

屏東縣第66屆國民中小學科學展覽會

作品說明書

科 別：化學科

組 別：國小組

作品名稱：薑與奶的彈性碰撞

關 鍵 詞：薑汁、牛奶、蛋白質

編號：A3001

摘要：

假期中跟著「秒實驗」動手做，發現簡單的薑汁撞奶要使牛奶中的酪蛋白與薑汁酶發生反應，「撞」出凝固的結果，過程中其實處處充滿細節。

經過研究我們發現完美凝結的薑撞奶，不論選擇何種牛奶，小鍋隔水加熱溫度控制在 $75^{\circ}\text{C}\sim 85^{\circ}\text{C}$ ，用 20 公分的距離快速沖入薑汁即可凝結；植物蛋白（豆漿）一樣能製作薑撞奶，但溫度要提高到 90°C 才能凝結。

嫩薑、老薑、竹薑（本島薑）均可使撞奶順利凝結，但竹薑製作的撞奶凝結程度最佳，薑汁與牛奶的比例以 1：10~1：15 間凝結效果最佳，加入奶粉可提高牛奶的乳蛋白含量，使撞奶凝結程度接近布丁。薑汁需盡量保持新鮮，最好立刻使用，否則要盡快冷凍保存。只要掌握好細節，做出完美凝結的薑撞奶其實一點也不難！

壹、研究動機：

暑假中，我們看了阿駿哥哥的秒實驗，也跟著動手玩科學。其中有一個薑撞奶的實驗，阿駿哥哥很輕巧的把牛奶倒入薑汁中，得到一道滑嫩的甜點，我們卻只得一碗薑汁牛奶，距離凝固成布丁狀差了不少一點點。

一邊喝著溫溫的美味薑汁牛奶，一邊思考究竟是什麼原因讓薑與奶無法碰撞出凝固的結果呢？我們決定動手探究一番。



貳、研究目的：

我們希望藉由本研究探究影響薑汁撞奶凝乳的各項因素，並找到製作薑汁撞奶的最佳方式，因此訂定研究目的如下：

- 一、探討牛奶對於薑撞奶凝結狀況的影響
 - （一）牛奶類型對薑撞奶凝結的影響
 - （二）牛奶溫度對薑撞奶凝結的影響
 - （三）靜置時間對薑撞奶凝結的影響
 - （四）牛奶中加入奶粉對薑撞奶凝結的影響
- 二、探討薑汁對於薑撞奶凝結狀況的影響
 - （一）薑汁種類對薑撞奶凝結的影響



- (二) 薑汁處理方式對薑撞奶凝結的影響
- (三) 薑汁比例對薑撞奶凝結的影響
- 三、探討製作方式對薑汁撞奶凝結狀況的影響
 - (一) 撞奶方式對凝結狀況的影響
 - (二) 植物蛋白質是否能做成薑汁撞奶

參、研究器材及設備：

一、研究器材：

榨汁機、磨泥器、濾網、漏杓、量杯、燒杯、小茶杯、鐵尺、食品溫度計、電子磅秤、小湯匙。

二、研究設備：

電子磅秤、電磁爐、手機拍照錄影、腳架。

三、研究材料：

本研究主角為薑與牛奶，考量材料取得及季節等因素，我們以能在超市或是果菜市場取得的材料為主。

(一) 牛奶：各種品牌全脂鮮乳、低脂鮮乳，依殺菌殺菌方式有—

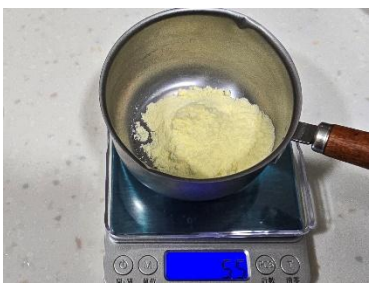
1. 超高溫瞬間殺菌法 (UHT)：這是臺灣乳品工廠最常用的方法，也是最容易買，將牛奶加熱至 120-130℃，維持 2 秒鐘。
2. 高溫短時間殺菌法 (HTST)：這種方法將牛奶加熱至 72℃，維持 15 秒，或 80-85℃，維持 10-15 秒，臺灣市售有部分屬於此類。
3. 低溫長時間殺菌法 (LTLT)：這種方法將牛奶加熱至 62-65℃，維持 30 分鐘。
4. ESL 乳：為 Extended Shelf Life Milk 的縮寫，意思是「延長效期乳」，將牛奶加熱至 138℃ 以上，大於 2 秒，以更高殺菌溫度、無菌包材充填，延長效期，臺灣大多數賣場中進進口乳品多屬此類。

(二) 蛋白質來源：奶粉、黑豆粉、黃豆粉

(三) 薑：以果菜市場能買到的臺灣產—嫩薑、老薑、竹老薑

(四) 黃豆、黑豆

	 竹薑(本島薑) 產地(台東) 老薑/薑母 產地(台東)	
本研究的設備、器材	研究使用的薑	研究所使用的牛奶

		
研究使用的植物蛋白	磨薑泥	用過濾袋擠出薑汁
		
以榨汁機萃取薑汁	秤重定量	測量牛奶溫度
		
加熱牛奶（快煮鍋）	加熱牛奶（隔水）	加熱牛奶（微波爐）

肆、研究流程與結果：

一、文獻探討：

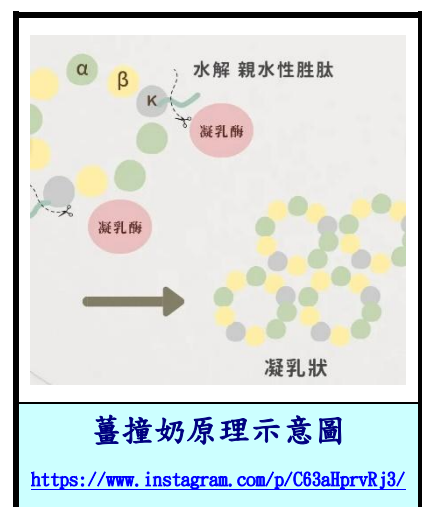
（一）薑汁撞奶：

薑汁撞奶是一種中式甜品，以薑汁凝固加糖調味的熱牛奶，傳統多以水牛奶製作。

（二）凝乳原理：

薑含有凝乳酶，能與牛奶內的蛋白質發生化學反應。生薑蛋白酶對酪蛋白作用和皺胃酶（rennet）是相

同的,生薑蛋白酶在一定條件下水解酪蛋白膠束週邊的 κ -酪蛋白(Kappa-casein),使之失去對酪蛋白膠束的保護作用,進而使生成的副 κ -酪蛋白（Para- κ -casein）和暴露出來



的 α s1-酪蛋白（alpha-s1-casein）及 β -酪蛋白（Beta-casein）與鈣離子（ Ca^{+2} ）形成網狀的凝膠體,使牛乳凝固。（薑撞乳的生產技術，農業知識入口網）

（三）臺灣薑：

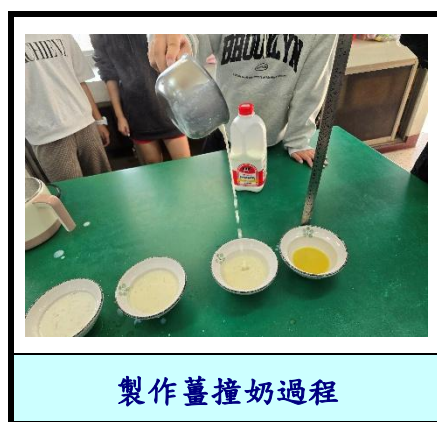
臺灣薑通常指的就是「本島薑」，也就是在台灣種植的生薑，特別是指竹薑。台灣主要的薑品種為「廣東薑」，依採收期可分為嫩薑、粉薑、老薑（薑母）三種。不僅種類豐富，而且品質優良，是臺灣重要的農產品之一。

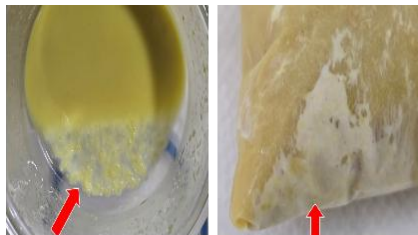
1.嫩薑：採收期約在 5-8 月，外型淡黃色，皮薄纖維細，辣度低且多汁，適合生食或醃製。

2.粉薑：採收期約在 8-11 月，根莖呈半成熟，塊莖肥大飽滿，外皮呈淡褐色，較嫩薑耐貯藏。

3.老薑/薑母：採收期約在 11 月至隔年，根莖完全成熟老化，外皮粗厚多纖維，辣味強，適合爆香或燉湯。

4.竹薑(本島薑)：竹薑是臺灣特有的薑品種，具有獨特的清香和爽脆口感，適合製作醃漬嫩薑。



		
竹薑（本島薑） （產地南投）	老薑（產地台東）	老薑和竹薑澱粉含量不同

薑撞奶製作流程

一、依據我們收集資料，整理薑撞奶的製作流程大致如圖：



取薑汁



加熱牛奶



確認溫度



撞奶
(高處倒入)



舀起觀察凝結狀態

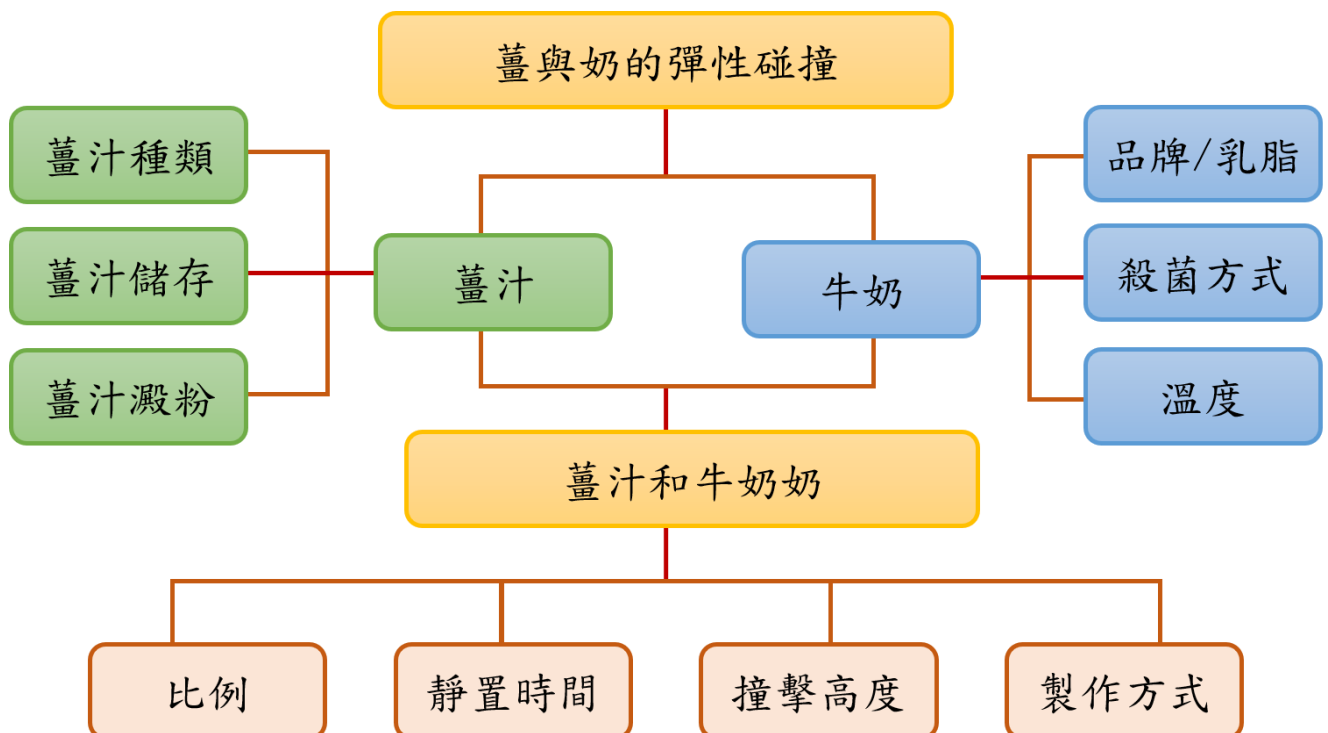


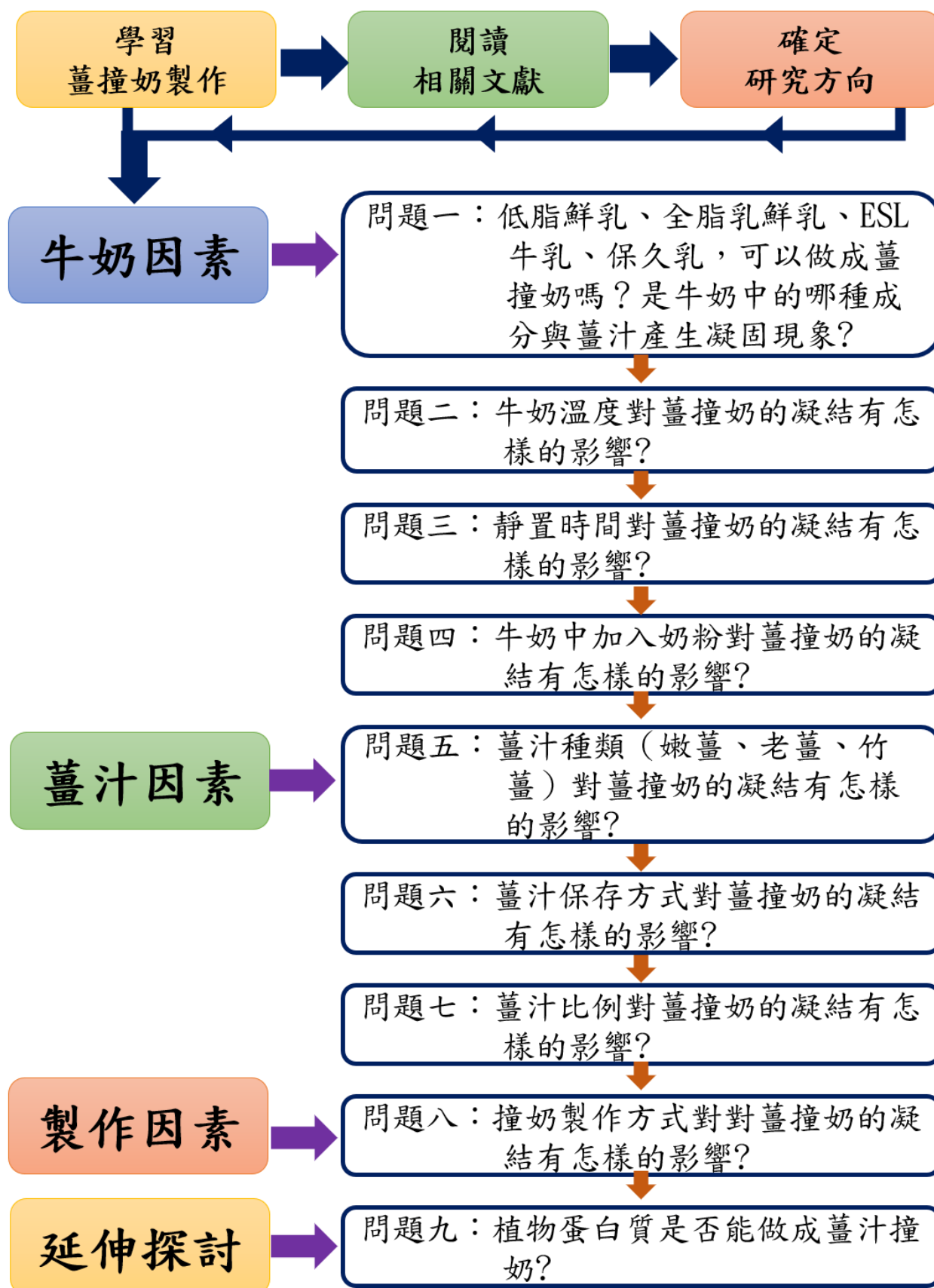
湯匙測試凝結程度



靜置等待凝結

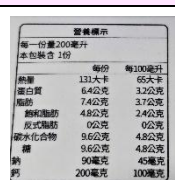
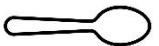
二、依據製作流程，我們整理影響薑撞奶凝結的操作變因如圖：

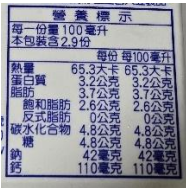
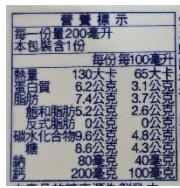




研究一：探索牛奶對於薑撞奶凝結狀況的影響

問題一：低脂鮮乳、全脂乳鮮乳、ESL 牛乳、保久乳，可以做成薑撞奶嗎？是牛奶中的哪種成分與薑汁產生凝固現象？

進口 ESL 乳	低脂乳（殺菌法-UHT）	保久乳（殺菌法-UHT）
 蛋白質 3.4g/100ml 脂肪 3.3g/100ml	 蛋白質 3.3g/100ml 脂肪 1.4g/100ml	 蛋白質 3.1g/100ml 脂肪 3.7g/100ml
		
		
可以凝乳，像水分較多的茶碗蒸，質地均勻	可以凝乳，像茶碗蒸，質地均勻	可以凝乳，像豆花，質地較堅實
全脂乳（殺菌法-HTST）	全脂乳（殺菌法-UHT）	全脂乳（殺菌法-UHT）
 廠牌（初○） 蛋白質 3.2g/100ml 脂肪 3.6g/100ml	 廠牌（光○）蛋白質 3.3g/100ml 脂肪 3.7g/100ml	 廠牌（林○○） 蛋白質 3.2g/100ml 脂肪 3.7g/100ml
		
		
可以凝乳，水分較少的接近豆花，質地均勻	可以凝乳，水分較少的接近豆花，質地均勻	可以凝乳，像茶碗蒸，質地均勻

全脂乳 (殺菌法-UHT)	全脂乳 (殺菌法-UHT)	全脂乳 (殺菌法-UHT)	全脂乳 (殺菌法-UHT)
 廠牌(萬○) 蛋白質 3.1g/100ml 脂肪 3.8g/100ml	 廠牌(瑞○) 蛋白質 3.2g/100ml 脂肪 3.7g/100ml	 廠牌(崙○) 蛋白質 3.4g/100ml 脂肪 3.8g/100ml	 廠牌(福○) 蛋白質 3.1g/100ml 脂肪 3.7g/100ml
			
			
可以凝乳，像茶碗蒸，質地均勻	可以凝乳，像茶碗蒸，質地均勻	可以凝乳，但像水分超多的蛋花湯，勉強撐起湯匙	可以凝乳，像茶碗蒸，質地均勻

【結果與討論】

牛奶類型、殺菌方式、及不同廠牌鮮乳對於薑撞奶凝結的影響如下：

1. 保久乳及低脂乳都可以做成薑撞奶，也可以撐起一支湯匙，顯示凝結穩定，但是舀起來觀察後發現，低脂乳的撞奶邊緣水分較多，且較為細碎，外表有點像是茶碗蒸。

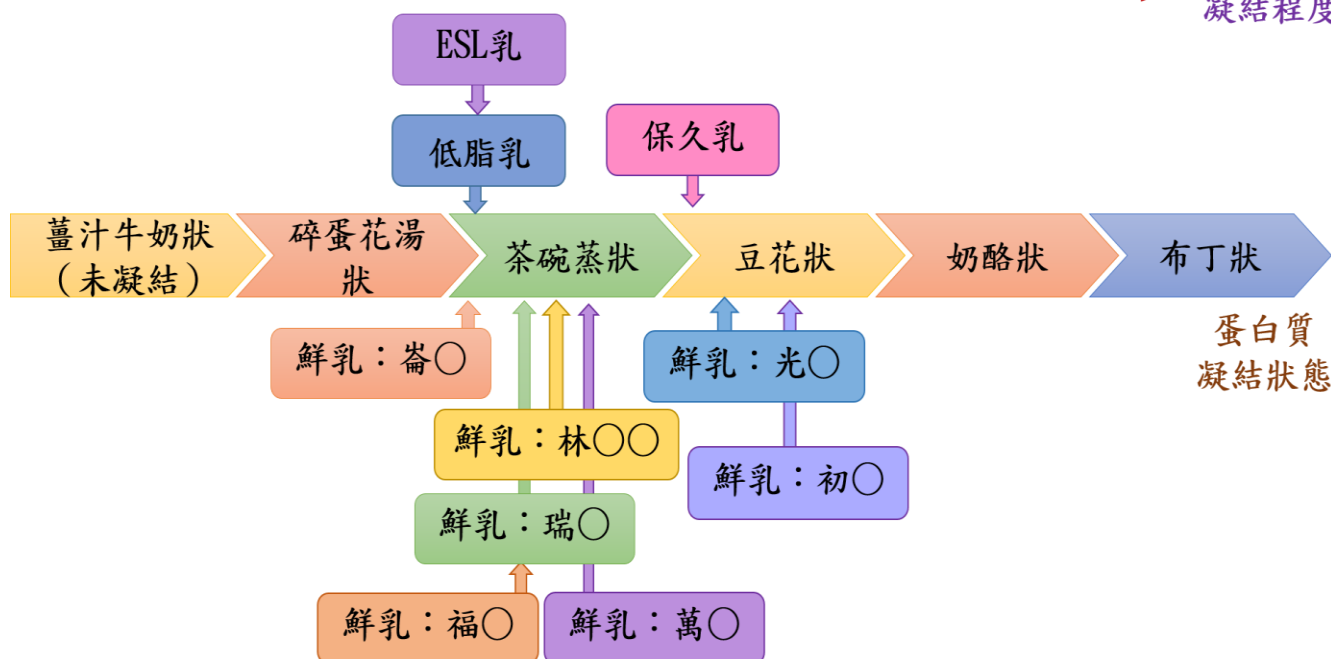
		
低脂乳做成的薑撞奶水分較多，較細滑	全脂乳雖各家略有不同，但凝結狀態大致如茶碗蒸	保久乳凝結狀態水分較少，接近豆花

2.雖然不同廠牌牛奶製作的撞奶都可以撐起 1 支湯匙，但是凝結情形仍有一些差異，大致都可凝結，我們觀察到的凝結狀態大多像茶碗蒸，只有少數幾個鮮乳品牌凝結狀態更加接近豆花，可以撐起 1 支湯匙。

凝結少

凝結多

蛋白質
凝結程度



3.從成分表中，我們發現低脂牛奶與全脂牛奶的主要差別在脂肪含量，但撞奶成功與否關鍵不在乳脂肪含量，而是「蛋白質」含量。

4.乳脂肪含量影響的是撞奶的口感，低脂乳撞奶乳香比較淡，但乳脂肪不影響蛋白質的凝結。

5.我們發現全脂、低脂、及 ESL 牛奶的成分標示中，蛋白質含量其實相當接近，經過實際測試也的確可以做成撞奶。

6.經過資料收集，我們發現市售的鮮奶大多採用 UHT（巴斯德殺菌，超高溫短時間）殺菌法，受限於我們最多只能買到一款 HTST 殺菌法的鮮奶，另外進口牛乳（ESL 乳）和保久乳，雖然殺菌的方式及時間不同，但我們無法收集足夠多的樣本討論殺菌方法對薑撞奶凝結的影響。

電話/089-571002

營養標示

每一份量 236.5 毫升
本包裝含 4 份

	每份	每 100 毫升
熱量	151.4 大卡	64.0 大卡
蛋白質	7.6 公克	3.2 公克
脂肪	8.5 公克	3.6 公克
飽和脂肪	5.7 公克	2.4 公克
反式脂肪	0.0 公克	0.0 公克
碳水化合物	11.4 公克	4.8 公克
糖	11.4 公克	4.8 公克
鈉	40 毫克	17 毫克
鈣	40 毫克	17 毫克

鮮乳

營養標示

每一份量 270 毫升
本包裝含 7 份

	每份	每 100 毫升
熱量	133.3 大卡	49.4 大卡
蛋白質	9.2 公克	3.4 公克
脂肪	8.6 公克	3.2 公克
飽和脂肪	5.4 公克	2.0 公克
反式脂肪	0 公克	0 公克
碳水化合物	14.0 公克	5.2 公克
糖	14.0 公克	5.2 公克
鈉	51 毫克	19 毫克

ESL 乳

營養標示

每一份量 200 毫升
本包裝含 1 份

	每份	每 100 毫升
熱量	121 大卡	60.5 大卡
蛋白質	6.2 公克	3.1 公克
脂肪	7.4 公克	3.7 公克
飽和脂肪	5.6 公克	2.8 公克
反式脂肪	0 公克	0 公克
碳水化合物	9.8 公克	4.9 公克
糖	9.8 公克	4.9 公克
鈉	45 毫克	22.5 毫克
鈣	45 毫克	22.5 毫克

保久乳

營養標示

每一份量 312 毫升
本包裝含 3 份

	每份	每 100 毫升
熱量	143.3 大卡	46.0 大卡
蛋白質	10.3 公克	3.3 公克
脂肪	4.4 公克	1.4 公克
飽和脂肪	2.5 公克	0.8 公克
反式脂肪	0 公克	0 公克
碳水化合物	15.6 公克	5.0 公克
糖	15.3 公克	4.9 公克
鈉	159 毫克	51 毫克
鈣	159 毫克	51 毫克

低脂乳

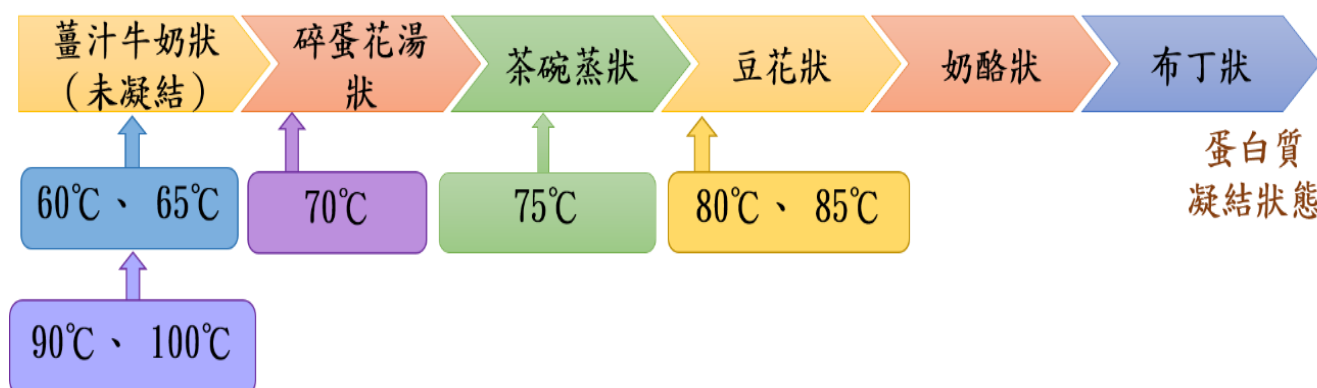
問題二：牛奶溫度對薑撞奶的凝結有怎樣的影響？

牛奶溫度 60℃	牛奶溫度 65℃	牛奶溫度 70℃	牛奶溫度 75℃
			
×湯匙沉沒	×湯匙沉沒		
無法凝結的薑汁牛奶狀態。	無法凝結的薑汁牛奶狀態。	湯匙剛放上去可稱住，但幾秒後下沉，舀起及碗底有有茶碗蒸狀凝結。	可以凝乳，凝結狀態像茶碗蒸，可撐起 1 支湯匙。
牛奶溫度 80℃	牛奶溫度 85℃	牛奶溫度 90℃	牛奶溫度 100℃
			
		×湯匙沉沒	×湯匙沉沒
可以凝乳，凝結狀態像豆花，質地均勻	可以凝乳，凝結狀態像豆花，質地均勻	無法凝結的薑汁牛奶狀態。	無法凝結的薑汁牛奶狀態。

凝結少

凝結多

蛋白質
凝結程度

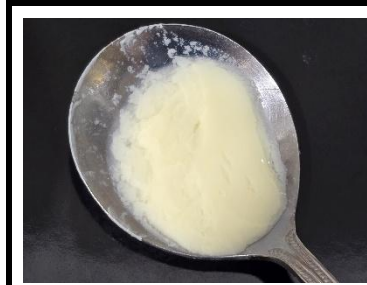


【結果與討論】

牛奶溫度極大程度影響撞奶是否成功凝結：

1.溫度 60℃、70℃牛奶幾乎無法凝結，最多就是外表會有一層凝固的乳脂肪，看起來撐

起湯匙，實際上大約幾秒後，湯匙就下沉，舀起來觀察，發現幾乎沒有凝結，只得到一碗薑汁牛奶。



75℃凝結狀態像茶碗蒸



80℃、85℃凝結狀態較接近豆花

2.溫度 75℃、80℃、85℃是撞

奶最易成功溫度，在這個溫度區間，都會產生足以撐起 1~2 支湯匙的凝結，舀起觀察發現會 75℃會出現細滑外表像茶碗蒸，邊緣水分較多的凝結。而 80℃、85℃水分較少，更接近豆花狀態，凝結比 75℃時更加明顯，甚至可以支撐 2 支湯匙。

3.溫度 90℃、100℃牛奶基本上完全無法做成撞奶，湯匙一放下去就沉沒。



60℃、70℃牛奶
無法凝結



75℃、80℃、85℃最易成功，
甚至可以撐 2 枝湯匙



90℃、100℃牛奶
牛奶無法凝結

4.我們也發現撞奶 75℃、80℃、85℃的凝結相當細嫩，水分充足像茶碗蒸，甚至會幾近豆花的凝結狀態，其中 80℃、85℃，的凝結相當堅實，甚至可以撐起 2 枝湯匙。

5.實驗過程中，我們發現有幾次感覺有成功，但是湯匙一放就沉下，但當我們往碗底撈時，還是有凝結，究竟是什麼原因呢？我們注意到這幾次不怎麼成功的凝結都是牛奶到下後，大約 3-5 分鐘我們就急著檢驗結果。這讓我們不禁思考，撞奶的反應時間，是否會影響撞奶的凝結程度？因此我們決定測試反應時間對撞奶凝結的影響。

問題三：靜置時間對薑撞奶的凝結有怎樣的影響？

倒入後靜置 5 分鐘	倒入後靜置 10 分鐘	倒入後靜置 15 分鐘
		
		
湯匙剛開始可以撐住，幾秒後從邊緣慢慢進水，沉默，但碗底略有凝	凝結狀態穩定，可以撐住湯匙。	凝結狀態穩定，可以撐住湯匙。

【結果與討論】

1.熱牛奶「撞入」碗中後 5 分鐘的撞奶，看起來表面凝結，但實際上狀態及不穩定，湯匙放上去後幾秒鐘內就會慢慢下沉，但是碗底可以撈到凝結物，顯示蛋白質正在凝結，但時間不足。

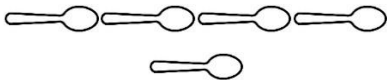
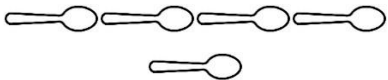
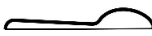
2.熱牛奶「撞入」10 分以上，就可以形成穩定的凝結，可以穩定撐起湯匙，但是並不會因為時間加長到 15 分鐘，凝結狀態就更堅實。

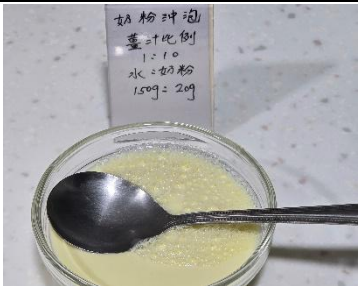
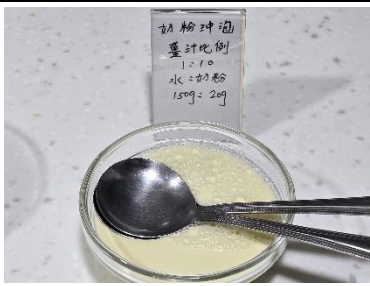
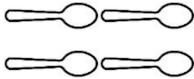
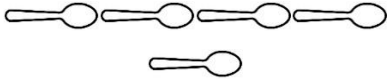
3.因此，製作薑撞奶一段時間的等待是必要的，至少 10 分鐘才能得到穩定凝結的撞奶。



撞奶要靜置 10 分鐘以上，才會得到穩定的凝結

問題四：牛奶中加入奶粉對薑撞奶的凝結有怎樣的影響？

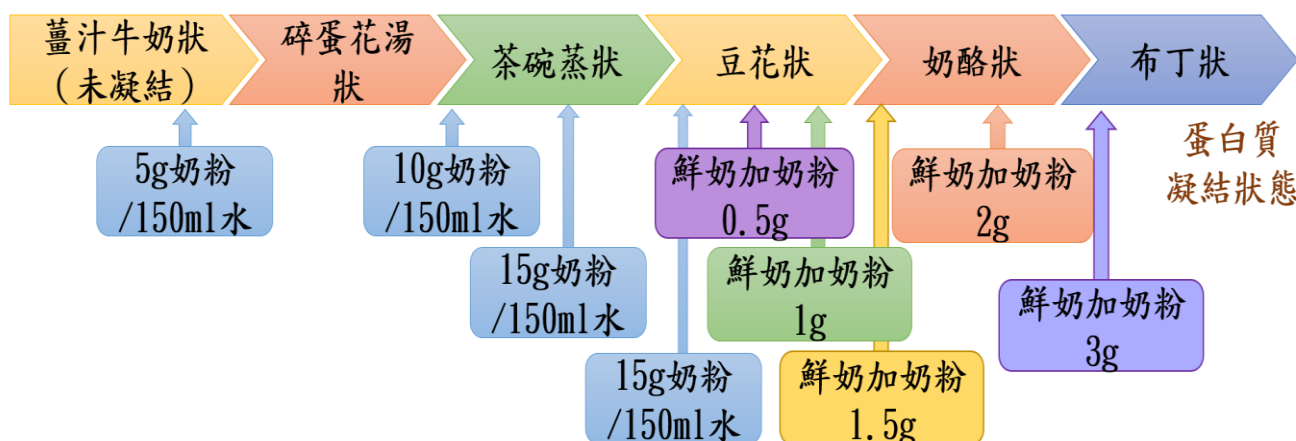
加奶粉 (0.5g /150ml)	加奶粉 (1g/150ml)	加奶粉 (1.5g/150ml)
		
		
		
凝乳完全，質地結實，接近奶酪的質地，可以撐起 2 支湯匙	凝乳完全，質地結實，接近奶酪的質地，可以撐起 3 支湯匙	凝乳完全，質地結實，接近布丁的質地，可以撐起 3 支湯匙
加奶粉 (2g/150ml)	加奶粉 (3g/150ml)	純奶粉沖泡 5g 奶粉/150ml 水
		
		
		
凝乳完全，質地結實，接近布丁的質地，可以撐起 5 支湯匙	凝乳完全，質地結實，明顯水分較少，接近布丁的質地，可以撐起 5 支湯匙	凝乳較脆弱，可以撐起湯匙數秒後沉下，碗底可舀到凝乳

純奶粉沖泡 10g 奶粉/150ml 水	純奶粉沖泡 15g 奶粉/150ml 水	純奶粉沖泡 20g 奶粉/150ml 水
		
		
		
凝乳完全，質地結實，接近豆花的質地，可以撐起 2 支湯匙	凝乳完全，質地結實，接近奶酪的質地，可以撐起 4 支湯匙	凝乳完全，質地結實，接近布丁的質地，可以撐起 5 支湯匙

凝結少

凝結多

蛋白質
凝結程度



【結果與討論】

加入奶粉後製作撞奶的成功率大大的提高，而且凝結的撞奶也更加堅實，加的奶粉越多，凝結狀態明顯，甚至可以撐起 4~5 支湯匙，且舀起觀察凝結狀態發現更加接近奶酪

甚至是布丁。

		
未加奶粉的撞奶凝結程度 比較稀薄像茶碗蒸	加奶粉後的撞奶凝結程度 比較接近奶酪或布丁	鮮乳加奶粉後的薑撞奶凝 結堅實，可撐起多支湯匙

2. 查閱全脂奶粉的標示，每一份 275 毫升含蛋

白質 8.5 公克。經過查詢資料 275 毫升的
奶水是由 36 公克的奶粉泡成，因此換算
後全脂奶粉的蛋白質含量為

$8.5 \div 36 \times 100\% = 23\%$ 。如果能藉由調整奶
粉的用量，控制奶水中的蛋白質含量，一
樣可以順利做成撞奶，這大大的提高製作
薑撞奶的方便性。

營養標示 Nutrition Facts			
每份 275 毫升 本包裝含 1 份		每份	每日參考值百分比
蛋白質 Protein	8.5 公克	17%	14%
飽和脂肪 Saturated Fat	5.2 公克	10%	15%
反式脂肪 Trans Fat (註1)	0.4 公克	8%	29%
碳水化合物 Carbohydrates	15.1 公克	3%	5%
糖 Sugars (註2)	14.8 公克	3%	5%
鈉 Sodium	108 毫克	2%	26%
鈣 Calcium	310 毫克	6%	

註1：營養標示中之「反式脂肪」為牛乳中天然存在。
註2：營養標示中之「糖」係源自牛乳中天然含有的乳糖。
*參考值未訂定
每日參考值：熱量 2000 大卡、蛋白質 60 公克、脂肪 60 公克、飽和脂肪 18 公克、碳水化合物 300 公克、鈉 2000 毫克、鈣 1200 毫克。
成分：生乳 本產品含過敏原：牛奶。
沖調方法
●將1包(約36公克)的克寧100%純生乳奶粉，加入250毫升潔淨的溫開水，輕輕攪勻即成一杯營養豐富的牛奶。
●沖調方法僅供參考，可依個人喜好調整濃淡。

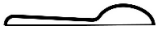
3. 我們也發現，單純沖泡奶粉，一樣能製作薑撞奶，只要比例大於「15g 奶粉

/150ml 水」此時奶水中的蛋白質含量，以奶粉成分表換算後，大致接近鮮
乳，一樣可以做成薑撞奶，但水份較多呈現較稀薄的茶碗蒸狀態。隨著奶粉
的用量增加，撞奶凝結越堅實，呈現如奶酪，甚至布丁的凝結狀態。

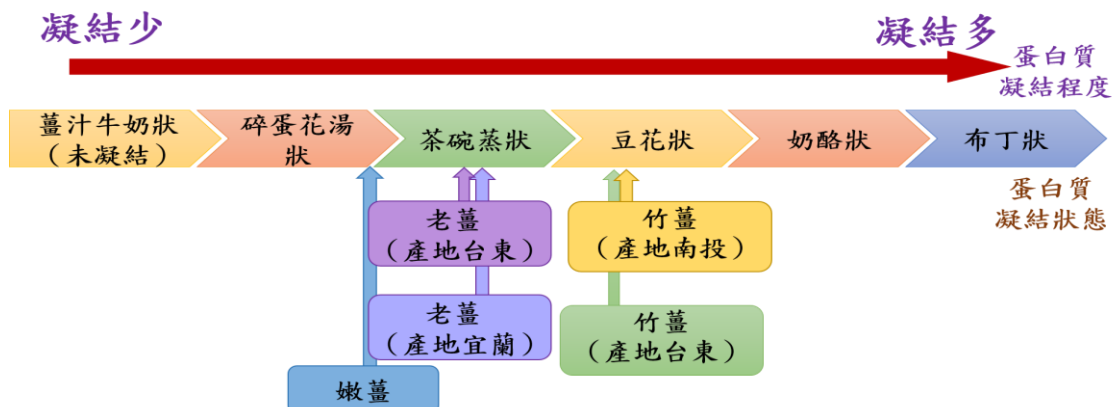
		
奶粉用量大於 5g 奶粉/150ml 水即可做出如茶碗蒸的撞奶	奶粉用量增加凝結質感接近 布丁	牛奶加奶粉凝結會更加穩 定，質感更堅實

研究二：探索薑汁對於薑撞奶凝結狀況的影響

問題五：薑汁種類（嫩薑、老薑、竹薑）對薑撞奶的凝結有怎樣的影響？

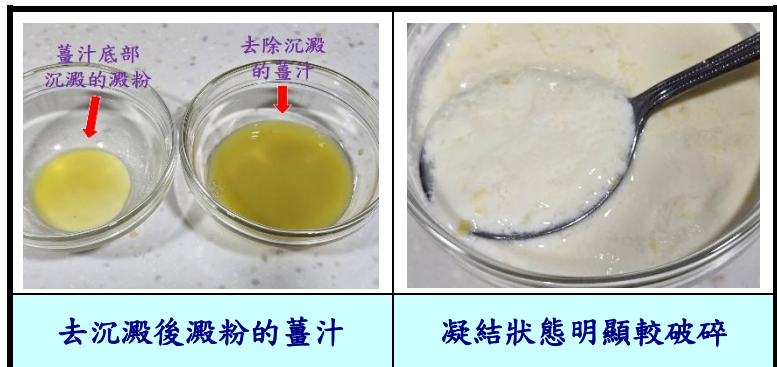
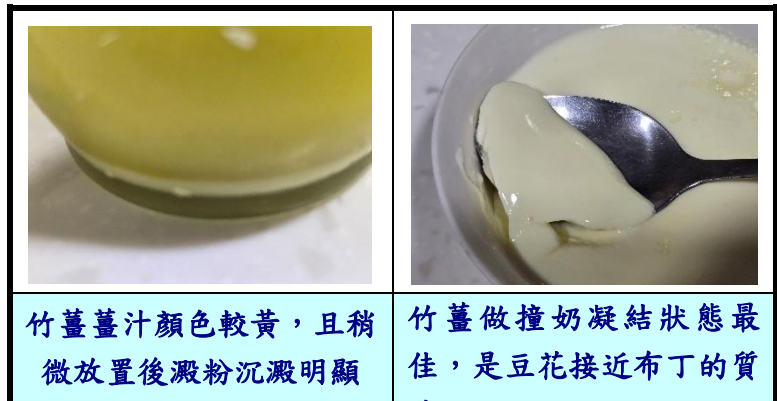
嫩薑（產地：高雄）	老薑（產地：宜蘭）	老薑（產地：台東）
		
		
可以凝結，但狀態較稀薄，表面薄薄一層，質地像茶碗蒸	可以凝乳，凝結狀態像蒸蛋，質地均勻	可以凝乳，凝結狀態像蒸蛋，質地均勻

竹薑（產地：南投）	竹薑（產地：台東）
	
	
凝乳狀態極佳，凝結狀態像接近豆花的蒸蛋，質地均勻，邊緣乳清少，可以撐起2支湯匙	凝乳狀態極佳，凝結狀態像接近豆花的蒸蛋，質地均勻，邊緣乳清少，可以撐起2支湯匙



【結果與討論】

- 1.透過薑汁種類實驗，我們發現，無論「嫩薑」、「老薑」、「竹薑（本島薑）」均能順利做成薑撞奶，但是凝結程度以竹薑最佳，凝結程度大致像豆花，且能撐起 2 支湯匙。
- 2.老薑、嫩薑一樣能做成薑撞奶，但是凝結程度較水嫩，像是茶碗蒸，能撐起 0.5~1 支湯匙。
- 3.竹薑製作的薑撞奶凝乳程度極佳，邊緣水分少，可以達到豆花接近布丁的質地。
- 4.就我們所收集到的樣本，薑產地對於撞奶是否能凝結差異不大，不過在臺灣各地不同季節也有薑的生產，是否影響凝結，可以納入後續研究。
- 5.薑汁靜置沉澱的澱粉是否關係撞奶的成功與否？我們試著讓薑汁沉澱，只取上面的薑汁，試著製作撞奶，結果發現雖然可以凝結，但明顯就較為稀薄，有點類似水分超多茶碗蒸的質感，顯示薑汁的澱粉會影響撞奶凝結狀態。



問題六：薑汁保存方式對薑撞奶的凝結有怎樣的影響？

【常溫放置】

常溫放置（30 分鐘）	常溫放置（1 小時）	常溫放置（2 小時）
		
	×湯匙沉沒	×湯匙沉沒
可以凝乳，質地較軟水分多，可撐起湯匙但數秒後下沉，質地像稀薄的茶碗蒸。	很難凝乳，湯匙舀下，在碗底有一點點凝結。	無法凝乳，湯匙舀下，也無法在碗底找到凝結。

【冷藏保存】

冷藏保存 (1 小時)	冷藏保存 (1 天)	冷藏保存 (5 天)	冷藏保存 (1 週)
			
		×湯匙沉沒	×湯匙沉沒
凝乳完全，質地較軟，可以撐起 1 支湯匙，質地像茶碗蒸	可以凝乳，質地較軟水分多，可撐起湯匙但數秒後下沉，質地像稀薄的茶碗	無法凝乳，湯匙留下，也無法在碗底找到凝結。	無法凝乳，湯匙留下，也無法在碗底找到凝結。

【冷凍保存】

冷凍保存 (1 天) 常溫解凍	冷凍保存 (1 週) 常溫解凍	冷凍保存 (1 月) 常溫解凍	冷凍保存 (3 月) 常溫解凍
			
			
可以凝乳，質地較軟水分多，可撐起 2 支湯匙，質地像茶碗蒸接近豆花。	可以凝乳，質地較軟水分多，可撐起 2 支湯匙，質地像茶碗蒸接近豆花。	可以凝乳，質地較軟水分多，可撐起 1 支湯匙，質地像茶碗。	可以凝乳，質地較軟水分多，可撐起 1 支湯匙，質地像茶碗。

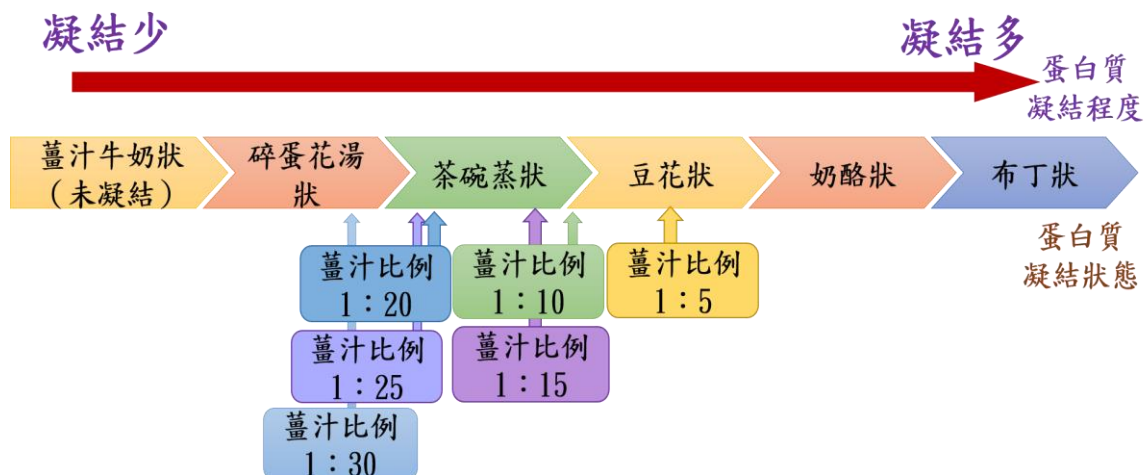
【結果與討論】

- 薑汁儲存方式會影響製作薑汁撞奶的成功率，取薑汁後，在常溫環境大約 30 分鐘內製作最易成功，如果薑汁繼續放置 1 小時，基本上就很難成功，最多是一碗薑汁牛奶，碗底略略有凝結狀。
- 薑汁冷藏大約 1 天還是能做成薑汁撞奶，但是放在冰箱冷藏超過一天後，基本上無法凝乳，最多在碗底找到極少量凝結。
- 薑汁冷凍後常溫解凍仍然可以做成薑汁撞奶，且凝乳狀態和原先差異不大，我們將薑汁冷凍存放到 3 個月，依然可以成功



問題七：薑汁比例對薑撞奶的凝結有怎樣的影響？

薑汁比例 (1 : 5)	薑汁比例 (1 : 10)	薑汁比例 (1 : 15)
		
		
凝乳完全，質地均勻堅實，可以撐起 2 支湯匙，質地像豆花	凝乳完全，質地均勻堅實，可以撐起 2 支湯匙，質地像豆花，但水份較多	凝乳完全，質地較軟，可以撐起 1 支湯匙，質地像茶碗蒸
薑汁比例 (1 : 20)	薑汁比例 (1 : 25)	薑汁比例 (1 : 30)
		
		
凝乳完全，質地較軟水分多，可以撐起 1 支湯匙，質地像茶碗蒸。	凝乳完全，質地較軟水分多，可以撐起 1 支湯匙，但數秒後下沉，質地像稀薄的茶碗蒸。	凝乳完全，質地較軟水分多，可撐起湯匙但數秒後下沉，質地像稀薄的茶碗蒸。

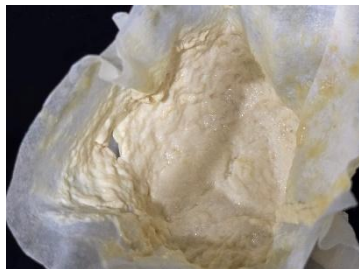


【結果與討論】

1. 薑汁比例關係凝結程度，薑汁比列高：1：5、1：10 時撞奶凝結較堅實，水分較少，質地較接近布丁及奶酪的狀態，湯匙舀起來可以看見立體的凝結。
2. 薑汁比列 1：15、1：20 凝乳完全，質地較軟，可以撐起 1 支湯匙，，但是質地較接近茶碗蒸，舀起來後湯匙邊緣水分較多。
3. 薑汁冷凍後常溫解凍仍然可以做成薑汁撞奶，且凝乳狀態和原先差異不大，我們將薑汁冷凍存放到 3 個月，依然可以成功，但是需要馬上解凍立刻使用，或者解凍到仍保有一點點碎冰狀態使用，同時也需要將冷凍中沉澱的澱粉一併混合，就能得到和新鮮薑汁一樣的凝乳狀態。

		
1：5 比例薑撞奶凝結邊緣堅實立體	1：20 比例薑撞奶凝結較柔軟，水分多	1：30 比例薑撞奶凝結較破碎，接近蛋花湯

4. 將凝結後的撞奶用濾紙薑撞奶的乳清過濾後，可以更清楚看見凝結狀態，茶碗蒸狀態的凝結會呈現小碎塊黏在濾紙底部；而布丁般的凝結，則可以明顯看到一大塊的凝結。

		
與用濾紙將乳清過濾	茶碗蒸狀凝結濾出乳清後會碎碎的黏在濾紙底部	布丁狀凝結濾出乳清後會看見大塊且立體的凝結

研究三：製作方式對薑汁撞奶凝結狀況的影響

問題八：撞奶製作方式對薑汁撞奶的凝結有怎樣的影響？

攪拌混合	牛奶距離 10 公分倒入	牛奶距離 20 公分倒入	牛奶距離 30 公分倒入
			
×湯匙沉沒			
無法撐起湯匙，但是晚中可以看見凝結，破碎如蛋花湯	能凝乳，也能撐起湯匙，但質地較軟像水分較多的茶碗蒸	凝乳狀態佳，能撐起 2 支湯匙，質地堅實如茶碗蒸	凝乳狀態佳，能撐起 2 支湯匙，質地堅實如茶碗蒸
微波爐加熱牛奶後取出 20 公分倒入	冷牛奶 20 公分倒入後放微波爐（攪拌混合）	冷牛奶攪拌混合後放電鍋蒸	冷牛奶 20 公分倒入後放電鍋蒸（冷牛奶 20 公分倒入）
			
			
能凝乳，也能撐起湯匙，但質地較軟像水分較多的茶碗蒸	能凝乳，也能撐起湯匙，但質地較硬，邊緣有許多乳清析出，凝結較粗糙，像氣孔很多的茶碗蒸	能凝乳，也能撐起 2 支湯匙，但質地粗糙，像氣孔很多的茶碗蒸	能凝乳，也能撐起 2 支湯匙，但質地粗糙，像氣孔很多的茶碗蒸

【結果與討論】

- 一、攪拌薑汁和熱牛奶可以凝結，但很破碎，大多數時候像蛋花湯，攪拌越均勻越無法凝結，只能得到薑汁牛奶。
- 二、距離 20 公分撞入熱牛奶，獲得的凝結效果最佳，大於 20 公分不影響凝結狀

態，但牛奶會四處噴濺。

三、使用微波爐製作撞奶有兩種方式：

(一) 用微波爐加熱牛奶，之後 20 公分撞入和一般製作撞奶凝結效果相同。

(二) 冷牛奶撞入微波爐後，再以微波爐加熱，完成的]撞奶凝結效果大約是茶碗蒸的質地。

(三) 電鍋蒸如何放入牛奶，成為撞奶成功關鍵。如果冷牛奶和薑汁混合均勻後放入，只能得

到一碗蛋花湯狀的凝結物。需要將冷牛奶以 20 公分撞入薑汁，再放入電鍋蒸。



微波爐可以製作薑撞奶，但過程有許多細節



攪拌均勻後蒸煮只能得到漂浮凝結碎塊的薑汁牛奶



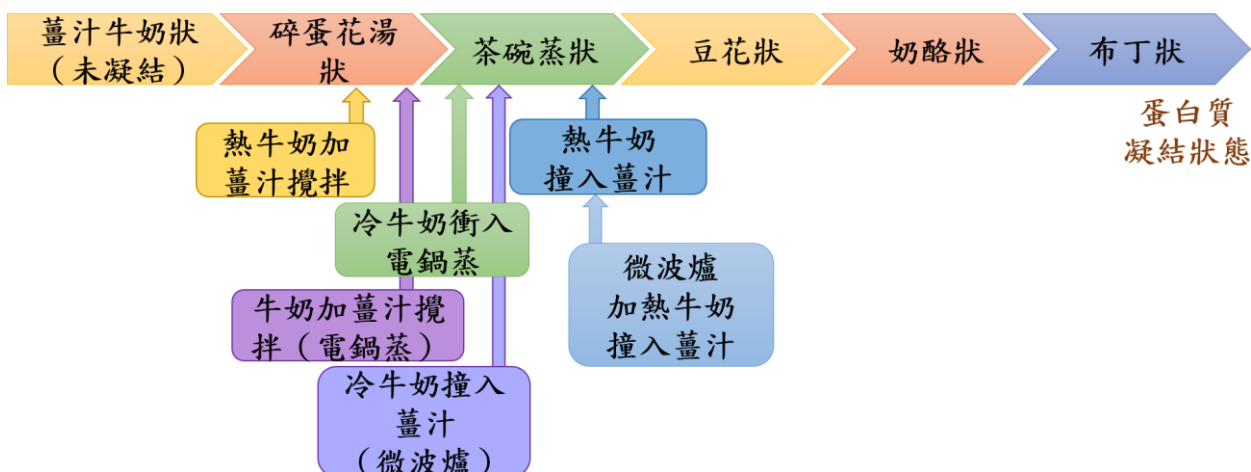
冷牛奶撞入薑汁再放入電鍋蒸煮一樣可以製做成撞奶，但質地像很多氣泡的蒸蛋



凝結少

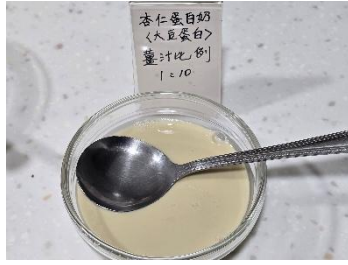
凝結多

蛋白質
凝結程度



問題九：植物蛋白質是否能做成薑汁撞奶？

豆漿（黃豆）75℃	豆漿（黑豆）75℃	植物蛋白飲（大豆）75℃
		
		
蛋白質 5.1g/100ml 脂肪 2.6g/100ml	蛋白質 3.5g/100ml 脂肪 1.8g/100ml	蛋白質 3.8g/100ml 脂肪 2.6g/100ml
		
×湯匙沉沒		×湯匙沉沒
幾乎沒有凝結，湯匙一放下去就下沉，碗底有一些些凝結碎塊。	有破碎的凝乳，湯匙放下可稍微稱住，幾秒後下沉，湯匙舀起有凝結碎塊。	湯匙一放下去就下沉，湯匙舀起有凝結碎塊

豆漿（黃豆）90℃	豆漿（黑豆）90℃	植物蛋白飲（大豆）90℃
		
		
		
能凝乳，也能撐起 1 支湯匙，但質地較軟像水分較多的茶碗蒸	能凝乳，也能撐起 2 支湯匙，但質地較軟像豆花	能凝乳，也能撐起 1 支湯匙，但質地較軟像濃稠的蛋花湯

【結果與討論】

一、當我們用牛奶製作撞奶的 75℃ 來製作豆漿、黑豆漿、蛋白飲撞奶時，發現基本上只有表面凝結，也不能像牛奶製作的撞奶一樣撐起湯匙，但是用湯匙舀起，會發現碗底仍有凝結物，顯示有蛋白質凝結，但是不足以產生整碗的凝結。



二、我們嘗試提高溫度，發現要將豆漿、黑豆漿及蛋白飲溫度提高到 90℃，到幾乎已經要沸騰的狀態，並快速撞入薑汁，靜置時間拉到 15 分鐘，這樣就能順利完成植物奶的撞奶。

三、我們發現在相同製作條件下，黑豆的撞奶動凝結狀態最立體，很明顯的如豆花狀，

且光滑細緻。而含有大豆蛋白的蛋白飲，則凝結狀態較為破碎，靜置時看起來剛剛好凝成如茶碗蒸的表面，但湯匙一舀，內部如飄著蛋花的芝麻糊。

家標準 CNS11140

營養標示

每份 375 毫升
本包裝含 1 份

每份 每 100 毫升

蛋白質 18.1 公克 5.1 公克

脂肪 9.8 公克 2.8 公克

反式脂肪 0 公克 0 公克

膽固醇 0 毫克 0 毫克

碳水化合物 7.9 公克 2.1 公克

糖 2.6 公克 0.7 公克

膳食纖維 2.0 公克 0.6 公克

鈉 80 毫克 18 毫克

本產品膳食纖維含量為 1.6 公克/100 大卡

其他成分 每 100 毫升

大豆異黃酮 32 毫克

本產品糖來源為黃豆中天然存在

黃豆漿

營養標示

每份 400 毫升
本包裝含 1 份

每份 每 100 毫升

熱量 141.6 大卡 35.4 大卡

蛋白質 14.0 公克 3.5 公克

脂肪 7.2 公克 1.8 公克

反式脂肪 1.2 公克 0.3 公克

膽固醇 0 公克 0 毫克

碳水化合物 5.2 公克 1.3 公克

糖 2.0 公克 0.5 公克

鈉 56 毫克 14 毫克

其他成分 每 100 毫升

大豆異黃酮 21.2 毫克

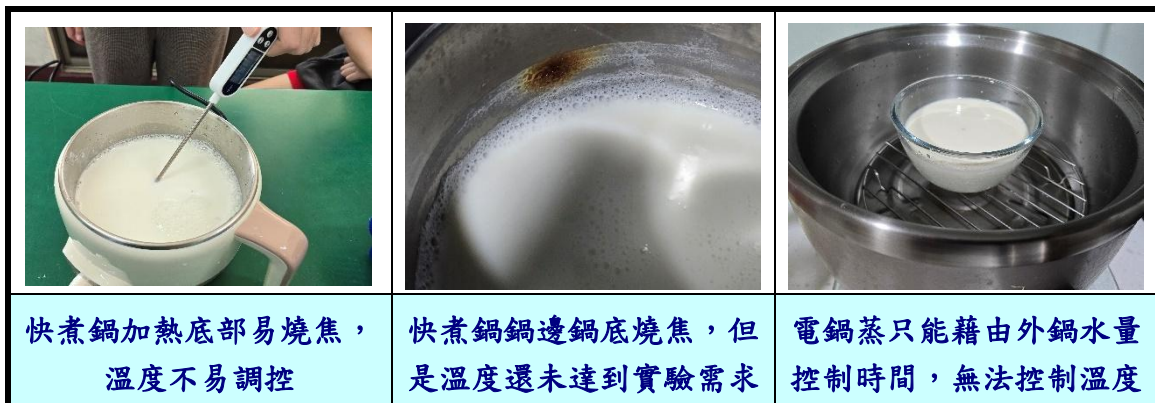
本產品糖來源為黑豆和黃豆中天然存在

黑豆漿

伍、討論：

一、實驗過程中，如何掌握撞奶溫度是最大關鍵，牛奶加熱方式會影響撞奶成功與否：

- 1.直接加熱鍋子邊緣容易燒焦，同時也補容易控制牛奶溫度。
- 2.隔水加熱若以大鋼杯一次加熱全部牛奶，也容易出現底層溫度達標，但是整體溫度不夠，導致撞奶凝結失敗。
- 3.使用快煮鍋加熱牛奶，雖然較安全，但是溫度受限，不容易一直穩定的維持在固定溫度，且底部容易燒焦，影響實驗結果。
- 4.電鍋蒸只能藉由外鍋水量控制時間，實驗過程中我們很難確認牛奶溫度，不容易做到「撞奶」程序。



5.因此經過試驗，我們找到最適合的加熱方式有兩種：

- (1) 使用小鍋子，依據實驗所需牛奶量、隔水加熱，也是最適合實驗操作的方式。
- (1) 使用微波爐加熱，但須注意要依據所需溫度先設定加熱 20-30 秒，攪拌均勻測量溫度後，依需求緩慢的增加秒數，以免過熱。



二、牛奶中蛋白質是影響撞奶凝結狀態的關鍵，但是我們收集的市售牛奶，從成分表中發現其蛋白質含量其實沒有太多差異，該如何控制蛋白質含量進一步觀察薑撞奶的凝結，成為需要解決的問題。

- 1.我們想到加入奶粉，經由調整奶粉用量可以觀察到不同蛋白質含量下撞奶的凝結程度。
- 2.單純使用奶粉加水沖泡，更能掌握蛋白質的含量，我們觀察到奶粉加入冷牛奶加熱後再來撞奶，成功率比較高，且凝結狀態更接近布丁；如果將奶粉預先和薑汁混合，再倒入熱牛奶，在雖然仍然能完成撞奶，但是比較容易失敗（無法凝結）。



奶粉加入冷牛奶加熱後再來撞奶，
成功率較高，凝乳狀況較佳，呈現奶酪或布丁狀態



奶粉預先和薑汁混合，再倒入熱牛奶，
可以製成將撞奶，但容易失敗，多數呈現蛋花湯狀

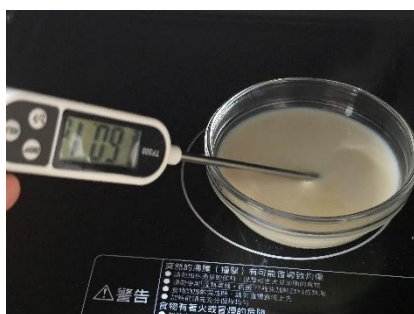
三、嫩薑、老薑、竹薑（本島薑）均可使撞奶順利凝結，製作時，薑汁沉澱的澱粉需要混合均勻，可以得到較佳的凝結效果。

1. 薑汁的新鮮程度大大影響撞奶凝結，常溫需在 30 分鐘內使用，冷藏最多 1 天。
2. 冷凍可以延長薑汁的使用時間，到 3 個月都能維持凝結效果。但需要常溫解凍立刻使用，或者解凍到仍保有一點點碎冰狀態使用，同時也需要將冷凍中沉澱的澱粉一併混合，就能得到和新鮮薑汁一樣的凝乳狀態。

		
冷凍薑汁常溫解凍後凝結效果大致能維持如茶碗蒸	薑汁冷凍後澱粉會沉澱	常溫解凍到略有碎冰狀使用效果最佳

四、製作撞奶方式不論是傳統的方式或以微波爐、電鍋蒸都可以製作，但是細節掌握各有不同：

1. 我們發現使用牛奶撞入薑汁方式製作的凝結程度最佳，尤其時使用電鍋及微波爐製作，如果將冷牛奶衝入薑汁，再移到電鍋或微波爐，完成的撞奶凝結程度都較佳。

		
使用微波爐加熱牛奶需要攪拌確保整碗牛奶溫度一致	冷牛奶撞入薑汁後放微波爐，要選用大碗	電鍋蒸的撞奶能凝結，但較像蛋花湯

2.冷牛奶撞入薑汁後，再以微波爐加熱，完成得撞奶凝結效果大約是茶碗蒸的質地，但有兩個細節會影響成敗。

(1) 需選用較大的碗，以免加熱中整個撞奶溢出。

(2) 需先單純用牛奶試驗出加熱多久才能達到可以凝乳的溫度。我們使用的微波爐火力 700W 加熱時間 1 分 30 秒，得到的效果最佳。

(3) 考慮製作難易度，用微波爐加熱牛奶，再來撞入薑汁，比較容易操作。



五、植物蛋白一樣能製作薑撞奶，但是溫度要提高到 90℃，甚至到幾乎沸騰才能凝結，查閱成分表，我們發現豆漿、黑豆漿的每 100ml 中的蛋白質含量其實不少於鮮奶，未來可以進一步探討如大豆蛋白等植物蛋白對於撞奶凝乳效果的影響。



陸、研究結論

想要做成美味的薑汁撞奶，從薑汁到牛奶都有許多小細節，這些細節讓牛乳中的酪蛋白凝結狀況產生細微的變化，影響口感，也關係成敗，也因此成為餐桌上表演的一環，更是薑撞奶只能在餐廳享用，無法外帶，甚至在餐廳少見且賣的有點貴的原因。



一、牛奶中的蛋白質含量及撞奶的溫度是薑撞奶成功與否的關鍵，完美凝結的薑撞奶，不論選擇何種牛奶，小鍋隔水加熱溫度需控制在 $75^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$ ，用 20 公分的距離快速沖入薑汁，此時的撞奶凝結程度大約像是豆花，且光滑細緻。



牛奶加奶粉可以讓撞奶成功率大大提高

二、在牛奶中加奶粉可提高牛奶的乳蛋白含量，使撞奶凝結程度接近布丁。若單純使用奶粉沖調奶水，一樣可以製成撞奶，且奶粉濃度越高，撞奶的凝結狀態越堅實，凝結程度接近布丁。

三、嫩薑、老薑、竹薑（本島薑）均可使撞奶順利凝結，但竹薑製作的撞奶凝結程度最佳，薑汁與牛奶的比例以 1：10~1：15 間凝結效果最佳，薑汁需盡量保持新鮮，最好立刻使用，否則要盡快冷凍保存，冷凍的薑汁常溫解凍後，也需盡快使用以免影響凝結效力。



冷牛奶衝入薑汁再以微波爐或電鍋加熱，可得到接近茶碗蒸但氣泡較多的凝結

四、製作方式對薑汁撞奶凝結狀況的影響，主要在撞奶的凝結狀態，傳統方式的熱牛奶撞入薑汁凝結狀態最佳。電鍋及微波爐製作的撞奶，凝結較多氣泡，周圍會析出大量乳清，若是電鍋或微波爐加熱製作，以冷牛奶撞入薑汁後再加熱，才能得到較佳凝結效果。

五、植物蛋白（豆漿）一樣能製作薑撞奶，但是溫度要提高到 90°C 才能凝結，與牛奶蛋白相對照，更加印證是蛋白質與薑汁的作用產生凝乳的現象。

柒、參考書目：

1. 溫度變化對物質的影響（康軒版自然科學，第二冊第二單元）。
2. 廚房裡的科學（康軒版自然科學，第一冊第四單元）
3. 當薑汁遇上牛奶～探討生薑蛋白酶對蛋白質凝固的影響（中華民國第 57 屆科展說明書，國小組化學科）
4. 薑撞乳的生產技術 - 農業知識入口網
(<https://kmweb.moa.gov.tw/subject/subject.php?id=30209>)。
5. 臺灣生薑產業現況 - 農業知識入口網
(<https://kmweb.moa.gov.tw/knowledgebase.php?func=1&type=12906&id=157108>)
6. 天氣變冷了，來碗“薑汁撞奶”暖暖身體吧~ #秒實驗（阿駿日常
https://www.youtube.com/watch?v=AZorTX_RH-Y）。
7. 薑撞奶 100%成功 (https://beanpanda.com/156577#google_vignette)。