

2018/2019 學年 “小學生動手做研究計劃”

牛奶凝固了？

澳門浸信中學

指導老師：張秀芳老師、馮海燕老師

研究員：林嘉俐、梁櫻彤、林妙瑋、古興梵、楊宇軒



摘要：

夏天將近，小朋友喜歡吃一些冰涼可口的食物，例如：果凍。我們知道果凍會凝結成固體狀是因為成份內有魚膠粉和降溫等原因使其能由液體狀轉變成固體狀，若我們在不使用凝固劑的情況下能使一些物質由液態轉變成固態嗎？帶着這樣的疑問，我們展開了一連串的資料搜集後，決定了這次實驗的題目——牛奶凝固了。

我們採用了資料分析法和觀察記錄法來進行本次實驗，我們發現原來適量的檸檬汁能使部分的牛奶凝固。此外牛奶的脂肪含量亦會輕微影響凝固效果，其中脫脂牛奶的凝固效果最好。另外，把檸檬汁和牛奶的混合物進行加熱，凝固情況並沒有加強，且升高到某一特定溫度時使部分的凝固物轉變回液體，降低溫度則沒有太大變化。

這次的實驗令我們明白牛奶中含有豐富的蛋白質，檸檬汁則含有量酸性物質，蛋白質與酸性物質混合後，會發生白色沉澱。

目錄

- 一.研究目的： 4
- 二.研究進程： 4
- 三.實驗假設： 4
- 四.實驗材料： 4
- 五.實驗步驟： 5
- 六.實驗結果： 6
- 七.研究結論： 8
- 八.總結： 8
- 九.研究感想： 8
- 十.參考資料： 9

一.研究目的：

- 1.使用不同分量的檸檬汁與牛奶混合，測試牛奶凝固的情況。
- 2.使用成分不同的牛奶進與同等分量的檸檬汁混合，測試牛奶凝固的情況。
- 3.把上述 2 的牛奶檸檬汁混合物進行加熱和降溫，測試牛奶凝固的情況。

二.研究進程：

日期	工作
2019 年 1 月至 3 月	搜集實驗相關資料
2019 年 3 月 11 日至 3 月 25 日	收集和購買實驗材料
2019 年 3 月 26 日	第一次實驗
2019 年 4 月 12 日	第二次實驗
2019 年 5 月 3 日	第三次實驗
2019 年 3 月至 5 月	整理實驗數據
2019 年 5 月 20 日	遞交報告

三.實驗假設：

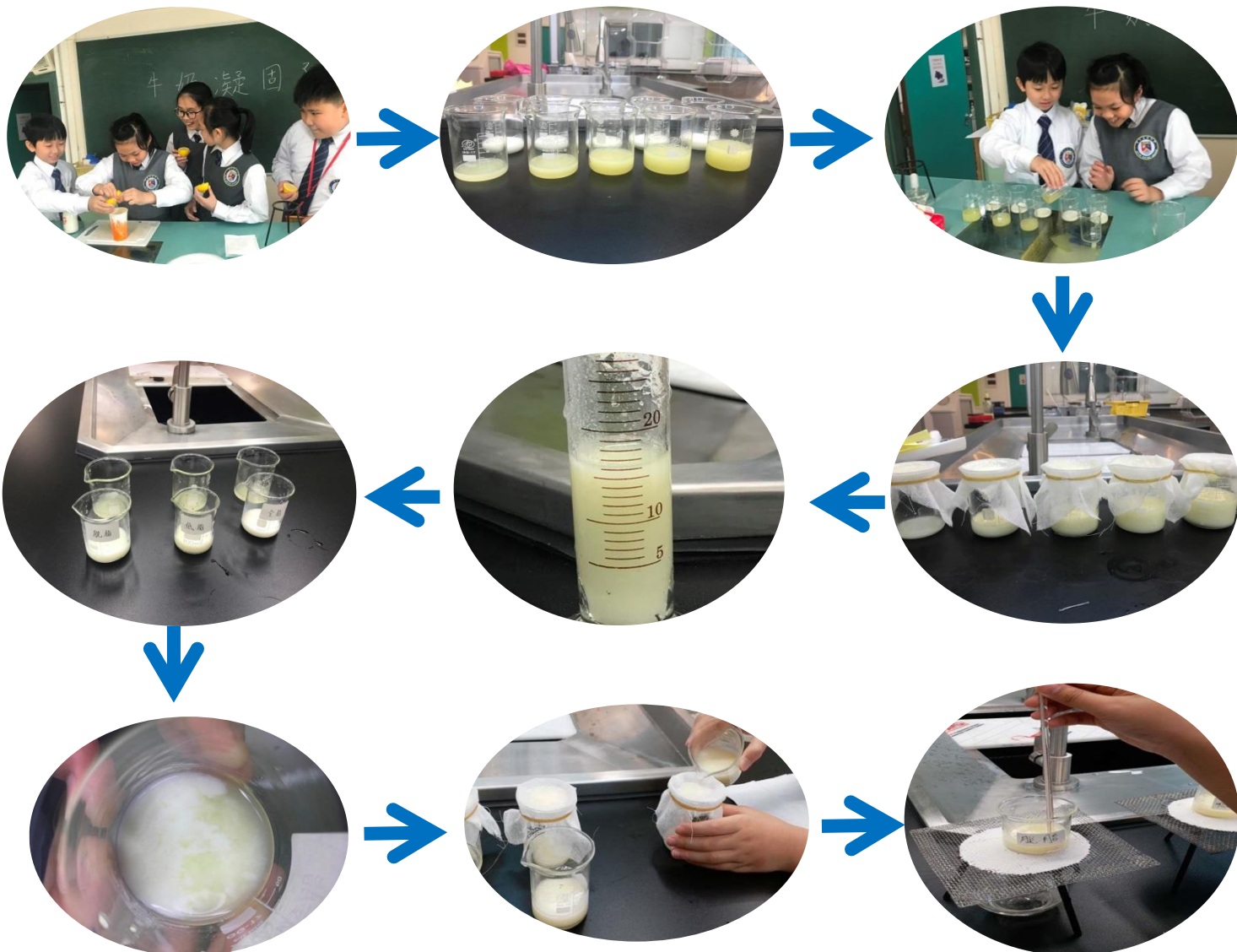
1. 根據生活經驗，檸檬汁能令牛奶凝固，在牛奶內放進更多的檸檬汁能令牛奶更凝固。
2. 把牛奶檸檬汁混合物進行加熱，會使牛奶更凝固。
3. 使用全脂牛奶會比低脂牛奶、脫脂牛奶，凝固效果會更明顯。

四.實驗材料：

1. 玻璃杯(100ml)-----1 個
2. 紗布-----1 卷
3. 攪拌棒-----5 枝
4. 溫度計-----3 枝
5. 全脂牛奶-----1 盒
6. 脫脂牛奶-----1 盒
7. 低脂牛奶-----1 盒
8. 普通牛奶-----1 盒
9. 量杯-----10 個
10. 檸檬-----10 個

五.實驗步驟：（圖片見下列表格）

1. 先把檸檬榨成汁，再把果肉過濾，用杯盛着；
2. 用小杯裝 5 杯牛奶，每杯 20 毫升，分別加入不同分量的檸檬汁，觀察其變化；
3. 把紗布放在杯子上，並用橡皮筋紮好，把上述的步驟 2 的牛奶檸檬混合物倒進杯子裏；
4. 把杯子裏的牛奶檸檬混合物再倒進量杯裏，記錄其容量，並觀察紗布上的凝固物情況；
5. 重複以上 1-2 步驟把已混合檸檬汁的牛奶進行加熱和降溫，觀察其變化，並把情況記錄下來。
6. 取出 20 毫升不同成分(全脂、低脂和脫脂)的牛奶，倒進杯子裏，並各加入 20 毫升的檸檬汁，觀察其變化，並把情況記錄下來。



六.實驗結果：

表 1 檸檬汁分量與 20 毫升牛奶凝固的關係(見圖 1-1)

凝固情況 檸檬汁分量	沒有凝固	極輕微	輕微	濃稠	極濃稠
10ml					✓
20ml				✓	
30ml			✓		
40ml		✓			
50ml	✓				

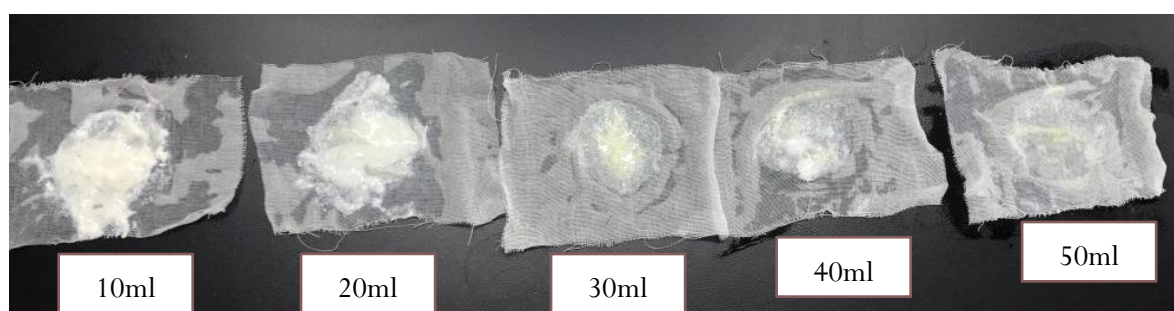


圖 1

表 1-1 檸檬汁分量與 20 毫升牛奶凝固的關係

容量 檸檬汁分量	牛奶與檸檬汁的混 合物容量	倒進瓶口有紗布封 閉的量筒的容量	原容量減去實驗後 的容量
10ml	30ml	8ml	22ml
20ml	40ml	22ml	18ml
30ml	50ml	33ml	17ml
40ml	60ml	44ml	16ml
50ml	70ml	57ml	13ml

※本實驗會把牛奶與檸檬汁混合物倒進瓶口有紗布封閉的量筒，記錄其容量，並進行計算，原容量減去實驗後的容量，便是凝固了的牛奶與檸檬汁的混合物大約的容量，再進行比較。

表 2 同等分量的不同成分的牛奶與 10 毫升檸檬汁凝固的關係(見圖 2-1)

凝固情況 牛奶的成分	沒有凝固	極輕微	輕微	濃稠	極濃稠
脫脂牛奶					✓
低脂牛奶				✓	
全脂牛奶				✓	

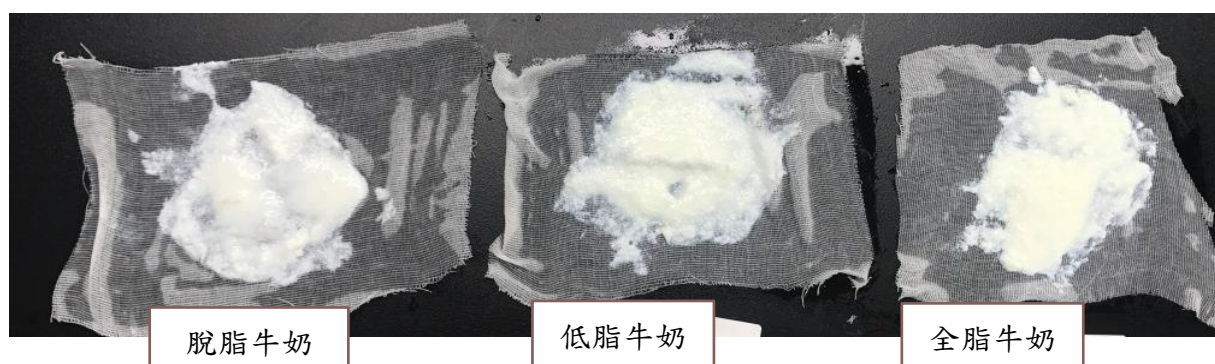


圖 2-1

表 2-1 檸檬汁分量與 20 毫升牛奶凝固的關係

容量 牛奶的成分	牛奶與檸檬汁的混合 物容量	倒進瓶口有紗布封閉 的量筒的容量	原容量減去實驗後的 容量
脫脂牛奶	40ml	14ml	26ml
低脂牛奶	40ml	16ml	24ml
全脂牛奶	40ml	17ml	23ml

※本實驗會把牛奶與檸檬汁混合物倒進瓶口有紗布封閉的量筒，記錄其容量，並進行計算，原容量減去實驗後的容量，便是凝固了的牛奶與檸檬汁的混合物大約的容量，再進行比較。

表 3 不同成分的牛奶混合同等檸檬汁的溫度關係

加熱時間	脫脂牛奶		低脂牛奶		全脂牛奶	
	溫度(度)	狀態	溫度(度)	狀態	溫度(度)	狀態
未加熱	18	部分固態	18	固態	18	部分固態
1 分鐘	25	部分固態	22	部分固態	26	部分固態
2 分鐘	39	開始液化	38	開始液化	35	開始液化
3 分鐘	42	部分液態	40	部分液態	42	部分液態
4 分鐘	46	大部分液態	45	大部分液態	45	大部分液態

七.研究結論：

1. 從表 1-2 得知並不是越多的檸檬汁就會令牛奶更凝固，若放入少量的檸檬汁不足夠令牛奶凝固，若放入大量的檸檬汁會使牛奶變得較為「水」狀。而根據實驗所得，在牛奶裏加入 10 毫升的檸檬汁的凝固效果最好。
2. 從表 2-2 得知不同成分的牛奶加入同量的 20 毫升檸檬汁有不同的凝固效果，根據實驗所得，三種成分的牛奶均有凝固的情況，其中脫脂牛奶的凝固效果最好。
3. 從表 3 得知加熱或降溫對牛奶的凝固並沒有起明顯的影響，且加熱到一定的溫度時，三種成分的牛奶均出現已凝固的部分變回液體狀。

八.總結：

牛奶中含有蛋白質，而蛋白質遇到酸會變性，因此牛奶加了酸往往會有凝固的現象。蛋白質具有一些特殊的理化性質，如：過酸、過碱、重金屬的條件下沉澱變性等。檸檬汁顯酸性，牛奶加入檸檬汁後中，牛奶的蛋白質在酸性條件下變性，產生了化學反應，使得蛋白質沉澱下來，這樣就出現了凝固現象。

九.研究感想：

1.古興梵：

開始時，我們首先把檸檬榨成檸檬汁，接着將全脂鮮牛奶倒入杯子裏，再將檸檬汁倒進牛奶裏逐步測試，觀察比例，還使用不同的種類的牛奶，例如：脫脂牛奶、低脂牛奶等測試甚麼比例的成份凝固效果是最好的。

實驗過程中，我們還進行加熱和降溫，其中我還差不多弄傷到了自己的手，幸好最後無大礙，經老師的指導，是因為我的方法不正確，最後我改正過來。

我很高興能參與這次實驗，除了可以增長知識，還可以增加我和老師、同學間的友誼。

2.林嘉俐：

我覺得這次實驗很成功，材料預備也很充足，可是我們每一次要做實驗的時候，我們都會爭搶着要做，我覺得我們缺少了團隊精神。我們可以製造一份分工表來分工合作，這樣我們就不會爭先恐後來搶着做，而且可以在我們的科學實驗隊伍裏選一位隊長來負責管理隊員。而在進行加熱時，可以找一些耐力較好的同學來進行，因為加熱時間較長，且要用手拿着夾子夾着試管進行加熱會較累，而在第二和第三次實驗，我們改為用燒杯進行加熱就不用那麼累了。

3.梁櫻彤：

我們實驗的主題名字是「牛奶凝固了」，在準備開始做的時候，老師跟我們講解實驗要注意的地方和所需的材料。首先要把檸檬汁倒進牛奶裏觀察，之後我們發現牛奶是會凝固的。原來牛奶加入檸檬汁會凝固的原理是牛奶裏面含有蛋白質，而檸檬汁含有檸檬酸，當蛋白質和檸檬酸混合在一起的時候，會形成白色沉澱。做了這次的實驗，我明白了牛奶凝固的原因，若有機會，我希望在下一次的實驗可以不用老師的指導也可以成功。

4.楊宇軒：

我很高興有機會參加今次的科學實驗，我真的感到很興奮，回想我們第一次進行實驗時，我負責清洗用具和榨取檸檬汁，清洗用具是非常重要的，因要確保不影響實驗結果，而其他同學則負責另外的步驟。我們的實驗進行得很順利。

還有一件事令我很緊張的是老師希望在當天的分享會，我能負責講解實驗原理的部分，我會努力不辜負老師的期望，希望我們在當天的分享能順利進行。

5.林妙堉：

我們這次的實驗完成的還不錯，但途中還是有些地方可以改進，例如在進行加熱時，因為第一次實驗時，我們是用火燒試管來加熱，但若只一直燒一個地方，只讓那個地方溫度升高，導致受熱不平均，試管可能會破裂。所以我們在下次實驗，用燒杯盛載混合物放在煲內加熱，避免了這個情況。途中我們測量了牛奶和檸檬汁的比例，最後發現牛奶和檸檬汁各三十毫升混合的凝固效果是最好的。

通過這次有趣的實驗，我們更想進行一些有關凝固的實驗，如果若有一次的機會，我們想研究中國傳統甜品——姜汁撞奶是如何不使用凝固劑的情況下能凝固而成，我們熱切期盼有這次機會的來臨。

十.參考資料：

1. 百度文庫：哎呀!牛奶怎麼凝固了?
<https://wenku.baidu.com/view/010343c789eb172ded63b72f.html>
2. [妞妞小實驗]用醋把牛奶變塑膠!?
<https://www.youtube.com/watch?v=FuSSW2bBAiE>
3. 牛奶加檸檬
<https://www.ptt.cc/man/ask-why/D4D5/DD1A/D31C/M.1187250824.A.4A1.html>
4. 99 個在家的科學實驗
Philippe Nessmann，Charline Zeitoun，2017 年 4 月初版，聯經出版事業股份有限公司。