

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
作品說明書

高職組 農業及生物科技科

佳作

091406

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

國立西螺高級農業工業職業學校

作者姓名：

職二 林品妤 職二 林玲妃

指導老師：

李桂雲

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—

一、摘要

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($p<0.05$)。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($p<0.05$)，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($p<0.05$)，因此，除使用碳酸氫鈉外，亦可使用碳酸氫銨。以 15ml 65% 二砂糖液 + 碳酸氫銨 0.6 克之比例是為製作膨糖之良好條件($p<0.05$)。

二、研究動機

偉婷偕同班上同學，一起逛逛熱鬧的園遊會，看見許多人圍觀，在好奇心驅使下靠近一瞧，哇...糖怎麼一直膨..膨..膨大了起來？像是吹氣球般，好有趣啊！偉婷心裡想著，為什麼會膨脹呢？是因為風吹的？或是糖本身？還是其他因素呢？回家後一試，想把答案找出來，但是怎麼做就是膨不起來。於是，到學校

找老師討論，老師笑著說，這是個有趣的實驗，我們一起著手找尋答案吧！於是，解開膨糖神秘的面紗即將展開。

三、研究目的

「糖」在日常生活中是常見之物質，本研究旨在於揭開是「糖」膨脹？還是「風」(CO₂氣體)膨脹？此外，以糖液為例，探討濃度及影響其膨脹之因素。研究內容分為：(一)選擇常見之不同糖類為材料，觀察以不同材料製作膨糖時之差異；(二)選擇膨脹性較佳之材料，配置成不同重量百分濃度之糖液來製作膨糖，比較不同濃度糖液的性質變化；(三)探討影響膨脹的因素，包括溫度、膨大劑之種類、膨大劑之用量等因子，對製作膨糖的影響，進而找出製作膨糖的條件。這些方面將有助於進一步的瞭解糖類經加熱時其理化性質之變化、常見膨大劑的種類及其膨發原理與應用。

四、研究設備及器材

1. 特級砂糖（特砂）：台糖公司。
2. 二號砂糖（二砂）：台糖公司。
3. 結晶冰糖（冰糖）：台糖公司。
4. 方糖：台糖公司。
5. 黑糖：台糖公司。

6. 豐年果糖

7. 碳酸氫鈉(NaHCO_3)：振芳實業公司提供。

8. 碳酸氫銨(NH_4HCO_3)：振芳實業公司提供。

9. 發粉(Baking powder；簡稱 B.P)：振芳實業公司提供。

10. 卡式瓦斯爐

11. 大、小湯杓

12. 木筷

13. 溫度計 (200°C)

14. 尺

15. 天平

16. 燒杯

17. 滴管

18. 量筒

五、研究過程或方法

本研究內容分為：

- (一) 分別選擇常見之不同糖類為材料，包括：特級砂糖（以下簡稱特砂）、二號砂糖（以下簡稱二砂）、結晶冰糖（以下簡稱冰糖）、方糖、黑糖、豐年果糖等為製作膨糖的材料，製作方法如下：

- 1.用金屬製大湯匙，內放砂糖一湯匙(約 10 克)，加水少許以潤濕所有的糖粒(不必全部溶解)，水勿太多。
- 2.在卡式瓦斯爐上加熱(炭火也可以)，煮開後改用溫火，並用木棒時時攪拌，以避免起泡太多溢出匙外。
- 3.當糖液呈現粘稠狀(用木棒沾一點糖液，看其是否牽絲時，將大湯匙移出火外，並以木棒沾小蘇打粉，均勻攪拌，則見糖液粘度增加且變為淡餅乾色時，停止攪拌，移出木棒，即見糖液逐漸膨脹而凝固。
- 4.放冷後，再將大湯匙背部溫熱，使糖底部稍微溶化，用手指輕輕將膨糖左右旋轉後，將其倒出，糖底部朝上。
- 5.大湯匙內放一點水，煮開後用木棒輕擦大湯匙上粘著的膨糖碎渣，以熱水溶化，倒出熱水後，可以再按照上述步驟煮膨糖。

【注意】糖水煮開後溫度甚高，尤其糖水粘稠時溫度更高，必須要特別小心以免燙傷。

以不同糖類為材料，依上述之作法製作膨糖，觀察不同材料所製出成品的外觀及顏色是否差異，並描述結構組織硬化與否與成品色澤；並由同學們做官能品評，內容包含風味喜好性、整體接受性，官評表採用 5 分制，

其中「5 分」代表風味最佳、整體接受性高，「3 分」代表風味普通、整體接受性中等，「1 分」代表風味差、整體接受性最低。

(二) 選擇膨脹性較佳之材料，配製成不同重量百分率濃度糖液，每次取 15ml 糖液製作膨糖，比較不同濃度: 10%、20%、30%、40%、50%、60%、70% 糖液，於製作膨糖時其高度是否有差異，並挑選出合適製作膨糖之糖液濃度。

(三) 探討影響膨脹的因素，包括最適溫度、膨大劑之種類(碳酸氫鈉、碳酸氫銨、發粉)、膨大劑之用量等因子，對製作膨糖的影響。

(四) 統計分析：將所得的結果以 Statistical Analysis System (SAS) 分析，並以一般線性模式程序進行各種不同處理組之差異性測定，再用 Duncan' new multiple range test 比較各平均值之差異顯著性。

六、研究結果與討論

膨糖又名泡糖，日語稱為「輕目燒」源自葡語 Caramelo。

昔係指加冰糖於蛋白，經煮熟起泡後讓其凝固者，狀似輕石的餅乾；今則指砂糖煮後加小蘇打所得者。若膨脹則為「膨糖」，若

失敗則成為「粘糖」。至於其膨發的機制，與加熱溫度、糖膜形成、膨大劑有密切之關係；將糖加熱溶解後形成糖液，繼續受熱後水分會漸漸蒸發，糖液的物理性質亦隨之發生變化，當加熱溫度約達 100°C ，糖液形成許多糖膜氣泡，加熱溫度漸增則水分揮發越多，這些氣泡的顏色由澄清的金黃色漸轉成較深的黃褐色，用木筷攪拌拉起糖液若形成牽絲現象產生，可將湯匙離火，加入膨大劑---碳酸氫鈉粉末（加入碳酸氫鈉攪拌後，糖液顏色轉淡）迅速攪拌均勻，膨脹後即為膨糖。

(一)觀察使用不同糖類製作膨糖之結果如表一，其中發現使用特砂、二砂、方糖、果糖均可使糖液膨脹成為膨糖，其中以二砂所做出之膨糖效果較佳，因其組織瞬間乾燥硬化，整體呈現漂亮的金黃色，其顏色應來自於粗糖製造略帶黃色之故，風味良好為官評者之最愛($p<0.05$)。而特砂、方糖、果糖所做出之成品，表面不易乾燥，外觀顏色變為深褐色，味道帶有點焦味，不被官評者所喜愛。另外，使用冰糖製作其體積不易膨脹，這可能與精製時的緩慢之結晶過程有關；黑糖，因其未經過精製，成分為糖蜜與非糖份物質之砂糖混合物（無結晶），因此無法用來製作膨糖。綜觀言之，加入膨大劑使 CO_2 氣體於糖膜內產生，而使糖膜膨脹，因此若以「膨風糖」

來稱之，乃更為貼切【「風」乃指 CO₂ 氣體】。

表一、以不同糖類製做膨糖之差異性與官能品評之結果

糖類名稱	膨脹與否	結構組織瞬間硬化與否	官能品評		
			色澤	風味	整體接受性
特砂	✓	X	黃褐色	3 ^{ab} 分 (稍有焦味)	3 ^b 分
二砂	✓	✓	黃 色	5 ^a 分	5 ^a 分
冰糖	✓	X	黃褐色	3 ^{ab} 分 (稍有焦味)	3 ^b 分
方糖	✓	X	黃褐色	3 ^{ab} 分 (稍有焦味)	3 ^b 分
果糖	✓	X	深褐色	3 ^{ab} 分 (稍有焦味)	3 ^b 分
黑糖	X	X	深褐色	2 ^b 分	1 ^c 分

【說明】(1)5 分代表風味最佳、整體接受性高，3 分代表風味普通、整體接受性中等，1 分代表風味最差、接受性最低。

(2) n=10; Means with different letter (a,b,c) with the same column are significantly different (p<0.05).

(二)由上述結果可知，二砂乃是製作膨糖較合適之材料，因此後續實驗選用它，以配置成不同重量百分率濃度的糖液來製作膨糖。前述實驗(第一部份)，乃採用固體糖類+少許水來製作，在此部份之實驗為有效縮短製作時間，改採不同重量百分濃度之二砂糖液。將此部份之實驗分為兩階段，第一階段：配置重量百分率濃度分別為 10%、20%、30%、40%、50%、60%、70%之二砂糖液，每次取 15ml 以製作膨糖，結

果發現當濃度為 60%時成品膨脹的高度較高($p<0.05$)，而濃度為 70%者，於加熱製程中會出現過飽和之狀態，而無法製出膨糖，結果如表二。當濃度低於 40%以下者經加熱後至牽絲現象出現時，所剩之糖液量太少，故不予採計。

表二、以不同重量百分濃度之二砂糖液製作膨糖之平均高度

糖液濃度 (%)	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%
成品平均 高度 (cm)	---	---	---	1.7 ^b	2.1 ^{ab}	2.5 ^a	過飽和

【說明】(1)「---」表示不予採計

(2) $n=5$; Means with different letter (a,b) are significantly different ($p<0.05$).

第二階段，改採以 61%~69%的糖液濃度來實驗，結果如表三，其中以 65%糖液所製出的膨糖之高度較佳($p<0.05$)，而濃度為 66%及以上者，在加熱過程時均會出現過飽和之現象，不利膨糖製作。

表三、以不同重量百分濃度之砂糖液製作膨糖的高度

糖液濃度 (%)	61%	62%	63%	64%	65%	66%~69%
成品平均 高度 (cm)	2.5 ^c	2.7 ^b	2.8 ^{ab}	2.8 ^{ab}	3.2 ^a	過飽和

【說明】(1) $n=5$; Means with different letter(a,b,c) are significantly different ($p<0.05$).

(三)由上述結果，挑選 65%之糖液濃度接續後段之實驗；下列分為三個部分探討影響膨糖膨發的因子：

1. 溫度：由前述之實驗，可明顯看出膨糖在膨發時的溫度須加熱至少達 130°C （糖液才會出現牽絲之現象），當溫度低於 130°C 時，水分揮發尚不足以讓糖膜被膨大劑所產生之二氧化碳氣體所膨發，因此要製作膨糖之溫度至少需達 130°C ，且糖液呈現出牽絲之現象才能製出膨糖。但溫度若過高，糖液會有焦化之現象出現。

2. 膨大劑之種類：挑選三種膨大劑---碳酸氫鈉(NaHCO_3)、碳酸氫銨(NH_4HCO_3)、發粉(Baking powder)，分述如下：

(1)碳酸氫鈉，化學式： NaHCO_3 ，又名「小蘇打」，加熱分解會產生 CO_2 氣體及 Na_2CO_3 (洗滌鹼)，因此小蘇打放太多，產品會有肥皂味。碳酸氫鈉可應用於烘焙食品當膨大劑、滅火器(產生 CO_2 氣體來滅火)、胃藥中之制酸劑、膨糖之膨大劑等。其反應式如下：



(2)碳酸氫銨，化學式： NH_4HCO_3 ，受熱即分解為氨、二氧化碳和水。氨和二氧化碳均為氣體，受熱時即開始膨脹，使產品脹大。所產生的氨，其分解的溫度約 50°C 左右，一般應用在含水分少的食品，如餅乾、油炸類麵食、泡芙等，以免產品內殘留氨的臭味。其反應式

如下：



(3)發粉(Baking powder，簡稱為 B.P)：發粉為細白粉末，是小蘇打與其他各種酸性材料或酸性鹽及填充劑配合而成，遇水即發生中和放出二氧化碳。本實驗中所使用的發粉為酒石酸類發粉，遇低溫、水份之存在即會釋出大量的二氧化碳，故又稱快速反應發粉；發粉中添加部分澱粉或麵粉為填充劑，以防止小蘇打與酸性鹽在貯存時產生作用，同時亦可用來調節發粉作用的強度。

表四為三種膨大劑(各取 0.6g)，使用於 15 ml 65% 二砂糖液所製作之膨糖的結果，由表中可知，使用碳酸氫銨(NH_4HCO_3)所製之成品膨發的高度較高於碳酸氫鈉及發粉，這可能因為三種膨大劑中，以碳酸氫銨所產生的 CO_2 氣體量較多所致($p < 0.05$)。

表四、同重量之三種膨大劑使用於 65% 二砂糖液製作膨糖之高度比較表

膨大劑之種類	碳酸氫鈉	碳酸氫銨	發粉
成品平均高度 (cm)	3.2 ^{ab}	3.4 ^a	3.0 ^b

【說明】(1) $n=5$; Means with different letter (a,b) are significantly different ($p < 0.05$).

表五為使用 15ml 65%二砂糖液配合碳酸氫銨為膨大劑，觀察使用不同重量之膨大劑所製出之成品的高度差異，由其結果顯示當使用量為 0.6g 及 0.7g 所製出之成品高度稍高，當用量為 0.7g 以上時，成品高度並無增加現象，因此建議採用 15ml 65%糖液 + 0.6g 碳酸氫銨為膨大劑是為合適、經濟之製作條件。

表五、不同重量之碳酸氫銨使用於 65%二砂糖液製作膨糖之平均高度

重量 (g)	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
成品平均 高度(cm)	2.6 ^c	2.9 ^b	3.2 ^{ab}	3.4 ^a	3.4 ^a

【說明】(1) n=5 ;Means with different letter (a,b,c) are significantly different ($p<0.05$).

七、結論

1. 使用不同糖類製作膨糖，以使用二砂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($p<0.05$)。
2. (1)不同重量百分濃度配成之二砂糖液：10%、20%、30%、40%、50%、60%、70%之糖液，每次取 15 毫升製作膨糖，發現糖液濃度在 60%時成品膨脹的高度較高($p<0.05$)。
- (2)61% ~69%的二砂糖液，其中以 65%糖液所製出的膨糖之高

度較佳($p<0.05$)，當濃度為 66%以上者，於加熱過程時會出現過飽和之現象。

3. 探討影響製作膨糖之膨脹因素：

(1) 溫度：至少需達 130°C ，用木筷攪拌、拉起時糖液時，呈現出牽絲之現象的溫度，才能製出膨糖。

(2) 膨大劑之種類：以碳酸氫銨製出成品之平均高度較碳酸氫鈉及發粉稍高($p<0.05$)。

(3) 膨大劑之用量：以碳酸氫銨 0.6g 之重量製出之成品平均高度較高($p<0.05$)。

八、參考資料

- 1.化學 2 台南 南一書局 2004
- 2.科學觀覽會教師研習手冊 國立台灣科學教育館 p.124-126
1999
- 3.陳俊成 1998 蔗糖之功能性質 食品資訊 150 : p.56-59
- 4.施英明 1980 認識砂糖 食品工業 3(4) : p.29-32
- 5.鄭美娟 2000 烘焙產品的膨大機制與化學膨大劑 烘焙工業
77: 28-32
- 6.食物學原理 醣類的分類與反應 施明智 台北 藝軒圖書出版社 p.123-124 1998

高職組 農業及生物科技科

佳作

091406

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

國立西螺高級農業工業職業學校

評語：

1. 對古早傳統風味食品的製作方法重新探討，頗有懷古幽情之感。
2. 實驗設計考慮到製程各項因子，並適度應用統計分析測試各處理的差異性。
3. 官能品評僅限於不同糖類間的差異，應再包括不同製作方法的差異部。