

投稿類別：自然科學

篇名：膨糖製作之研究

作者：

王浦全。自強國中。九年五班

陳宥均。自強國中。九年五班

指導老師：

紀博三

徐彥哲

前言

壹、研究動機:

隨意的閒晃，一個轉角過彎後，直覺一陣香氣透鼻而來，有幾個圓餅陳列在攤販上，只見老闆持個大湯杓，一支筷子飛快的攪和著，忽地加入了一匙粉，撇離火焰旋風似的不停的轉，頃刻間糖餅不停的膨大，直要從湯匙上溢出似的。遂掏了個銅板嚐了一個，一個巴掌大的膨糖，轉眼間只剩黏甜的手掌，據說是早時孩童間的甜食，心想要用科學方法找出最好吃的膨糖，三不五時就要享受點這甜蜜。

貳、研究目的:

本研究目的要找出:一、最適合烹煮膨糖的糖種類；二、製作膨糖可以成功膨脹的訣竅；三、膨糖最佳的調製比例；四、使膨糖外觀完美的條件。

參、文獻資料與實驗前準備:

一、文獻探討:

洪薇雅等人於 1998 年所發表的「煮膨糖」作品中，提到小蘇打在水份很少 (1.8%)、溫度很高(130°C 附近)的情形下快速分解產生二氧化碳；煮「膨糖」時所加的水有助於糖的水解，但水量的多少僅影響煮「膨糖」的時間而不影響結果。而小蘇打粉分解產生的碳酸鈉有助於糖漿的穩固；添加物的性質會改變膨糖的性質；添加紅糖會變堅固；添加蜂蜜會變酸軟。

林品妤與林玲妃於 2005 年在「膨糖?還是膨風?-以糖液為例，探討濃度的不同及影響膨發之因素」作品中，選用常見之不同糖類製作膨糖，結果發現以二砂製出之成品，其風味、整體接受性方面，比較其他糖類表現為佳。以不同重量百分濃度之糖液來製作膨糖，顯示 65% 之糖液較適宜製作，不僅可縮短加熱時間，且膨脹之高度較高，當濃度為 66% 以上者，於加熱過程時出現過飽和之現象。影響其膨發的因素首重溫度，需加熱達 130°C，觀察呈現牽絲之現象，方可離火；膨大劑種類以碳酸氫銨所製之成品平均高度較高，可能是釋出二氧化碳氣體較多。

二、膨糖的製作方法:

收視 YouTube 中膨糖製作的相關影片，將製作方法整理如下：

- 1.把適量的糖倒入大湯杓中。
- 2.加熱湯杓，用筷子攪拌。
- 3.待糖溶化成糖漿時，停止加熱，離開熱源，倒入小蘇打粉在湯杓上，快速的攪

伴。

4.等到開始膨脹時就停下來，膨糖會慢慢的膨脹，抽出筷子，等待冷卻凝固。

三、膨糖所使用的糖通常為蔗糖，可以是精糖、二號砂糖或黑糖。

1.精糖純度最高，也幾乎沒有其他礦物質。

2.二號砂糖純度次於精糖，礦物質為精糖的 10 倍。

3.黑糖的純度最低，保留較多的營養，也含有較多的雜質。

四、膨糖製作的科學原理:

蔗糖的熔點約為 186°C。將蔗糖加熱成糖漿，再將小蘇打粉(碳酸氫鈉,NaHCO₃)加入煮好的滾燙糖漿中，小蘇打粉遇熱會產生二氧化碳(氣體)，使得已遠離火源的糖漿逐漸膨大形成膨糖。化學反應式如下：



小蘇打粉(碳酸氫鈉)加熱產生碳酸鈉、二氧化碳和水

六、實驗前規劃:

經過數次預備實驗的經驗累積，在正式實驗前，我們做了下列規範：

1.膨糖成功膨脹的定義是「膨糖膨脹高過湯匙」，糖煮完後冷卻不做成膨糖，冷卻的糖水，水面高度不到湯杓杓子部分高度的 1/3。

2.膨糖的品嚐時機為「確認表皮冷卻堅硬，以手指輕壓不凹陷」時。

3.二號砂糖、精糖、黑糖，一律放置在防潮箱中防潮。

4.膨糖的製作，只需將糖直接加熱融化即可，不需加入任何水來溶解糖。

肆、研究設備及器材:

酒精燈、燒杯、打火機、火柴、二號砂糖、精緻特沙(精糖)、黑糖、小蘇打粉、湯勺、鐵製環保筷、三角架、陶瓷纖維網、墊子磅秤、試管夾、漏斗、滴管、橡皮導管、橡皮塞、L 型玻璃管、試管、鐵架、鐵夾

正文

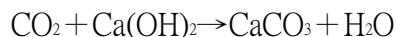
伍、研究過程及結果：

實驗一、膨糖的膨脹真的是由二氧化碳所引起的嗎？

我們的問題：參考文獻資料，發現膨糖是藉由小蘇打粉所產生的二氧化碳膨脹，以形成膨糖，但不知是否是真的？

利用小學時學過的概念，二氧化碳遇到澄清石灰水會產生沉澱，所以可以藉此來檢驗二氧化碳，應最為簡便。

化學反應式：



二氧化碳 + 氫氧化鈣(石灰水) → 碳酸鈣 + 水

(一)實驗步驟:

- 1.將小蘇打粉倒入 A 試管中，加入大約 1/3 的量。
- 2.將 A 試管固定在鐵夾上。
- 3.將酒精燈放在鐵架上，調整鐵夾位置，使試管底部對準火焰高度。
- 4.將澄清石灰水倒入 B 試管中，液面高度約為離管口 1/3 處。
- 5.將 L 型玻璃管插入鑽孔的橡皮塞中，將橡皮導管連接 L 型玻璃管。
- 6.將 A 試管管口用上述的橡皮塞塞住。
- 7.將橡皮導管另一端，放入 B 試管中固定。
- 8.調整酒精燈的位置，對準 A 試管底部。
- 9.將酒精燈點燃，加熱 A 試管中的小蘇打粉。
- 10.拿起 B 試管，觀察澄清石灰水變化情形。

(二)實驗結果:

加熱小蘇打粉不久，澄清石灰水就變混濁。證明加入小蘇打粉產生二氧化碳，與澄清石灰水(氫氧化鈣水溶液)反應產生碳酸鈣，使澄清石灰水變混濁。

實驗二、糖量及熬煮時間的影響

我們的問題：若以湯杓為煮膨糖的容器，那需要多少的糖量？需要煮多久？

(一)變因:

1. 控制變因:
 - (1)酒精燈中酒精的量
 - (2)糖的種類
 - (3)小蘇打粉的量
 - (4)湯杓的材質
 - (5)固定煮膨糖的人
2. 操作變因: 糖的數量
3. 應變變因: 糖煮至溶化的時間

(二)實驗步驟:

1. 把酒精燈中的酒精倒出，置於燒杯中，再加酒精加到 75 毫升。
2. 用打火機點燃酒精燈，移置三腳架正下方。
3. 以 10 克、14 克、18 克、22 克、26 克的二號砂糖、精糖倒於湯杓中，鋪平，放於酒精燈上煮。
4. 每隔固定時間，用環保筷攪動固定次數，待砂糖融化及可。
5. 使湯杓離火，在離火的那一刻，倒入 1 克小蘇打粉用筷子快速地攪拌。

6. 膨糖冷卻後，可以取出膨糖。

(三)結果:

表 1、二號砂糖質量及熬煮時間對膨糖成功膨脹的影響

		二號砂糖質量(g)				
		10	14	18	22	26
第 1 次	糖熔化時間(s)	100	120	115	180	215
	是否成功膨脹	成功	失敗	成功	成功	成功
第 2 次	糖熔化時間(s)	85	110	120	138	175
	是否成功膨脹	成功	失敗	成功	成功	成功
第 3 次	糖熔化時間(s)	85	120	115	180	195
	是否成功膨脹	成功	成功	成功	成功	成功
三次糖熔化時間平均(s)		90	117	117	166	195

結果說明：

- 1.將二號砂糖以固定克數增加，時間增加的明顯度不一，如 14g、18g 兩者就看不出有明顯差異。
- 2.相同質量的二號砂糖，每次熔化的時間也會變動幅度較大，如 22g、26g 第 2 次的實驗。
- 3.以 18g 最為穩定，18g 約為三平匙的量，操作、觀察皆方便。

表 2、精糖質量及熬煮時間對膨糖成功膨脹的影響

		精糖質量(g)				
		10	14	18	22	26
第 1 次	糖熔化時間(s)	90	105	140	130	140
	是否成功膨脹	成功	成功	成功	成功	成功
第 2 次	糖熔化時間(s)	85	105	120	130	140
	是否成功膨脹	成功	成功	成功	成功	成功
第 3 次	糖熔化時間(s)	85	100	110	135	135
	是否成功膨脹	成功	成功	成功	成功	成功
三次糖熔化時間平均(s)		87	103	123	132	138

結果說明：

- 1.將精糖以固定克數增加，時間增加的明顯度不一，如 18g、22g、26g 在第 1 與第 3 次的實驗就看不出有明顯差異。
- 2.使用精糖熬煮較二號砂糖所需時間少。

實驗三、不同比例的糖對口味的影響

我們的問題：二號砂糖、精糖、黑糖精緻程度不同，別具風味，只用其

中一種糖，味道未必可以好吃，口感未必達到爽口，所以何種比例的糖，可以找出品質佳的膨糖。

(一)變因:

1. 控制變因:
 - (1)酒精燈中酒精的量
 - (2)糖的總重量：18g(實驗二的結果)
 - (3)小蘇打粉的量：1g(實驗三的結果)
 - (4)湯匙的材質
 - (5)固定煮膨糖的人
2. 操作變因:糖的比例
3. 應變變因:
 - (1)糖煮至溶化的時間
 - (2)對味道的影響

(二)實驗步驟:

1. 把酒精燈中的酒精倒出，置於燒杯中，再加酒精加到 75 毫升。
2. 用打火機點燃酒精燈，移置三腳架正下方。
3. 以 18 克的二號砂糖、精糖、黑糖，倒於湯杓中，鋪平。
4. 以環保筷攪拌，待糖熔化時，便停止。
5. 使湯杓離火，在離火的那一刻，倒入 1 克小蘇打粉用筷子快速地攪拌。
6. 膨糖冷卻後，可以取出膨糖。
7. 將膨糖分發給品嚐小組成員來做口味與口感調查。

(三)結果:

表 4、各種糖的質量比例對熬煮時間的影響

各種糖的混和比例			糖的總重(g)	熔化時間(sec)	編號
二號砂糖(g)	精糖(g)	黑糖(g)			
18	0	0	18	90	A1
0	18	0	18	90	A2
0	0	18	18	95	A3
15	3	0	18	90	B1
12	6	0	18	125	B2
9	9	0	18	130	B3
6	12	0	18	240	B4
3	15	0	18	130	B5

15	0	3	18	120	C1
12	0	6	18	151	C2
9	0	9	18	100	C3
6	0	12	18	140	C4
3	0	15	18	170	C5
0	15	3	18	175	D1
0	12	6	18	140	D2
0	9	9	18	150	D3
0	6	12	18	125	D4
0	3	15	18	130	D5
6	6	6	18	120	E1

結果說明：

- 1.使用單一糖類做為膨糖的材料時，三種糖融化時間相當接近，黑糖略為久一點。
- 2.當糖總量為 18g，混有兩種糖時，所需的融化時間通常會較久。
- 3.由編號 B1~B4 可發現，精糖越多，所需的融化時間通常會較久。
- 4.由 C1~C5 與 D1~D5 可發現，黑糖的多寡與時間較無明顯關係。
- 5.操作過程中發現，若加入黑糖後通常會冒出陣陣的白煙，甚至會完全燒焦。
- 6.以外觀來看，加入精糖的膨脹較快也較大。
- 7.冷卻過後，精糖的中間部份會嚴重塌陷，二號砂糖的中間會略為塌陷，黑糖較不會塌陷。

表 5、各種糖的質量比例對膨糖口味的影響(延續表 4)

編號	膨糖的口味調查						
	甜	鹹	苦	甜鹹	甜苦	苦鹹	甜苦鹹
A1	58 %	14 %	0 %	0 %	14 %	0 %	14 %
A2	17 %	0 %	50 %	33 %	0 %	0 %	0 %
A3	?	?	?	?	?	?	?
B1	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
B2	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
B3	83 %	0 %	0 %	17 %	0 %	0 %	0 %
B4	40 %	20 %	0 %	40 %	0 %	0 %	0 %
B5	0 %	66 %	0 %	17 %	17 %	0 %	0 %
C1	83 %	0 %	0 %	17 %	0 %	0 %	0 %
C2	0 %	14 %	0 %	86 %	0 %	0 %	0 %

C3	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
C4	20 %	60 %	0 %	0 %	0 %	20 %	0 %
C5	40 %	40 %	0 %	20 %	0 %	0 %	0 %
D1	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
D2	50 %	0 %	0 %	50 %	0 %	0 %	0 %
D3	50 %	0 %	50 %	0 %	0 %	0 %	0 %
D4	75 %	25 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
D5	?	?	?	?	?	?	?
E1	0 %	0 %	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %

註：「？」表示無法品嚐

結果說明：

- 1.膨糖中若含有黑糖的比例過高，通常就會燒焦而無法品嚐，如表中的 A3 與 D5。
- 2.以味道來說，精糖有一股特殊的味道，酸酸苦苦的，味道並不可口。二號砂糖只有甜的味道，黑糖有一股特殊的香味，像是拿木製的小叉子去插蜜地瓜，然後咬木製叉子，就是那叉子的味道。
- 3.精糖做的膨糖表皮較薄，內層是空心的，所製成的膨糖通常會裂開，而在取下膨糖時，經常會四分五裂。二號砂糖做的膨糖表皮較精糖厚實，用力敲打才會裂開。黑糖做的膨糖表皮厚實，內層完全實心。
- 4.煮好的膨糖置於室外冷卻，會發現表層有黏黏濕濕的樣子，推斷是膨糖吸收空氣中的水氣而使膨糖表皮有略為黏濕的現象。

表 6、各種糖的質量比例對膨糖口感的影響(延續表 4)

編號	膨糖的口感調查					
	脆	鬆	硬	軟	硬脆	鬆脆
A1	72 %	0 %	0 %	14 %	0 %	14 %
A2	83 %	17 %	0 %	0 %	0 %	0 %
A3	?	?	?	?	?	?
B1	83 %	0 %	0 %	0 %	17 %	0 %
B2	83 %	0 %	0 %	0 %	0 %	17 %
B3	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
B4	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
B5	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
C1	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %

C2	73 %	0 %	0 %	27 %	0 %	0 %
C3	50 %	0 %	50 %	0 %	0 %	0 %
C4	80 %	0 %	20 %	0 %	0 %	0 %
C5	40 %	0 %	20 %	40 %	0 %	0 %
D1	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
D2	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
D3	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
D4	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
D5	?	?	?	?	?	?
E1	0 %	0 %	40 %	60 %	0 %	0 %

註：「？」表示無法品嚐

結果說明：

- 1.由表 6 大致來看，「脆」的口感比例偏高，B 群、D 群「脆」部份幾乎是百分之百。但由 A 群來看，此群為純糖製作，A1 也就是純二號砂糖製作的膨糖，「脆」的口感比例較低。
- 2.由 C 群來看，「硬」、「軟」的比例偏高，也就是二號砂糖混黑糖，「硬」、「軟」的口感比例偏高。
- 3.由 A2、B 群、D 群綜合比較，推斷出以精糖製作出來的膨糖，口感較酥脆。
- 4.綜合表 4~表 6 之結果，可發現 D1：15g 精糖+3g 黑糖，百分之百甜，百分之百酥脆，故推定為最好吃可口的比例。

結論

陸、討論：

- 一、為求實驗精準，需固定酒精燈中酒精的量、固定操作的人員、二號砂糖、精糖、黑糖，需放置在防潮箱中、湯匙於一天中不重覆使用(用水洗溫度會變低)、實驗時周遭門窗需關上(風吹火焰會飄逸不定)。
- 二、每次實驗都有不能確定的因素：酒精燈的火焰不夠穩定，不會直挺挺的，很容易飄移；湯杓是一個曲形，每次倒入糖時，無法鋪得一模一樣；湯杓的初始溫度也不會一樣。
- 三、過去研究(洪薇雅等，1998；林品好&林玲妃，2005)都傾向使用水當溶劑、把糖當做溶質調配成水溶液來做膨糖，但本研究的製作過程中從不加水，是基於下列三項原因：
 - (一)可以大幅降低烹煮的時間，膨糖膨脹成功的機率也更高。

(二)可以節省操作時間，減少判斷小蘇打粉添加時機的困難度，只要看到糖溶化變成糖漿即可加入小蘇打粉。

(三)加水會使糖漿變稀，膨糖冷卻後支撐力會不足，而導致塌陷變形而影響外觀，賣相不佳。

四、不同種類的糖所做的膨糖：

(一)膨糖冷卻後的坍塌現象依嚴重到輕微為：精糖、二號砂糖、黑糖；而含有的雜質量依多到少為：黑糖、二號砂糖、精糖，故推測是雜質產生支撐的作用。

(二)含有的雜質量依多到少為：黑糖、二號砂糖、精糖；依容易燒焦到不容易燒焦為：黑糖、二號砂糖、精糖，故推測雜質的量也影響膨糖燒焦程度。

(三)用二號砂糖及精糖煮成的膨糖，煮好之後內部較空心，但用等量的黑糖混二號砂糖，也一樣能膨脹，但內部卻可以是實心的，不過，內部實心處有一個小孔，類似蜂巢狀。

(四)黑糖內部是實心的，推測黑糖是以粘稠狀製成膨糖，而小蘇打粉產生的二氧化碳被保留在黏稠的糖漿中，所以可膨脹開來，產生實心的內部。黑糖所製的膨糖較不易塌陷，我們認為是實心的內部比較可以保留溫度，表皮先行冷卻，冷卻之後就不會改變形狀，形狀較固定。

五、膨糖的膨脹：

(一)在加入小蘇打粉時，如果糖漿燒焦，膨脹的的速率，特別是大小，有非常顯著的提升，我們認為是當糖漿燒焦時，其溫度是比較高的，加速小蘇打分解的速率，二氧化碳也因此加速產生，加快了膨糖膨脹的的速率。

六、膨糖的塌陷：

(一)推測原因為：

1.二號砂糖內部呈半空心，看似實心其實很鬆散，有很多孔洞，以致於中央半空心部分支撐力不足。

2.精糖冷卻之後冷縮嚴重，由於內部可以保留較高的溫度，推測中央塌陷是因為內部保留的空氣逐漸冷卻縮小，中央的上方，也就是整顆膨糖的頂端，失去了支撐，故中央部分塌陷。

(二)由於黑糖是以粘稠狀製成膨糖的，故加入小蘇打粉攪拌時，小蘇打粉受熱後所產生的二氧化碳較無力推動黏稠狀糖漿膨脹，形成較實心的內部，二氧化碳從膨糖表面孔隙逸出，內部無法保留溫度，較易冷卻成形而不易塌陷。

七、製作膨糖可選用 18 克單一的精糖、二號砂糖或黑糖，所製出的膨糖品質各有其優缺點。用精糖煮膨糖，膨脹速度快，冷卻後中央會嚴重塌陷，煮出來的膨糖顏色較二號砂糖深，會有一股酸酸苦苦的味道，並不可口。用二號砂糖煮膨糖，膨脹速度普通，冷卻後較不會塌陷，煮出來的膨糖顏色最淺。用黑糖煮膨糖，完全用黑糖，會燒焦，黑糖本身就有特殊的香氣，煮出來較可

口，冷卻後較不會塌陷，煮出來的膨糖顏色最深。我們將本研究所選用的三種糖，所做出的膨糖外觀做以下之比較：

八、林品好與林玲妃於 2005 年在「膨糖?還是膨風?-以糖液為例，探討濃度的不同及影響膨發之因素」作品中發現，使用不同糖類製作膨糖，以使用二號砂糖所做出之成品膨脹效果較佳，因其組織瞬間乾燥硬化，整體呈現漂亮的黃色，且具有較好風味及整體接受性。但由本研究的實驗四結果，我們發現使用 15 克精糖 + 3g 黑糖所做出之成品膨脹效果較佳，且具有較好口味及口感，故為最好吃、最可口的比例。由於林品好與林玲妃之作品是使用單一糖類作為材料，而本研究實驗四也有選用單一的二號砂糖作為材料，但所做出之成品(A1)品質不算太好，且洪薇雅等人於 1998 年所發表的「煮膨糖」也提到：添加物的性質會改變膨糖的性質；添加紅糖(黑糖)會變堅固；因此研究者建議製作膨糖時，宜選用 15 克精糖 + 3g 黑糖來作為膨糖所需要的糖，會較單一糖類(二號砂糖)所做出的品質佳。

柒、結論：

- 一、膨糖的製作，是在煮好的糖漿中加入小蘇打粉，藉由小蘇打粉受熱產生二氧化碳，而使糖漿膨脹來形成膨糖。
- 二、製作膨糖的糖量以 18 克最佳，而選用單一種的精糖、二號砂糖或黑糖，所製出的膨糖品質各有其優缺點。用精糖煮膨糖，膨脹速度快，冷卻後中央會嚴重塌陷，煮出來的膨糖顏色較二號砂糖深，會有一股酸酸苦苦的味道，並不可口。用二號砂糖煮膨糖，膨脹速度普通，冷卻後較不會塌陷，煮出來的膨糖顏色最淺。用黑糖煮膨糖，完全用黑糖，會燒焦，黑糖本身就有特殊的香氣，煮出來較可口，冷卻後較不會塌陷，煮出來的膨糖顏色最深。
- 三、使用總重量 18 克、不同比例的糖類來製作膨糖，以使用 15 克精糖 + 3g 黑糖所做出之成品膨脹效果較佳，且具有較好口味及口感，是最好吃、最可口的膨糖成分比例。

參考資料

- 一、林品好、林玲妃。2005。膨糖?還是膨風?-以糖液為例，探討濃度的不同及影響膨發之因素。第 45 屆全國中小學科展農業及生物科技科高職組作品。取自 <http://science.ntsec.edu.tw/FileAtt.ashx?id=1469>
- 二、洪薇雅、黃姿綦，徐浩博、梁永鈺。1998。煮膨糖。第 38 屆全國中小學科展化學科國小組作品。取自 <http://science.ntsec.edu.tw/FileAtt.ashx?id=4351>