度必須在 60°C 以上。

(五)如果採用泡水直接加熱的方法也能產生不錯的解糊效果，但由於缺乏攪拌，所以會有下列情況產生：

- 1.太白粉解糊最早，凝聚於杯底，隨溫度升高，對流加大，而使太白粉凝結分散，成小片浮游杯中。

2. 地瓜粉和麵粉解糊較慢，糊團會隨熱水之對流而上升，等水溫到 95°C 以上後，才被強大的對流力量散勻。因此，如果溫度未達 95°C 以上，我們認為此二者必定會有沈澱產生。
 3. 我們認為用此方法做實驗時，如果一面加溫，一面攪拌則三者該都能達到均勻的解糊情況。
- (六) 根據實驗的結果，我們推理如果在高溫情況下，則解糊效果是，泡好粉直接加溫攪拌的方法佳於先泡好再等溫度到達後再放入攪拌，而第二個方法又佳於等溫度到達後再放粉攪拌的方法。
- (七) 酸度有助於澱粉粒的解糊，量越多，解糊越多。但需要更進一步實驗，才能確定。
- (八) 三種粉混合後，澱粉粒大小混雜，解糊的溫度約在 60°C 左右。沈澱聚團，結塊像花生糖，其餘解糊情形和原粉末一樣，須看所用的方法和溫度而定。
- 至於二種粉混合的情況以“太白粉加地瓜粉”的解糊最快最多。

五、討 論

- (一) 在實驗過程中，有很多用到攪拌的方法，雖然攪拌次數都有規定，但每人所用的力量不同，或許對實驗結果會有一點點影響，雖然誤差極少，但這是以後，我們做實驗該改進的地方。
- (二) 在實驗中，我們所用的粉量都是以量匙為單位，照理說該相當平準，但是它們的輕重有些差別，或許也會造成實驗的誤差，以後實驗時改用“克”量為單位，可能會減少誤差。
- (三) 對於影響澱粉粒解糊的因素，我們只做了“加熱”、“加酸”、“攪拌”等方式，我們想以後可嘗試著操縱其它外在因素，如“加鹼”、“冷凍”等方式來探討澱粉粒的改變情形。
- (四) 我們實驗所用的粉是太白粉、地瓜粉和麵粉，至於其它的食用粉以後我們有空時也將試著比較它們遇熱的不同。
- (五) 有同學建議試著控制糊的稠度來製造各種造形的糊製品，大家都很有趣，我們會嘗試著去做做看，說不定，以後我們會做出一種令人百吃不厭的食品呢！

六、參考資料（師生共用）

(一)食品化學	王勝琪譯	大行出版社
(二)食品工業	續光清著	徐氏基金會出版
(三)應用食品化學	林耕年編	復文書局
(四)食品營養	林耕年編	復文書局
(五)糖果製造學	韓士沂著	徐氏基金會出版

評 語

本實驗之起因在日常生活中觀察到食用粉在熱水中的膨脹及膠化現象，進而研究其受熱而發生的各種變化。觀察仔細，知道了許多平常忽略的現象，並依據結果加以推理及檢討。成果及研究態度均屬良好值得獎勵。