

# 2024 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

## 普高組 成果報告表單

題目名稱：小熊軟糖的魔法廚房——探討影響吉利丁固化之因素

### 一、摘要

Q 彈香甜的小熊軟糖深受小朋友的歡迎，但在家卻總是做不出預期中充滿嚼勁的效果，徒有軟趴趴、凝固不完全的「果醬」。

本實驗著重探討影響軟糖固化的因素。透過文獻研究，發現大部份布丁、果凍類產品都是使用具有高度膠質特性的材料將液體固化，這些膠狀或是由液態固化而成的物質，多數是因為物質之間有交聯劑存在。經過思索影響軟糖凝固的變因，進而推測不同酸鹼度之材料、糖或鹽分多寡、牛奶添加量之差異，都可能影響凝固效果。

透過一系列的實驗及探究，改善家用小熊軟糖之製作過程，使成功率有顯著地提升。

### 二、探究題目與動機

嘗試親自動手複製  
童年時期的好滋味——  
小熊軟糖

經歷數次失敗，無法  
還原軟糖富有韌性的  
Q 彈口感

也許是因為材料比例  
之差異而影響結構  
強度？

設計並進行實驗，  
探討出會對吉利丁  
凝固效果造成影響  
之因素

### 三、探究目的與假設

本實驗透過改變製作軟糖的配方，得出影響吉利丁凍凝固之變因，改良現有製程。

#### ■ 吉利丁粉之成分

吉利丁即為明膠 (Gelatin)，是膠原蛋白分子經過強酸、強鹼、酶或高溫作用後的產物，膠原是由三條多肽鏈纏繞而成，其水解後會分解成分子量不一的單條多肽鏈，故明膠為一聚合物之混合物，屬於蛋白質大分子的範疇，分子量會因形成條件而有所不同，亦沒有固定的結構式或分子式。

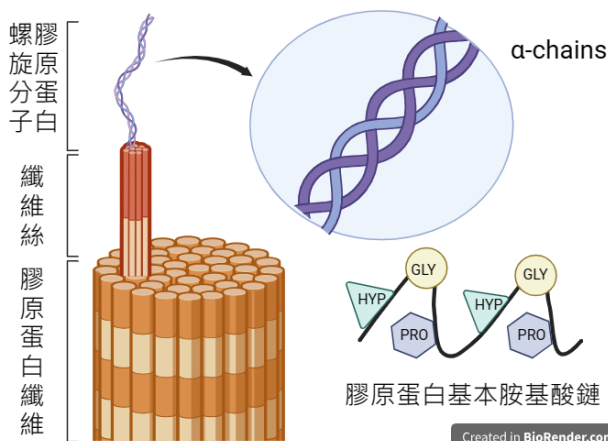


圖 (一) 膠原蛋白結構示意圖

(使用生物繪畫軟件 Biorender 繪製而成)

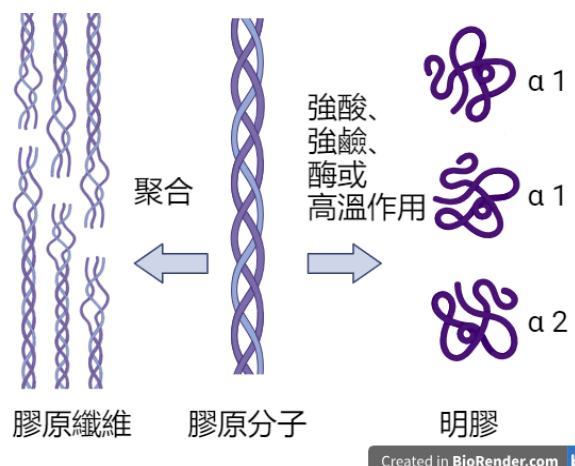


圖 (二) 明膠製程

(使用生物繪畫軟件 Biorender 繪製而成)

## ■ 交聯反應

兩個以上的分子相互鍵合交聯成網狀結構的穩定分子。這種反應使線型或輕度支鏈型的大分子轉變成三維網狀結構，以此提高強度、耐熱性等性能。

## ■ 使吉利丁粉凝固之原理

吉利丁為一種膠狀物質，在溫度降至其凝固點以下時，膠原纖維之間發生交聯反應而形成。在溫度較高時，這些動物膠能溶解在水中，當溫度降低後，即可凝固成果凍狀。

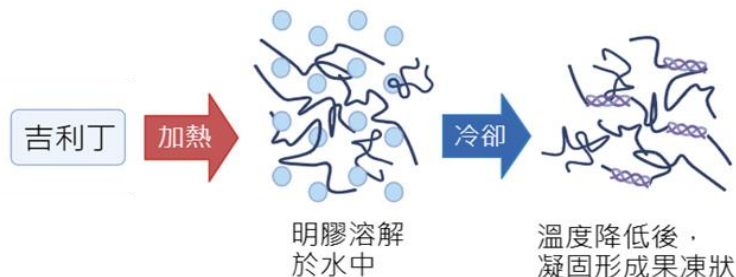


圖 (三) 吉利丁粉凝固示意圖 (使用生物繪畫軟件 Biorender 繪製而成)

透過以上文獻探討，得出以下目的與假設：

(一) **酸鹼比例實驗**：調整酸鹼值，比較不同 pH 值之材料對結凍效果的影響。

推測：溶液 pH 值過低時，酸性溶液可能會破壞結構，導致凝固效果不佳。

(二) **食品添加劑實驗**：比較食用鹽及白砂糖對果凍成形的影響。

推測：由於食用鹽解離，影響吉利丁粉交聯固化的過程。

(三) **牛奶實驗**：添加不同比例之牛奶，並比較異同。

推測：牛奶中的蛋白質聚合物與吉利丁當中的物質產生交互作用力，加快其凝固。

## 四、探究方法與驗證步驟

### 實驗一：酸鹼比例

#### ■ 實驗步驟：

1. 依照下表比例配置溶液
2. 將秤好的粉及水混合，在電磁爐中一邊加熱一邊攪拌 (溫度固定加熱在 70 °C)
3. 把調製好的 5 杯同時放入 10 °C ~20 °C 的冰箱內冷藏
4. 每隔 10 分鐘觀察一次並記錄狀態

表 (一)：實驗一溶液配方

	吉利丁粉	工研醋	水	總質量	備註
#1	3 g	0 g	50 g	53 g	對照組
#2	3 g	1 g	49 g	53 g	
#3	3 g	5 g	45 g	53 g	
#4	3 g	10 g	40 g	53 g	
#5	3 g	15 g	35 g	53 g	

■ 實驗數據：

表 (二)：【工研醋組】凝固時間

	吉利丁粉	工研醋	水	總質量	備註	固化時間
#1	3 g	0 g	50 g	53 g	對照組	80 min
#2	3 g	1 g	49 g	53 g		90 min
#3	3 g	5 g	45 g	53 g		90 min
#4	3 g	10 g	40 g	53 g		90 min
#5	3 g	15 g	35 g	53 g		90 min

表 (三) 【工研醋】狀態描述與記錄 (混合後 10 分鐘到 60 分鐘)

醋：水	時間	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min
#1 ( 0 g : 50 g )		液態	微稠	微稠	微稠	微稠	黏稠
#2 ( 1 g : 49 g )		液態	液態	液態	液態	微稠	微固
#3 ( 5 g : 45 g )		液態	液態	液態	液態	液態	微稠
#4 ( 10 g : 40 g )		液態	液態	液態	液態	液態	微稠
#5 ( 15 g : 35 g )		液態	液態	液態	液態	液態	微稠

\* 說明：實驗結果表明，以固化程度和速度而言，pH 值較低者凝固效果較不理想。

**實驗二：食品添加劑**

■ 實驗步驟：

1. 依照下表比例配製溶液
2. 用瓦斯爐隔水加熱，一邊加熱一邊攪拌 (溫度固定加熱在 70 °C)
3. 把調製好的 9 杯同時放入 10 °C ~ 20 °C 的冰箱內冷藏中
4. 每隔 10 分鐘觀察一次並記錄狀態

表 (四)：實驗二溶液配方 (白砂糖組)

	吉利丁粉	水	白砂糖	總質量	備註
#1	3 g	50 g	5 g	58 g	
#2	3 g	50 g	10 g	63 g	
#3	3 g	50 g	15 g	68 g	
#4	3 g	50 g	20 g	73 g	
#5	3 g	50 g	0 g	53 g	對照組

表 (五)：實驗二溶液配方 (食用鹽組)

	吉利丁粉	水	食用鹽	總質量	備註
#5	3 g	50 g	0 g	53 g	對照組
#6	3 g	50 g	5 g	58 g	
#7	3 g	50 g	10 g	63 g	
#8	3 g	50 g	15 g	68 g	
#9	3 g	50 g	20 g	73 g	

■ 實驗數據：

表（六）：【白砂糖組】凝固時間

	吉利丁粉	水	白砂糖	總質量	備註	固化時間
#1	3 g	50 g	5 g	58 g		50 min
#2	3 g	50 g	10 g	63 g		40 min
#3	3 g	50 g	15 g	68 g		40 min
#4	3 g	50 g	20 g	73 g		40 min
#5	3 g	50 g	0 g	53 g	對照組	50 min

表（七）：【食用鹽組】凝固時間

	吉利丁粉	水	食用鹽	總質量	備註	固化時間
#5	3 g	50 g	0 g	53 g	對照組	50 min
#6	3 g	50 g	5 g	58 g		未固化
#7	3 g	50 g	10 g	63 g		未固化
#8	3 g	50 g	15 g	68 g		未固化
#9	3 g	50 g	20 g	73 g		60 min

表（八）狀態描述與記錄（混合後 10 分鐘到 60 分鐘）

時間 添加調料	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min
#1 (糖 20 g)	液態	液態	液態	膠狀	固態	固態
#2 (糖 15 g)	液態	液態	膠狀	固態	固態	固態
#3 (糖 10 g)	液態	微稠	膠狀	固態	固態	固態
#4 (糖 5 g)	微稠	微稠	固態	固態	固態	固態
#5 (未添加)	液態	液態	液態	微稠	固態	固態
#6 (鹽 20 g)	液態	液態	液態	液態	液態	液態
#7 (鹽 15 g)	液態	液態	液態	液態	液態	液態
#8 (鹽 10 g)	液態	液態	液態	液態	液態	液態
#9 (鹽 5 g)	液態	液態	液態	微稠	微固	固態

\* 說明

- (1) 配方中添加 10 克、15 克和 20 克食用鹽，研究結果顯示，一小時內皆未固化。
- (2) 相同克數的白砂糖和食用鹽比較，白砂糖能加速固化，而食鹽則是不利於固化。

**實驗三：加入牛奶**

■ 實驗步驟：

1. 依照下表比例進行混合配置
2. 將秤好的粉及液體混合，在電磁爐中一邊加熱一邊攪拌（溫度固定加熱在 70 °C）
3. 每隔 10 分鐘觀察一次並記錄狀態

表(九)：實驗三溶液配方

	吉利丁粉	牛奶	水	總質量	備註
#1	3 g	10 g	40 g	53 g	
#2	3 g	20 g	30 g	53 g	
#3	3 g	30 g	20 g	53 g	
#4	3 g	40 g	10 g	53 g	
#5	3 g	50 g	0 g	53 g	
#6	3 g	0 g	50 g	53 g	對照組

■ 實驗數據：

表(十)：【牛奶組】凝固時間

	吉利丁粉	牛奶	水	總質量	備註	固化時間
#1	3 g	10 g	40 g	53 g		30 min
#2	3 g	20 g	30 g	53 g		30 min
#3	3 g	30 g	20 g	53 g		30 min
#4	3 g	40 g	10 g	53 g		40 min
#5	3 g	50 g	0 g	53 g		40 min
#6	3 g	0 g	50 g	53 g	對照組	50 min

表(十一) 狀態描述與記錄 (混合後 10 分鐘到 60 分鐘)

時間 牛奶：水	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min
50 g : 0 g	液態	液態	微稠	固態	固態	固態
40 g : 10 g	液態	液態	微稠	固態	固態	固態
30 g : 20 g	液態	液態	固態	固態	固態	固態
20 g : 30 g	液態	液態	固態	固態	固態	固態
10 g : 40 g	液態	液態	固態	固態	固態	固態
0 g : 50 g	液態	液態	微稠	微固	固態	固態

\* 說明：

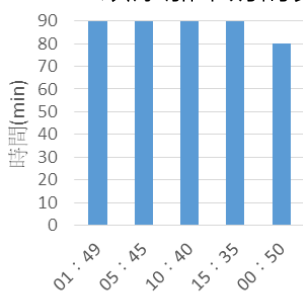
- (1) 混合初期，牛奶比例較高之溶液會浮著一層塊狀吉利丁，一段時間後便自行融化。
- (2) 研究結果發現添加適量的牛奶比例有助於加快凝固速度。

## 五、結論與生活應用

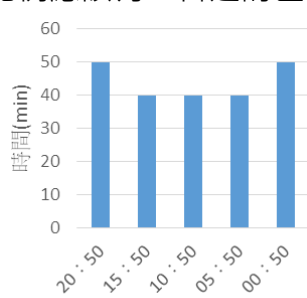
■ 結論

- (一) 酸鹼比例實驗：溶液 pH 值過低時，酸性物質破壞明膠結構，固化效果較差。
- (二) 食品添加劑實驗：食用鹽比例越高，吉利丁凍越難固化，因為膠體微粒表面積大，吸附能力強，常常會吸附某種電荷，因此膠體微粒之間彼此排斥而懸浮。加入電解質破壞了原來的平衡，使膠體微粒之間的碰撞機會增多，聚集成大的顆粒，而彼此的排斥減弱。白砂糖有助於加速吉利丁凍固化，但過量的糖則會減緩固化速度。

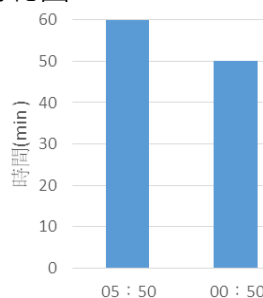
(三) **牛奶實驗**：加入牛奶有助於加速吉利丁凍固化，但過多的牛奶，則會減緩固化速度，可能是因為牛奶當中的蛋白質大分子占比過高，以至於影響明膠聚合物間之交聯反應，所以添加牛奶的比例應該有一合適的區間範圍。



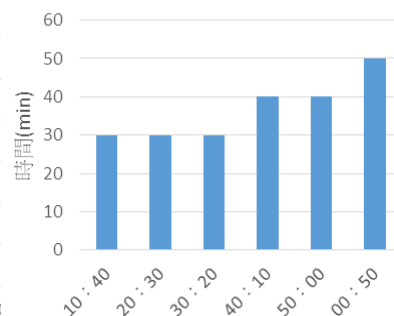
醋:水  
圖(四)



糖:水  
圖(五)



鹽:水  
圖(六)



牛奶:水  
圖(七)

醋對結凍時間的影響 糖對結凍時間的影響 鹽對結凍時間的影響 牛奶對結凍時間的影響

### 生活應用

- (一) **食品**：明膠具有親水性，可以在食品中擔任增稠劑、凝膠劑的角色。本實驗所探討之不同材料下的凝固效果，有助於改善軟糖等點心食品之製程，優化口感。
- (二) **醫藥**：用於製造膠囊、止血棉、血漿替代品等。
- (三) **工業**：可作為懸浮劑、黏著劑，例如攝影行業所需之底片。

### 參考資料

1. 明膠-百度百科。百度。取自  
<https://baike.baidu.com/item/%E6%98%8E%E8%83%B6/4195734?fromtitle=%E5%90%89%E5%88%A9%E4%B8%81&fromid=10702973>
2. 吉利丁是怎麼做的(2020年3月22日)。魔法網。取自  
<https://m.mofa.com/changshi/7335.html>
3. 軟糖製作方法如何製作軟糖。伊秀經驗。取自  
<https://m.yxlady.com/jingyan/670563.shtml?360=>
4. 吉利丁(Gelatin)。知乎。取自  
<https://zhuanlan.zhihu.com/p/29890250>
5. 牛奶煮開後放一段時間變成果凍狀是什麼原因\_百度知道。百度。取自  
[https://sa93g4.smartapps.baidu.com/pages/squestion/squestion?\\_swebfr=1&qid=647353694269324005&rid=3101952156&hostname=baiduboxapp](https://sa93g4.smartapps.baidu.com/pages/squestion/squestion?_swebfr=1&qid=647353694269324005&rid=3101952156&hostname=baiduboxapp)
6. 鹼劑前處理對吳郭魚皮製備明膠之品質提昇的影響。臺灣博碩士論文知識加值系統。黃婉君。取自  
<https://hdl.handle.net/11296/gfw8xr>
7. 驚天「凍」地~探討添加物對「蒟蒻果凍」凝膠機制之影響與感官品評接受度。國立臺灣科學教育館。取自  
<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/57/pdf/080204.pdf>