

# 【2021 全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

## 國中組 成果報告表單

### 題目名稱：奶皮大作戰

#### 一、摘要

我們發現有時候牛奶上面會有一層皮，很好奇它的原理，還有如何能吃到更厚的奶皮，所以參考了一些網路上的資料，也設計了一些實驗來觀察會有什麼結果。根據我們設計之實驗的結果，將牛奶倒入表面積較大的容器、使牛奶上下方溫差較小、以加熱板加熱到 85°C、冷卻期間維持 85°C、冷卻的總時間 3 小時，最後得到的奶皮厚度會非常厚；反之，如果在開始加熱到冷卻結束的期間，於盛裝牛奶的容器上方加蓋，或者是持續攪拌，即可避免奶皮的形成。

#### 二、探究題目與動機

在天氣嚴寒的冬天，與友人對飲一杯熱氣蒸騰的牛奶乃為一大享受。然而我們發現，在加熱過後的牛奶表面上往往會形成一層薄膜，部分人認為影響口感，扔掉卻覺得浪費。為了瞭解這層膜的形成原因及組成，我們上網搜尋資料，發現這層膜名為奶皮，主要成分為乳脂肪、蛋白質、乳糖或無機鹽類。

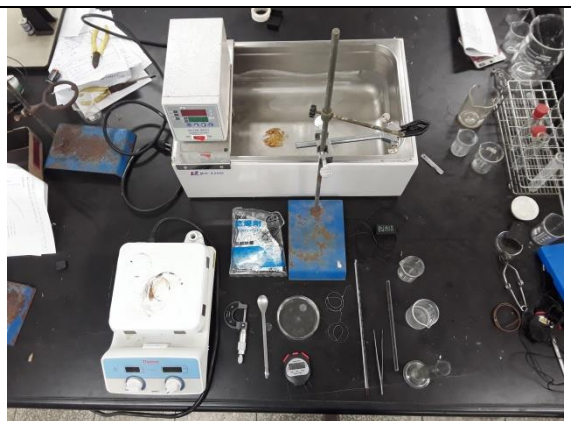
而關於奶皮的運用，早在數千年前的蒙古地區就已被作為食品，他們稱其為烏如木，俗稱奶皮子，其作法是把羊、牛的鮮乳倒入鍋中慢火微煮，待其表面出現一層脂肪膜後，再用筷子挑起並掛於通風處晾乾，最後得到的那一大片薄皮就是奶皮子。但在網路上，奶皮子的製作過程皆不盡相同，亦沒有固定的製程，因此我們設計實驗來研究各種影響奶皮形成的原因及對厚度的影響，進而找出避免奶皮產生及形成最厚奶皮的條件，以滿足不同的需要。

#### 三、探究目的與假設

- (一)探討不同加熱條件對奶皮生成厚度的影響。
- (二)假設較高的加熱溫度會使奶皮的厚度較厚。
- (三)假設在加熱時加蓋會使奶皮不形成。
- (四)探討不同冷卻因素對奶皮生成厚度的影響。
- (五)假設較長的冷卻時間會使奶皮的厚度較厚。

#### 四、探究方法與驗證步驟

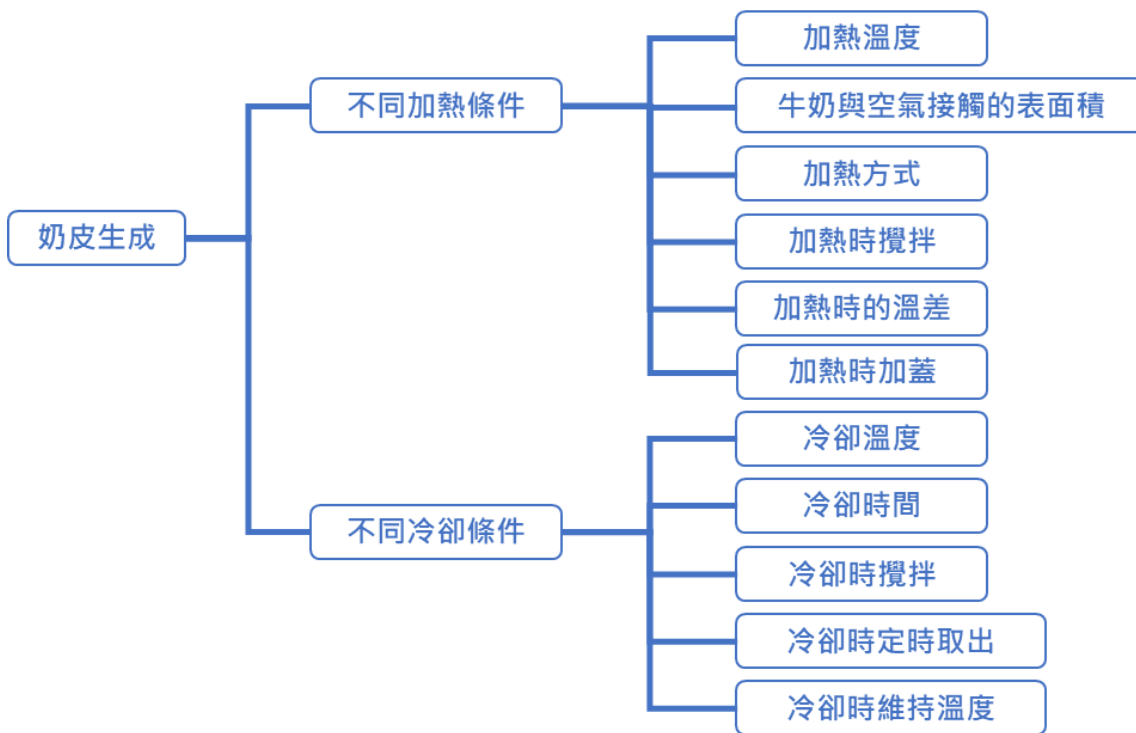
(一)研究設備及器材：玻璃棒、燒杯、鐵架、量筒、碼錶、刮勺、鑷子、螺旋測微器、鋁箔紙、培養皿、溫度計、自製奶皮撈勺、加熱板(PC-420D)、恆溫水槽(BH-230D)、烘箱、牛奶、生石灰。



#### (二)原理探討

牛奶中的主要營養成分是乳脂肪、蛋白質與碳水化合物，乳脂肪占 3~6%、蛋白質占 3~4%、而碳水化合物占 4.5~5%。蛋白質可略分為酪蛋白 80%、乳清蛋白 18~20%，及少量的脂肪球膜蛋白，乳清蛋白又分為  $\beta$ -乳球蛋白、 $\alpha$ -乳白蛋白、血清白蛋白、免疫球蛋白及部分生長因子，其中  $\beta$ -乳球蛋白和  $\alpha$ -乳白蛋白是乳清蛋白的主要成分，共約占 75%。牛奶在剛開始加熱過程中，由於乳脂肪的膨脹及乳液黏度的下降，促進脂肪的上浮並聚集到乳液面上，隨著加熱的進行，脂肪球膜蛋白發生變性，促使其與內部脂肪部分分離。失去脂肪球膜的脂肪很容易凝結在一起，而且在這過程中，乳脂肪可吸附牛奶中的酪蛋白及乳清蛋白，且使其形成更穩定的皮膜，因此奶皮中含有豐富的乳脂肪與蛋白質。

### (三)研究架構



奶皮製作步驟：(1)取 60mL 的全脂牛奶至燒杯中，並在燒杯內放入自製奶皮撈勺。(如圖)

(2)將牛奶加熱至 85°C 後，移離加熱板，使其自然冷卻 90 分鐘。

(3)以自製奶皮撈勺小心取出奶皮，使其自然乾燥一天。

(4)用螺旋測微器測量奶皮厚度，取奶皮的三個不同且未重疊的位置平均。

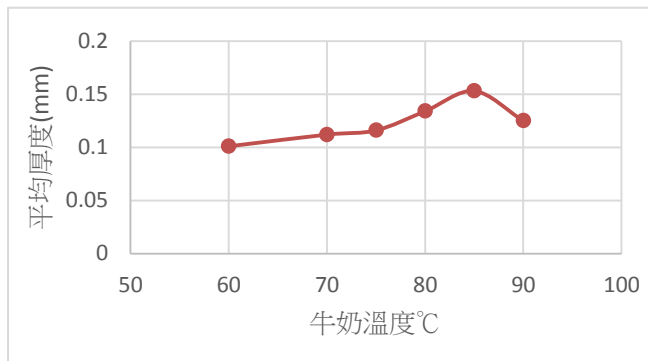


自製奶皮撈勺

### (四)探討各種不同的加熱條件

1.將牛奶加熱到不同溫度(將加熱至 60°C 改為 70、80、90°C)。

結果:



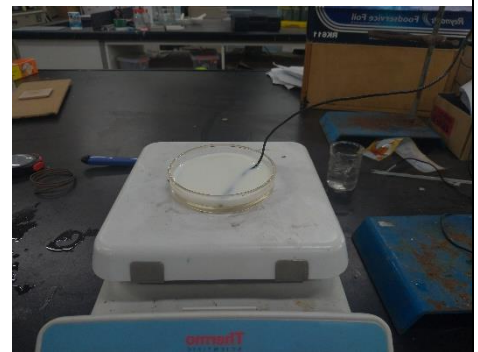
**討論:**

- (1)若希望取出完整度較高的奶皮，應至少加熱至 70°C 以上。
- (2)雖然加熱至 90°C 時，奶皮的厚度較厚，但加熱至 90°C 會導致牛奶產生沸騰的現象，以致測量奶皮時，有可能量到因沸騰起泡而產生皺摺的部分。

2.將牛奶倒入不同表面積的容器並加熱(將燒杯改為培養皿)。(如圖)

**結果:**

容器	燒杯	培養皿
平均厚度(mm)	0.136	0.148



**討論:** (1)雖然培養皿所產生的奶皮厚度與 50mL 燒杯的差異不大，但因為兩者表面積差異很大，因此表面積愈大，產生的奶皮總量較多。

(2)培養皿的加熱速率與冷卻速率皆較 50mL 燒杯快。

3.模擬電磁爐和電鍋加熱牛奶。

加熱方式	電磁爐	電鍋
牛奶加熱前溫度(°C)	19.1	20.6
水溫(°C)	X	85
加熱工具溫度(°C)	300	85



圖 使用恆溫水槽加熱情形(使用時恆溫水槽上方加蓋)

**結果:**

加熱方式	加熱板直接加熱(電磁爐)	恆溫水槽加熱(電鍋)
平均厚度(mm)	0.111	0.063

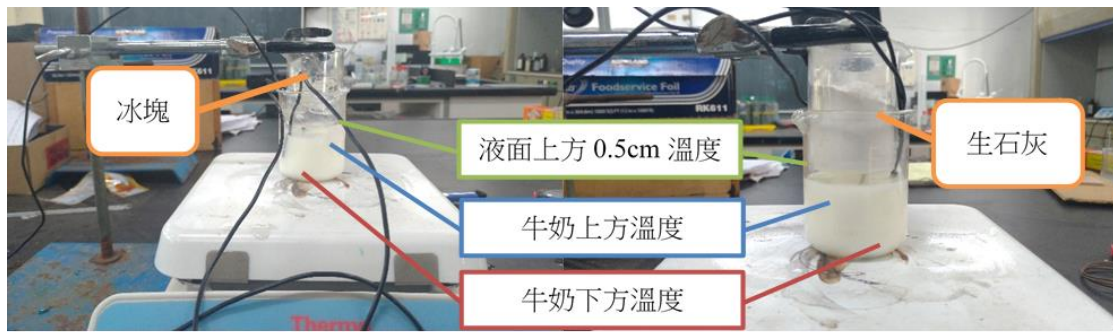
**討論:** 若要形成較厚的奶皮，則應使用溫度較高的方式加熱。

4.在牛奶加熱的時候持續攪拌。

**結果:** 平均厚度:0.150(mm)。

**討論:** 與不攪拌的對照組相比，奶皮厚度無太大差異，但因為是手動攪拌，因此較費工。

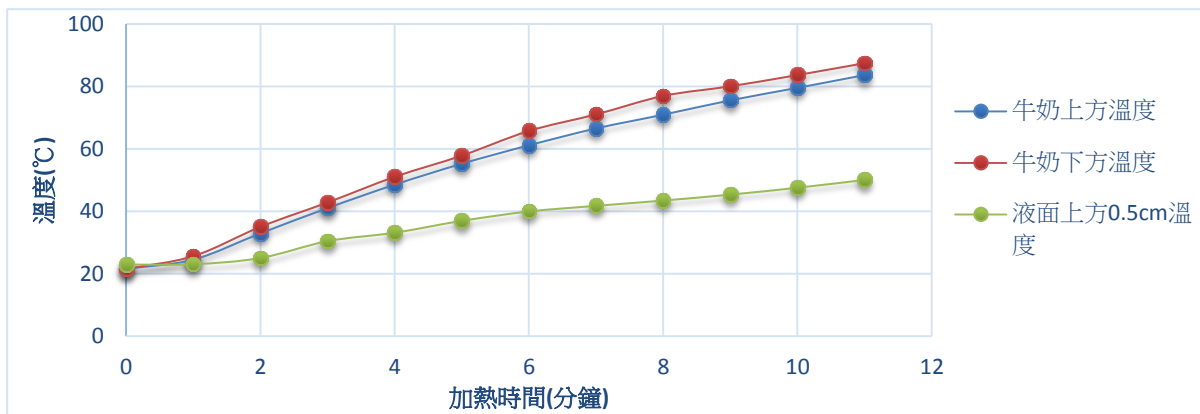
5.製造牛奶上下方溫差不同的情況並加熱(加熱時分別在燒杯上方放置冰塊及放置生石灰加水)。(如圖)



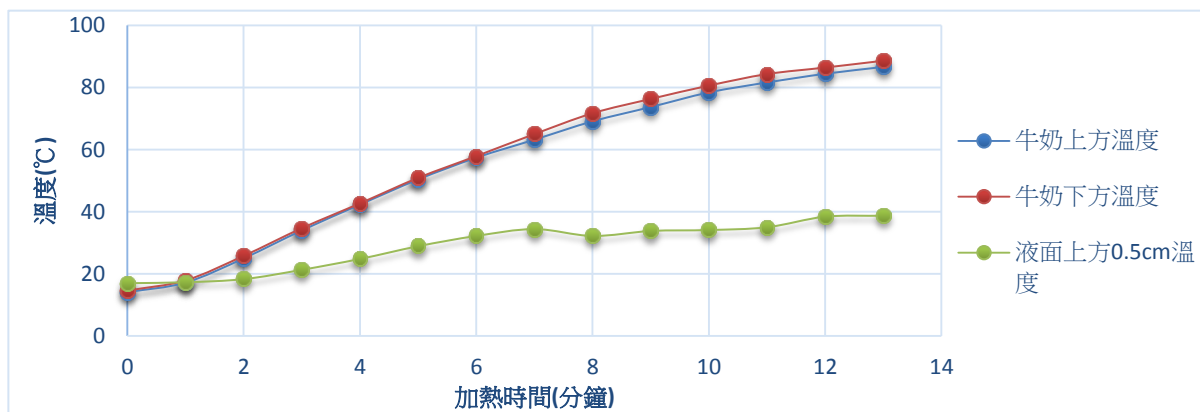
結果:

上面冷熱情形	正常	上面放冰塊	上面放生石灰
平均厚度(單位:mm)	0.136	0.120	0.177

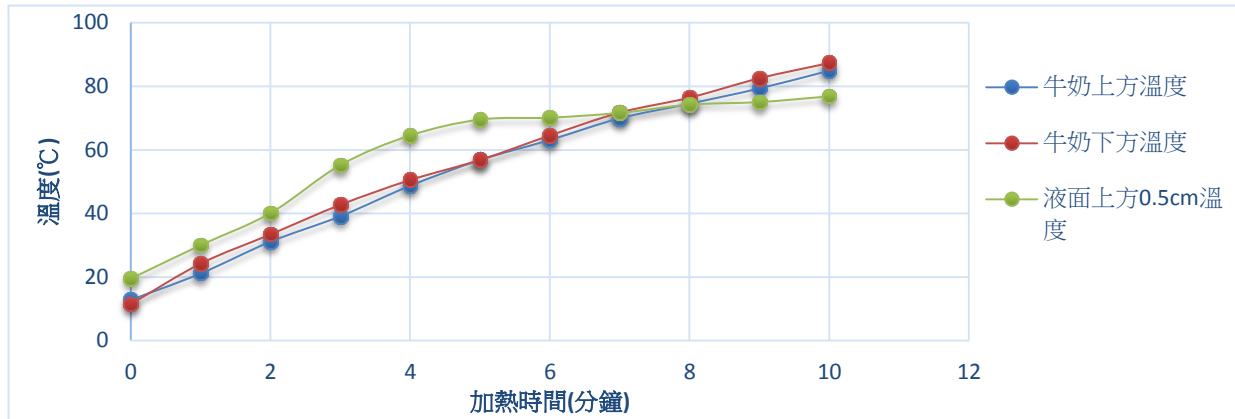
正常組:



冰塊組:



## 生石灰組



**討論:** 根據三組的實驗數據與奶皮厚度對比之下，認為牛奶上方氣溫與牛奶平均溫度的溫差越小，最後所測得的奶皮厚度會越厚。

6. 牛奶加熱至冷卻期間於上方加蓋。

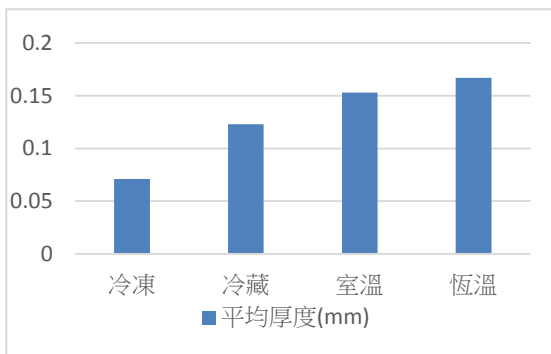
**結果:** 未生成奶皮。

**討論:** 根據結果認為，加蓋後牛奶上方的空氣一直鎖在燒杯內無法流通，因此奶皮的組成物無法凝結並浮出到牛奶液面。

### (五) 探討各種不同的冷卻因素

7. 牛奶放在不同溫度的情況冷卻(將自然冷卻改為冷凍、冷藏、保持恆溫)。

**結果:**



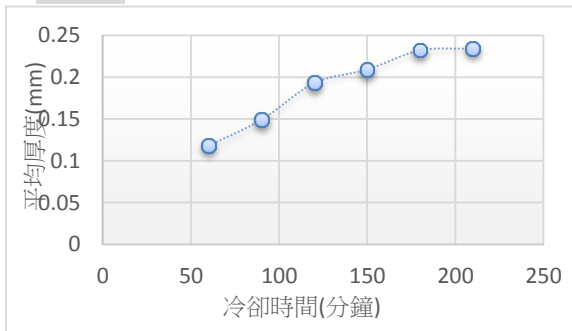
**討論:**

(1) 根據四組的實驗數據與奶皮厚度對比之下，認為冷卻時牛奶所處環境的溫度越高，溫度降低速率越慢，最後所測得的奶皮厚度會越厚。

(2) 冷凍組之所以厚度很薄，推論是因為溫度的急遽下降導致奶皮的組成物浮出量較少。

8. 牛奶冷卻的時間不同(將自然冷卻 90 分鐘改為 60、120、150、180、210 分鐘)。

**結果:**



**討論:**

根據五組的實驗數據與奶皮厚度對比之下，認為冷卻時間越長，最後所測得的奶皮厚度會越厚，但超過 3 個小時以後的生成量差異不大。

9.在牛奶冷卻期間持續攪拌。

結果: 未生成奶皮。

討論: 透過攪拌打破乳清蛋白, 因此導致奶皮無法形成。

10.將牛奶持續加熱並定時取出奶皮觀察(加熱至 85°C時仍持續加熱維持溫度, 期間每隔 30 分鐘將奶皮撈勺取出, 並立即放入下一個奶皮撈勺, 重複三次)。

結果:

取出次數	第一次	第二次	第三次
平均厚度(mm)	0.288	0.230	0.138
	總和厚度:0.656		

討論: 隨著取出的次數增加, 奶皮的厚度也會跟著逐漸下降, 因為牛奶中奶皮的組成成分總量持續被消耗。

11.將牛奶維持 85°C 90 分鐘。

結果: 平均厚度:1.131(mm)。

討論: (1)持續的加熱使乳脂肪快速且大量的凝結並浮出至牛奶表面, 讓奶皮的厚度有飛躍性的提升。

(2)持續的加熱會讓牛奶出現微略焦黃的顏色。

## 五、結論與生活應用

### (一)結論

根據十一個實驗的結果, 我們發現將牛奶置於容器口表面積較大的容器, 將其加熱至約 85°C後持續維持高溫, 且盛裝牛奶的容器不加蓋, 90 分鐘後停止加熱, 並將牛奶冷卻約 3 個小時, 最後得到的奶皮厚度會非常厚; 反之, 如果在開始加熱到冷卻結束的期間, 於盛裝牛奶的容器上方加蓋, 或者是持續攪拌, 即可避免奶皮的形成。透過以上數種實驗, 令我們對於奶皮的成因有了更多的了解, 進而找到製作出最厚奶皮的方法。

### (二)生活應用

在實驗過後, 我們決定嘗試把奶皮吃掉, 雖然缺少獨特的口味、嚼勁, 也沒有那大口咬下後得到的滿足感, 但其本身所帶有的恬淡奶香, 以及那入口即碎的口感, 實在讓人垂涎三尺; 又, 奶皮在形成並取出放乾後, 便可長期保存, 既不會發霉、變色、發酵, 也不會產生異味。

由於奶皮的營養價值高(富含脂肪及蛋白質)、質地輕且易於保存, 也許待日後待科技進步後, 可做為太空食品或營養保健食品(因為製作成本較高)。

### 參考資料

1.奶皮子和奶豆腐的製作工藝及營養價值的研究-趙紅霞(石河子大學食品學院, 新疆石河子 832003)

2.中華人民共和國國家知識產權局發明專利申請公佈說明書-申請號 200910161153.3

3.<http://www.tjfrad.com.cn/html/2018/13/201813028.htm>

