

中華民國第 57 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國小組 化學科

080208

當薑汁遇上牛奶

～探討生薑蛋白酶對蛋白質凝固的影響

學校名稱：高雄市三民區東光國民小學

作者： 小六 葉珮淳 小六 余芯玥 小六 李炫慧 小六 張庭蓁 小六 高慈敏 小六 林欣蕾	指導老師： 楊宜倫 陳為志
---	-----------------------------

關鍵詞：薑汁、生薑蛋白酶

摘 要

本研究探討鮮奶加入薑汁產生化學反應而使蛋白質凝固。經過一連串的實驗，發現薑汁與鮮奶比例 1：6 至 1：60 均可凝固，比例 1：15 凝固情形和口感都有不錯的呈現。鮮奶的最佳溫度為 50°C~80°C，全脂或低脂鮮乳倒入薑汁中都會凝固。多種蛋白質飲品能與薑的蛋白酶起化學反應而凝固。沖泡奶粉須 13%以上才能凝固。薑汁在低溫下能維持蛋白酶活性，中寮薑 4°C 可維持 27 天，其餘薑種 4°C 冷藏後 7 天的薑汁便失去活性，-18°C 冷凍儲存的薑汁則可維持 74 天。薑塊於冷藏室可維持活性 5 天；於冷凍庫可維持活性 15 天。製作撞奶時，撞擊高度不影響結果，分次撞擊間隔時間須少於 3 分鐘，間隔 30 秒的輕微晃動仍可凝固；薑汁撞奶凝固最成功的反應時間須 8 分鐘以上。

壹、研究動機

上課時，老師分享去香港吃一種有名的點心—「薑汁撞奶」的經驗，她說這種點心很好吃，卻非常貴，一小碗要台幣一百多元，很想自己做卻老是做不成功。太好了，有問題不就是探究的好機會嗎？藉著這次科展，我們決定一起來研究薑汁撞奶到底要怎麼做才會成功？它的原理是什麼？還有提出相關的研究內容供大家做參考喔！

貳、研究目的

- 一、探究薑汁與牛奶的比例要如何配置才能成功？
- 二、牛奶的種類、品牌與溫度會影響薑汁撞奶的情形嗎？
- 三、薑的種類、保存方式、保存時間如何影響薑汁撞奶的情形？
- 四、薑汁撞奶其反應時間需要多久？不同的碰撞方式會影響其結果嗎？
- 五、探究薑汁讓牛奶凝固的真正原因。

參、研究器材與設備

設備：恆溫水槽、離心機、微波爐、小瓦斯爐、電磁爐、烤箱、pH 儀

器材：磨薑器、量筒、燒杯、三角錐瓶、小茶杯、鐵尺、溫度計、電子磅秤、小湯匙、離心管、微量滴管、塑膠滴管、濾紙片、培養皿、西卡紙、手電筒、鍋子、漏勺

材料：各種品牌全脂鮮乳、低脂鮮乳、羊乳、黃豆、黑豆、幼嫩薑、老嫩薑、東山老薑、阿里山老薑、中寮老薑、太白粉、洋菜粉、雞蛋



肆、研究過程與結果

一、文獻探討

(一) 薑汁撞奶是馳名珠三角的美味甜品，香醇嫩滑的獨特口感使無數人為之傾倒。薑撞奶形似布丁，薑味濃郁而不辛辣，融於奶香之中，口感一流之外，還具有祛寒行血、降脂降壓、養顏美容、止咳安眠之功效。

(二) 薑汁撞奶的做法：

- 1.老薑磨成泥(去不去皮皆可)
- 2.過濾～直接用手擠乾就可以
- 3.把薑汁倒進碗中～沉在底下的白色澱粉是凝固的關鍵，要用湯匙刮進碗中
- 4.鮮奶中小火加熱至 90°C（未沸騰～冒熱煙鍋邊緣起泡即可）熄火後加入糖略攪拌
- 5.用大容器來回倒約四次，這就是拉～目的是為了降溫
- 6.將降溫至約 80°C 的鮮奶倒進碗裡～這就是撞
- 7.靜置五分鐘不要動它就大功告成。

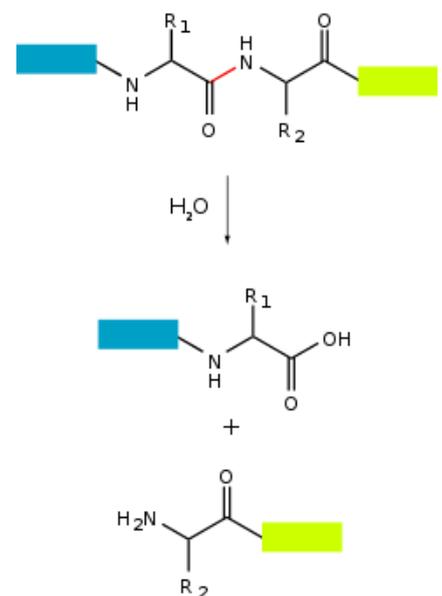


(三) 如何辨識老薑和嫩薑的差別

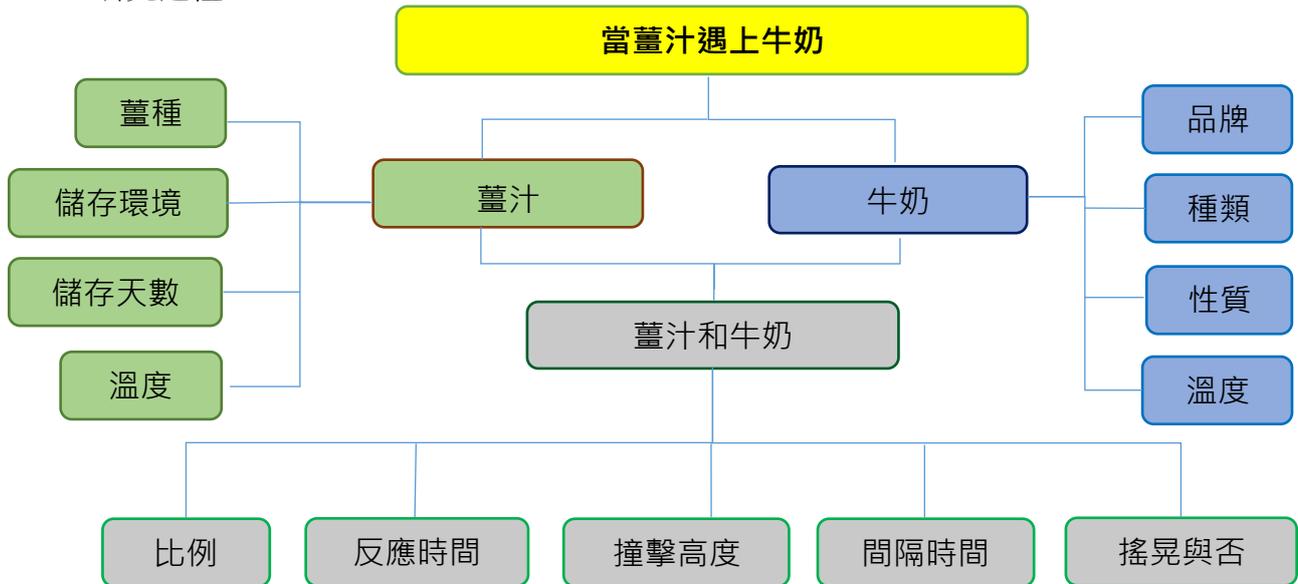
- 1.外表來辨識→老薑外表看起來較老摸起來皮較粗；嫩薑外表看起來較嫩摸起來皮較細。
- 2.生長時間來辨識→老薑：種植時間長(10 個月以上)；嫩薑：種植時間短(4 個月以內)
- 3.食入口感覺來辨識→老薑：味道辛辣、纖維較粗；嫩薑：味道微辣，纖維較細。
- 4.一般用途來辨識→老薑：熱補，如煮麻油雞湯、當歸鴨.....等，煮黑糖有驅風寒作用。
嫩薑：涼補，去腥提味煮魚湯、哈蠣、冬瓜湯、醃漬物、做薑絲醬油等。

(四) 薑汁撞奶的原理：

1. 蛋白酶（英語：protease）是生物體內的一類酶（酵素），它們能夠分解蛋白質。分解方法是打斷那些將胺基酸連結成多肽鏈的肽鍵。抑制蛋白酶活性的小分子化合物被稱蛋白酶抑制劑。許多病毒蛋白酶的抑制劑是很有效的抗病毒藥。
2. 生薑含有蛋白酶，能與牛奶內的蛋白質發生化學反應。使牛奶內的一種蛋白質由可溶的狀態轉成不可溶的狀態，使牛奶凝固。



二、研究過程



三、研究方法

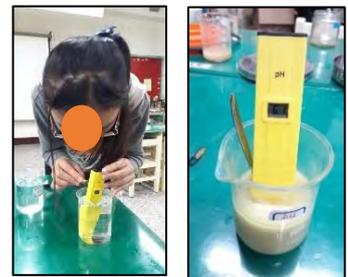
(一) 薑汁撞奶：

1. 將薑塊削皮、研磨成泥狀放在濾網中擠出薑汁。
2. 量取定量薑汁放入小茶杯中，並放上 20 公分高的自製捲筒以固定撞擊高度。
3. 量取 100c.c 牛奶放入鍋內加熱至滾燙狀態，將燒杯放在恆溫槽中維持較高溫度，以濾網過濾至燒杯中，再倒定量牛奶至量筒內，使用溫度計測量溫度，待降至 75°C 時迅速放在自製捲筒上，倒入裝有薑汁的小茶杯中。
4. 等待 20 分鐘，放入小糖果觀察表面凝固的情形，再放入小湯匙觀察內部凝固的情形。
5. 將反應後的薑汁撞奶倒入濾網中，下面放一個玻璃盤承接滴下來的水，等待十分鐘後測量其重量。
6. 重複實驗三次求取平均值。



(二) pH 值檢測

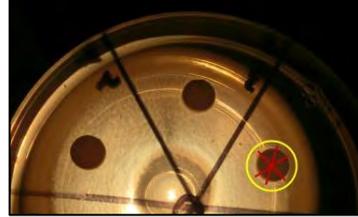
1. 先將 pH 檢測儀校正。
2. 將待測液體放入燒杯內，再放入 pH 檢測儀讀取數值。
3. 測定三次求取平均值。



(三) 蛋白酶活性測定

1. 蛋白酶的基質為蛋白質，利用蛋白液稍微加熱時能因蛋白質變性而形成白色混濁溶液，將此混濁溶液與熱洋菜膠溶液（1%）混勻，倒入培養皿中，凝固後即成白色混濁洋菜膠。

- 取 0.08c.c 薑汁滴在直徑 8.0 mm 的濾紙片上，再將濾紙片用鑷子放入培養皿中，反應 36 小時，蛋白酶會由濾紙片擴散而將臨近的白色混濁蛋白水解，因此產生透明圈。
- 測量透明圈直徑三次求平均，透明圈直徑愈大，代表蛋白酶活性愈高。



(四) 凝固量測量

- 測量 3 個 100c.c.空燒杯重量並記錄。
- 將實驗成功的薑汁撞奶以小湯匙各取 5g 放入 3 個空燒杯中。
- 放入烤箱中以 100°C 烤 2 小時，讓其完全沒有水分。
- 測量連同薑汁撞奶的燒杯重量，減去空燒杯重再除以 5g 乘上 100%，就是凝固量百分比。
- 將三個數據加總除以 3 求取平均值。



研究一：找尋薑汁撞奶的成功方法～牛奶如何影響薑汁撞奶的凝固情形。

※說明：網路上有指導薑汁撞奶的方法，我們想驗證是否是真的呢？

- 薑汁與牛奶比例為 1：6
- 需要全脂牛奶才會成功。
- 牛奶溫度要 80°C
- 牛奶要一次倒完，不可分次倒。
- 要靜置不可搖晃
- 薑塊不可冷凍
- 薑汁沉澱物是關鍵，一定要挖進去與牛奶做反應。

實驗一：探討薑汁與牛奶比例如何影響凝固量？

操縱變因：牛奶與薑汁的比例

控制變因：1.牛奶品牌：D 牌 2.牛奶溫度：75°C 3.薑塊種類：阿里山老薑
4.靜置環境：室溫(25°C) 5.靜置時間：20 分鐘 6.撞擊高度(20cm)
7.撞擊方法(一次撞)

應變變因：凝固情形

※操作方法：

- 算出相同總體積(70c.c)不同比例的薑汁與牛奶的量。
- 將老薑去皮磨成泥並榨出薑汁，依照比例各取不同量倒入小茶杯裡。
- 將全脂鮮奶加熱至 75°C。
- 依照比例取不同量的熱鮮奶倒入裝有薑汁的小茶杯內，等待 20 分鐘觀察其結果。

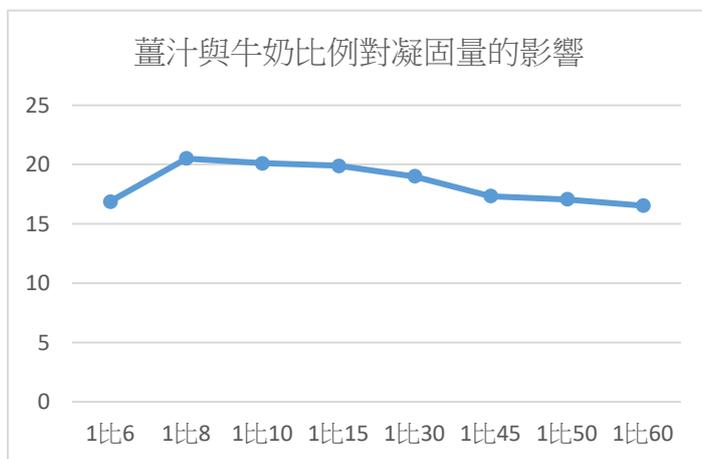
比例	1：6	1：8	1：10	1：15	1：30	1：45	1：50	1：55	1：60	1：65
薑汁	10	7.78	6.36	4.38	2.26	1.52	1.37	1.25	1.15	1.06
牛奶	60	62.22	63.64	65.62	67.74	68.48	68.63	68.75	68.85	68.9
總量	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70

單位：c.c

※觀測方法：

- (一)放入一顆小糖果，沉入代表表面未凝結。
 (二)放入小湯匙，沉入代表內部未凝結。
 (三)將薑汁撞奶倒入篩網內，靜置十分鐘水瀝乾後測量重量，反覆實驗測量三次求平均值。
 (四)○：代表成功凝固 ⊗：代表表面成功凝固，內部不成功 ×：代表上下都沒有凝固
 結果：

薑汁：牛奶	1:6	1:8	1:10	1:15
凝固百分比	16.87%	20.5%	20.1%	19.9%
相片				
描述	比較水，過濾出很多水分。	水份稍微少一些，表面光滑。	沒甚麼水，表面很光滑。	沒甚麼水，表面很光滑。
薑汁：牛奶	1:30	1:45	1:50	1:60
凝固百分比	19.00%	17.33%	17.07%	16.53%
相片				
描述	水分較少，表面光滑。	水分稍多了些，表面光滑。	水分偏多。	水分較多，但仍有凝固。



同學對於不同比例薑汁撞奶的喜好

比例	1:6	1:8	1:10	1:15	1:30	1:45	1:50	1:60
甲				○				
乙			○					
丙				○				
丁				○				
戊					○			
己				○				
總數	0	0	1	4	1	0	0	0

- 發現：(一)薑汁與牛奶的比例 1:6 到 1:60 都可以產生凝固的情形，1:65 則不行。其中 1:8~1:15 的凝固百分比最高。
 (二)請同學品嚐不同比例的薑汁撞奶並加以投票，發現 1:15 接受度最高，雖然 1:8 凝固量百分比最高，但大家覺得太辣，1:50 以上則覺得薑味太淡奶味太重。
 (三)1:65 薑汁量太少，無法結成凍狀。

推論：薑汁要有足夠的量才能使蛋白質凝固；牛奶量也要足夠才有充足的蛋白質可以反應。

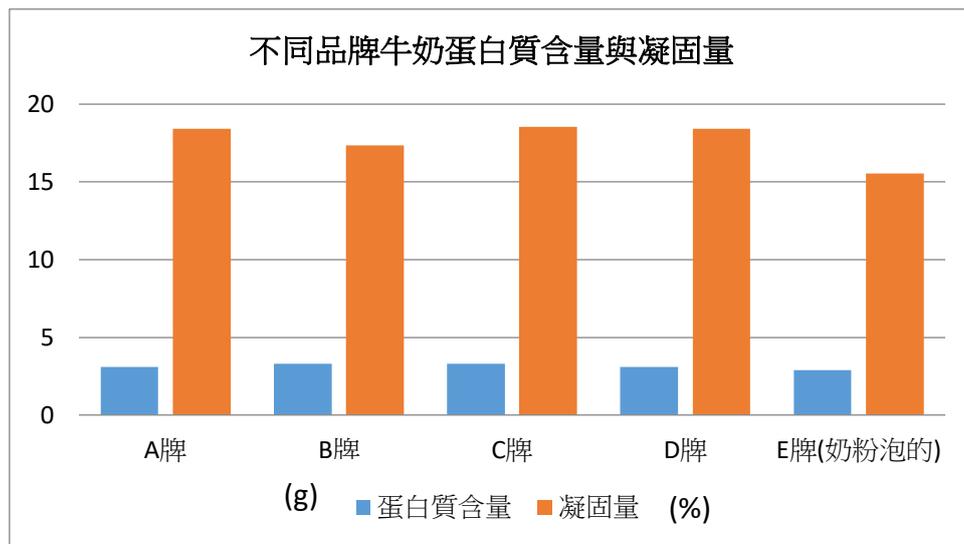
實驗二：探討牛奶品牌對凝固情形的影響。

操縱變因：牛奶品牌(都是全脂)

控制變因：1.牛奶溫度 75°C 2.薑塊種類：阿里山老薑 3.薑汁：牛奶=1：15
4.靜置環境：室溫(25°C) 5.靜置時間：20 分鐘 6.撞擊高度(20cm)
7.撞擊方法(一次撞)

應變變因：凝固情形

品牌	A 牌(全脂)	B 牌(全脂)	C 牌(全脂)	D 牌(全脂)	E 牌(奶粉泡的)
蛋白質	每 100 毫升 3.1g	每 100 毫升 3.3g	每 100 毫升 3.3g	每 100 毫升 3.1g	每 100 毫升 2.9g
凝固量百分比	18.43%	17.33%	18.53%	18.43%	15.53%
相片					
描述	沒甚麼水，表面很光滑。	沒甚麼水，表面很光滑。	沒甚麼水，表面很光滑。	沒甚麼水，表面很光滑。	水份多。



發現：

(一)四種不同品牌的全脂鮮乳加熱後倒入薑汁內，都可以凝固。

(二)仔細分析不同品牌全脂鮮奶的成份，發現 B 牌和 D 牌蛋白質含量最高，但凝固量未必最高。但以奶粉泡的 E 牌牛奶，蛋白質含量最低，凝固量也最低。

實驗三：探討全脂和低脂鮮奶對凝固情形的影響。

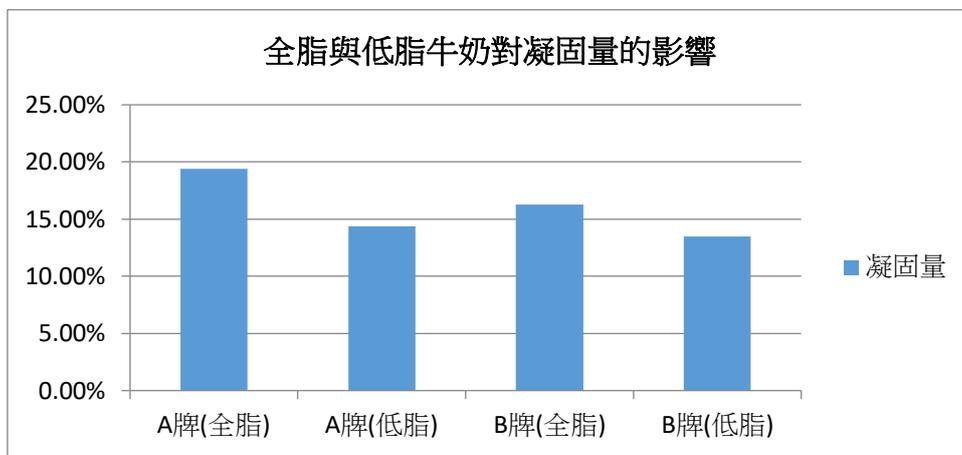
操縱變因：鮮奶性質(全脂和低脂)

控制變因：1. 牛奶溫度 75°C 2.薑塊種類：阿里山老薑 3.薑汁：牛奶=1：15
4.靜置環境：室溫(25°C) 5.靜置時間：20 分鐘 6.撞擊高度(20cm)
7.撞擊方法(一次撞)

應變變因：凝固情形

結果：

鮮奶性質	A 牌(全脂)	A 牌(低脂)	B 牌(全脂)	B 牌(低脂)
蛋白質	每 100 毫升 3.1g	每 100 毫升 3.0g	每 100 毫升 3.0g	每 100 毫升 3.0g
脂肪	每 100 毫升 3.7g	每 100 毫升 1.2g	每 100 毫升 3.7g	每 100 毫升 1.4g
凝固量	19.4%	14.4%	16.3%	13.5%
相片				
描述	表面光滑，結凍情形良好。	表面光滑，感覺水份較多，湯匙有點下陷。	沒甚麼水，表面很光滑。	表面光滑沒有奶皮，水稍多一些。



發現：(一)不管全脂或低脂鮮乳倒入薑汁中都可凝固，但全脂鮮乳凝固效果比低脂鮮乳好。

(二)仔細分析兩品牌鮮奶全脂與低脂的成份，A 牌全脂的蛋白質每 100 毫升含量比低脂高 0.1g，全脂的凝固量明顯比低脂多；B 牌全脂、低脂蛋白質含量都一樣，脂肪量多了 2.3g，但凝固量明顯比低脂多一些，所以凝固量是否也與脂肪有關，值得探討。

成分	每份 每100毫升	每份 每100毫升	每份 每100毫升	每份 每100毫升
熱量	164大卡	105大卡	137大卡	146大卡
蛋白質	7.7公克	7.5公克	6.3公克	9.4公克
脂肪	9.3公克	3公克	7.8公克	4.4公克
飽和脂肪	6.6公克	1.2公克	5.0公克	2.8公克
反式脂肪	0公克	0公克	0公克	0公克
碳水化合物	12.4公克	12公克	10.5公克	17.2公克
糖	12.2公克	4.7公克	10.5公克	15.5公克
鈉	100毫克	11.8毫克	94毫克	140毫克
鈣	40毫克	40毫克	210毫克	312毫克

※思考：除了鮮奶外，還有其他的蛋白質飲品可以與薑汁進行反應而凝固嗎？

實驗四：探討不同含蛋白質飲品與薑汁反應，對凝固情形的影響。

操縱變因：飲品種類

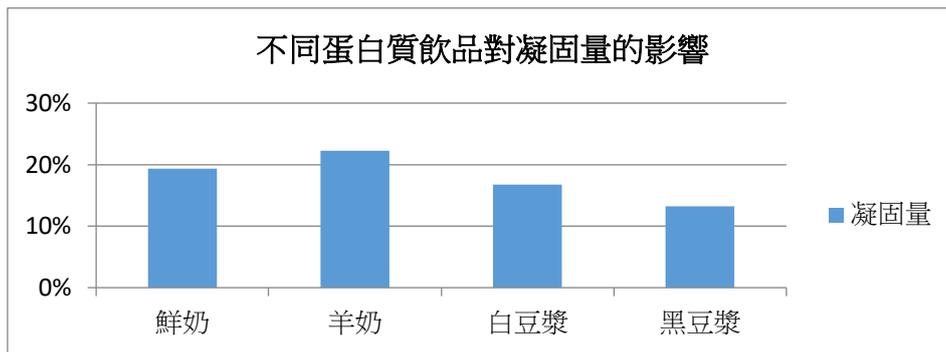
控制變因：1. D 牌牛奶溫度 75°C 2. 薑塊：阿里山老薑 3. 薑汁：牛奶=1：15

4. 靜置環境：室溫 5. 靜置時間：20 分鐘 6. 撞擊高度(20cm)

7. 撞擊方法(一次撞)

應變變因：凝固情形

飲品種類	鮮奶	羊奶	白豆漿	黑豆漿
凝固量百分比	19.30%	22.68%	16.80%	13.20%
相片				
描述	沒甚麼水，表面很光滑。	沒甚麼水，結凍情形良好表面很光滑，但有羊騷味。	沒甚麼水，結凍情形良好表面很光滑。	水分較多，看起來比較脆弱。



發現：鮮奶、羊乳、黃豆漿、黑豆漿加熱後倒入薑汁內都可凝固，其中羊奶凝固量最多，黑豆漿最少。

推論：含有蛋白質的飲品，多能與薑汁中的蛋白酶起化學反應，而使加熱後的鮮奶凝固。



← 為了確保成分單純，我們連豆漿都自己做喔！

方法：將黑(黃)豆 300g 洗淨泡水四小時，再用 900c.c 的水加入果汁機內打成漿狀，並用過濾袋過濾，之後以瓦斯爐煮熟。

實驗五：探討牛奶濃度對凝固情形的影響。

操縱變因：牛奶重量百分比濃度

控制變因：1.奶粉種類：E 牌奶粉。 2.牛奶溫度 75°C 3.薑塊種類：阿里山老薑
4.薑汁：牛奶=1：15 5.靜置環境：室溫(25°C) 6.靜置時間：20 分鐘
7.撞擊高度(20cm) 8.撞擊方法(一次撞)

應變變因：凝固情形

結果：

牛奶濃度	11%	12%	13%	14%
成功與否	×	×	○	○
凝固量	0	0	15.20%	17.10%

相片				
描述	水狀，無奶皮，不成功。	稠狀，有奶皮，不成功。	沒甚麼水，表面很光滑，結塊明顯。	沒甚麼水，表面光滑，結塊明顯。

發現：在薑汁與牛奶 1：15 比例的情況下，以奶粉沖泡的牛奶，要 13% 濃度才能凝固。濃度越高，凝固量越多。

推論：牛奶的濃度要足夠，否則無法與薑汁發生反應而凝固。

實驗六：探討牛奶溫度對凝固情形的影響。

操縱變因：牛奶溫度

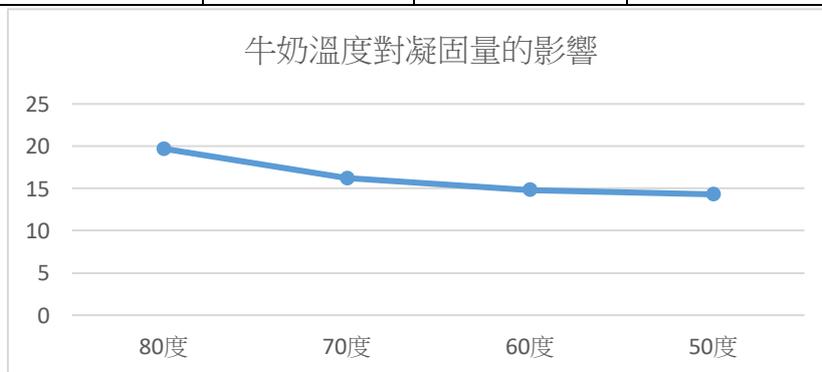
控制變因：1. 牛奶品牌與性質(全脂) 2. 薑塊種類：阿里山老薑 3. 薑汁：牛奶=1：15
4. 靜置環境：室溫(25°C) 5. 靜置時間：20 分鐘 6. 撞擊高度(20cm)
7. 撞擊方法(一次撞)

應變變因：凝固情形

說明：在室溫中進行薑汁撞奶的實驗，牛奶煮滾後，過濾倒入燒杯、量筒時，會降低溫度，因此我們最高以 80°C 來進行實驗。

結果：

牛奶溫度	80°C	70°C	60°C	50°C	40°C
成功與否	○	○	○	○	×
凝固量百分比	19.7%	16.2%	14.8%	14.3%	×
相片					
描述	沒甚麼水，表面很光滑。	沒甚麼水，表面很光滑，結塊明顯。	表面很光滑但含水分較多。	湯匙放入不下沉，但水分很多。	糖果與湯匙皆下沉，代表不凝固。



發現：鮮奶溫度在 50°C~80°C 之間都可以凝固，但溫度越低，含水量越多，凝固量越少。

推論：薑汁蛋白酶與牛奶的反應溫度不宜太低，低於 50°C 的溫度無法促使蛋白酶與蛋白質產生化學反應。

研究二：找尋薑汁撞奶的成功方法～探究薑汁如何影響薑汁撞奶的凝固情形。

實驗一：探討薑的種類對凝固情形的影響

操縱變因：薑的種類

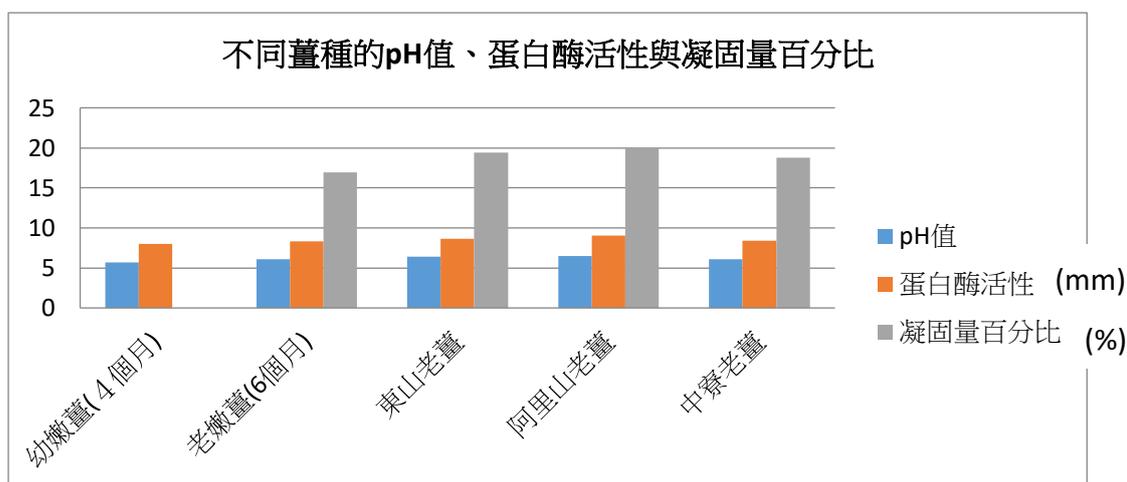
控制變因：1.牛奶品牌：D牌全脂 2.牛奶溫度：75℃ 3.薑與牛奶比例：1：15
4.靜置環境：室溫(25℃) 5.靜置時間：20分鐘 6.撞擊高度(20cm)
7.撞擊方法(一次撞)

應變變因：凝固情形

※說明：

蛋白酶活性測定：濾紙片直徑 8mm，測量透明圈往外擴張後的直徑代表蛋白酶活性，活性越大，直徑越大。

	幼嫩薑(4個月)	老嫩薑(6個月)	東山老薑	阿里山老薑	中寮老薑
pH 值	5.7	6.1	6.4	6.5	6.1
蛋白酶活性	8.00mm	8.33mm	8.63mm	8.83mm	8.40mm
成功與否	×	○	○	○	○
凝固量百分比	0	16.9%	19.4%	19.83%	18.77%
相片					
描述	水狀，無奶皮，不成功。	水分稍多一些，表面很光滑，結塊明顯。	有些水分，表面很光滑，結塊明顯。	沒甚麼水，表面很光滑，結塊明顯。	水分稍多一些，表面很光滑，結塊明顯。



發現：

(一) 薑的種類對凝固情形的影響分別為：阿里山老薑>東山老薑>中寮老薑>老嫩薑，幼嫩薑則不能凝固。

(二) 以新鮮的薑汁來說，薑汁蛋白酶活性越大，與牛奶反應後產生的凝固量越多。

(三) 四種新鮮薑種的 pH 值大約都在 5.7-6.5 之間。

推論：

(一)生薑蛋白酶含量會隨著薑塊成長時間的增長而增加，幼嫩薑因為種植時間太短，蛋白酶不夠多，以至於無法使牛奶凝固。

(二)生薑蛋白酶應該是促使蛋白質產生化學反應而凝固的主要原因，活性越大凝固量越多。

實驗二：探討薑汁的存放方式對凝固情形的影響

操縱變因：薑汁的存放方式(室溫、冷藏、冷凍各一天)

控制變因：1.薑的種類：阿里山薑 2.牛奶品牌：D牌 3.牛奶溫度：75°C

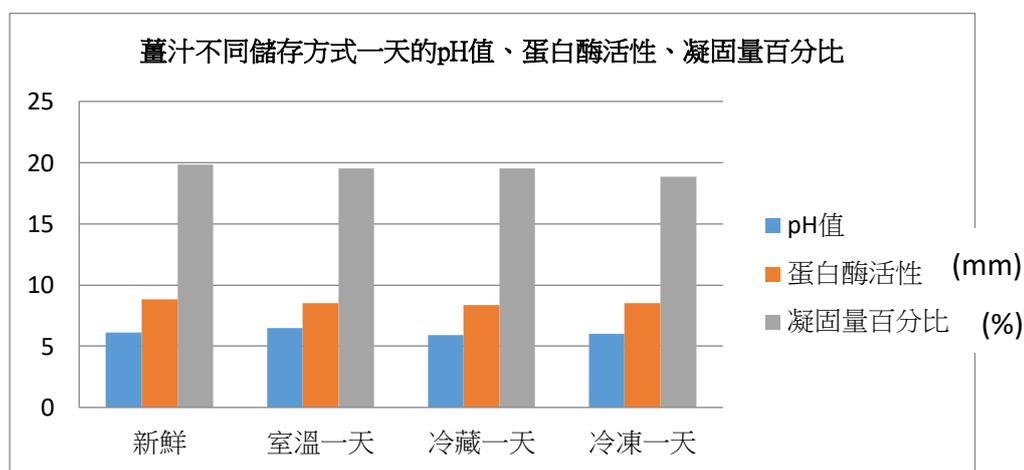
4.薑與牛奶比例：1：15 5.靜置環境：室溫(25°C) 6. 靜置時間：20分鐘

7.撞擊高度(20cm) 8.撞擊方法(一次撞)

應變變因：凝固情形

結果：

儲存環境	新鮮	室溫一天	冷藏一天	冷凍一天
pH 值	6.1	6.4	5.9	6.0
蛋白酶活性	8.83mm	8.5mm	8.53mm	8.37mm
凝固量百分比	19.83%	19.52%	19.53%	18.64%
相片				
描述	有一些水，表面光滑結塊明顯。	沒甚麼水，光滑，結塊明顯。	沒甚麼水，表面光滑，結塊明顯。	表面很光滑，有結塊，但有一些水。



發現：薑的存放方式不同，對 pH、蛋白酶活性、凝固量也會有所不同，以阿里山薑來說：

室溫儲存一天 pH 值下降 0.9，蛋白酶活性下降一點，凝固量跟著減少一點。

冷藏儲存一天 pH 值下降 0.2，蛋白酶活性會下降一點，凝固量跟著減少一些。

冷凍儲存一天 pH 值下降 0.1，蛋白酶活性下降較多，凝固量跟著減少。

推論：生薑的存放環境不同，pH 值、蛋白酶活性、與牛奶反應的凝固量也會有所不同，其中，新鮮的薑汁蛋白酶活性最大，凝固量也最多。

※思考：存放天數超過一天，結果會是怎麼樣呢？不同薑種在不同環境存放，結果會相同嗎？

實驗三：探討薑汁的存放天數對凝固情形的影響

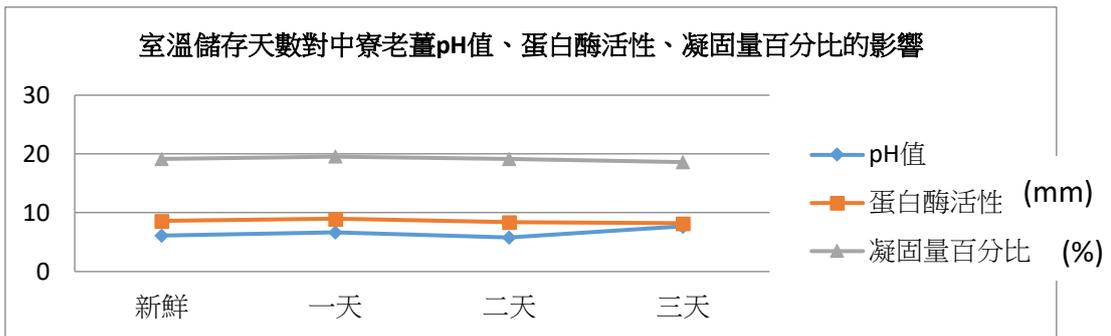
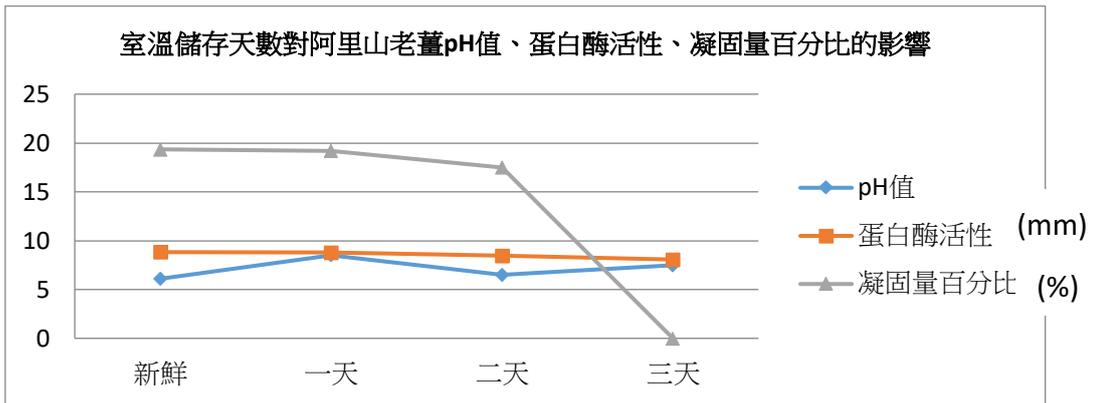
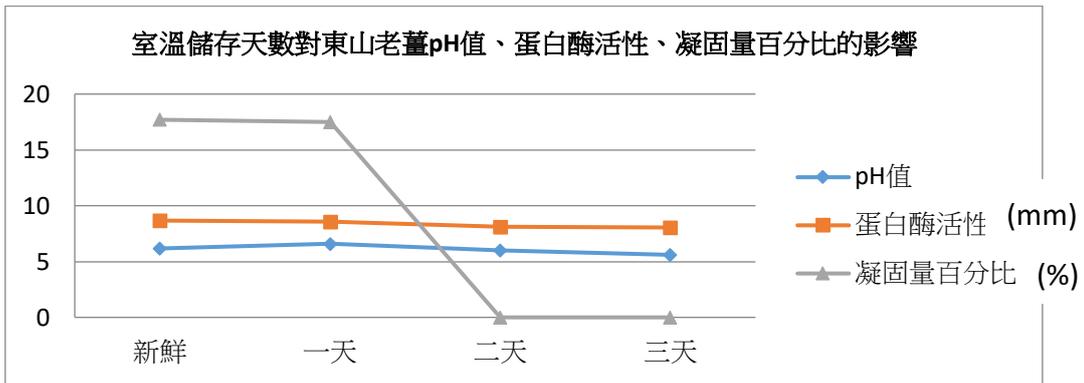
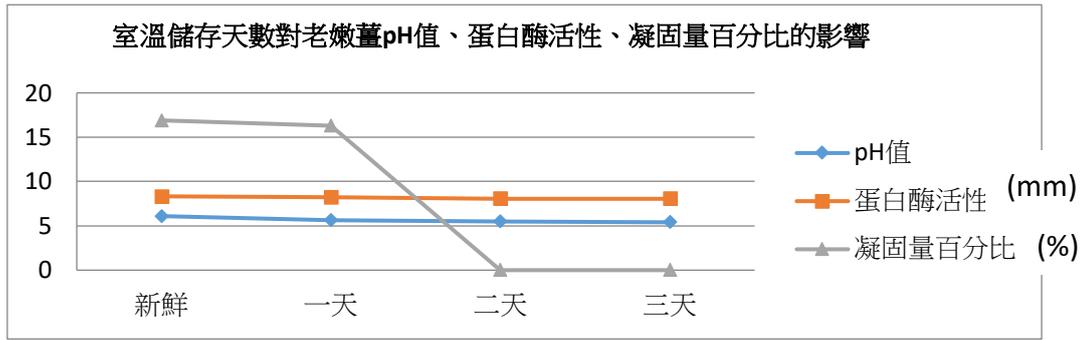
操縱變因：薑汁的存放天數(於室溫、冷藏、冷凍環境中)

控制變因：1.牛奶品牌：D牌全脂 2.牛奶溫度：75℃ 3.薑與牛奶比例：1：15
4.靜置環境：室溫(25℃) 5.靜置時間：20分鐘 6.撞擊高度 7.撞擊方法
8.薑的種類：老嫩薑、東山老薑、阿里山薑、中寮老薑

應變變因：凝固情形

結果：(一)室溫儲存：(28℃)

薑種	老嫩薑				東山老薑			
室溫天數	新鮮	一天	二天	三天	新鮮	一天	二天	三天
pH值	6.1	5.6	5.5	5.4	6.2	6.6	6.0	5.6
蛋白酶活性	8.33mm	8.26mm	8.05mm	8.05mm	8.67mm	8.56mm	8.10mm	8.05mm
成功與否	○	○	×	×	○	○	×	×
凝固量	16.9%	16.33%	0	0	17.7%	17.47%	0	0
相片								
描述	表面光滑，結塊明顯。	表面光滑，結塊明顯。	水狀，無奶皮，不成功。	水狀，無奶皮，不成功。	表面光滑，結塊明顯。	表面光滑，結塊明顯。	水狀，無奶皮，不成功。	水狀，無奶皮，不成功。
薑種	阿里山老薑				中寮老薑			
室溫天數	新鮮	一天	二天	三天	新鮮	一天	二天	三天
pH值	6.1	8.5	6.5	7.5	6.1	6.7	5.8	7.7
蛋白酶活性	8.83mm	8.78mm	8.45mm	8.07mm	8.6mm	9mm	8.40mm	8.23mm
成功與否	○	○	○	×	○	○	○	○
凝固量	19.35%	19.21%	17.52%	0	19.20	19.55	19.13	18.62
相片	 	 	 	 	 	 	 	 
描述	光滑，結塊明顯。	光滑，結塊明顯。	光滑，結塊明顯。	不成功	光滑，結塊明顯。	光滑，結塊明顯。	光滑，結塊明顯。	成功，有一點水。



發現：

- (一)不同薑種儲存於室溫中，除嫩薑外，第一天的 pH 值都會上升，味道有一點開始改變，但依舊會使蛋白質凝固。
- (二)不同薑種的薑汁儲存於室溫中，蛋白酶活性會有不同的變化，其中東山老薑到了第二天就無法使蛋白質凝固，而中寮和阿里山薑則到第三天才無法使蛋白質凝固。

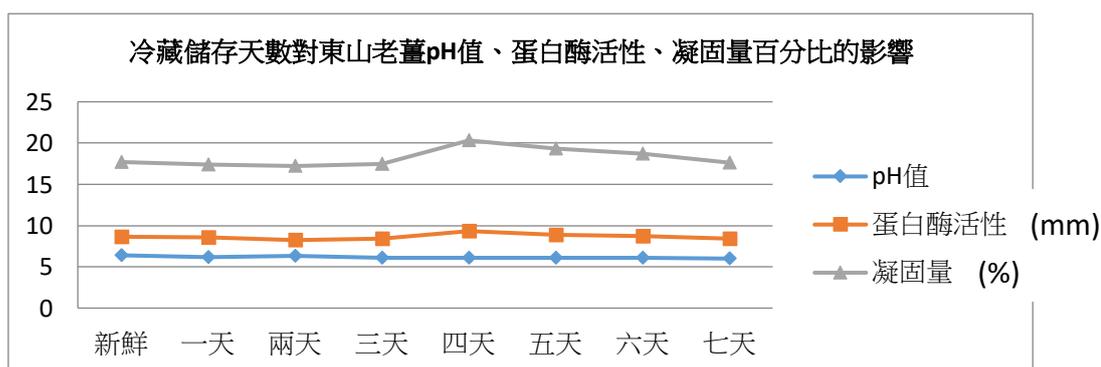
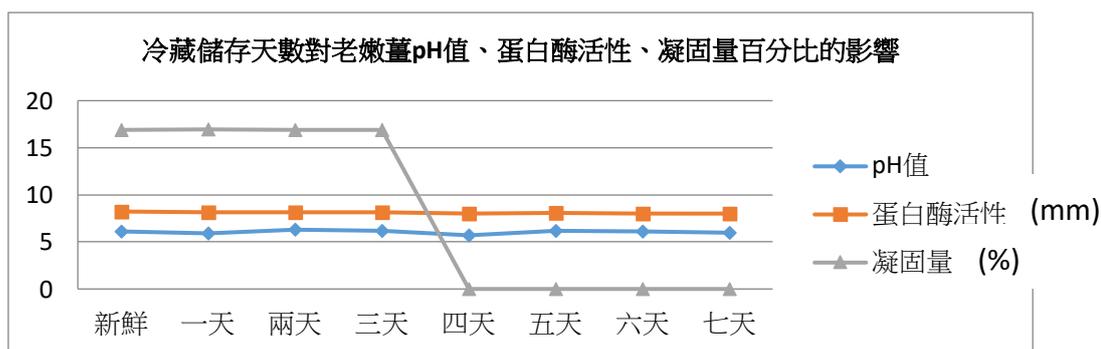
推論：室溫的環境不適合儲存薑汁，存放一天後會開始變質，以致於 pH 值明顯上升，但蛋白酶活性依然存在，所以還可以使蛋白質凝固；但存放二天開始發酸，味道難聞，pH 值

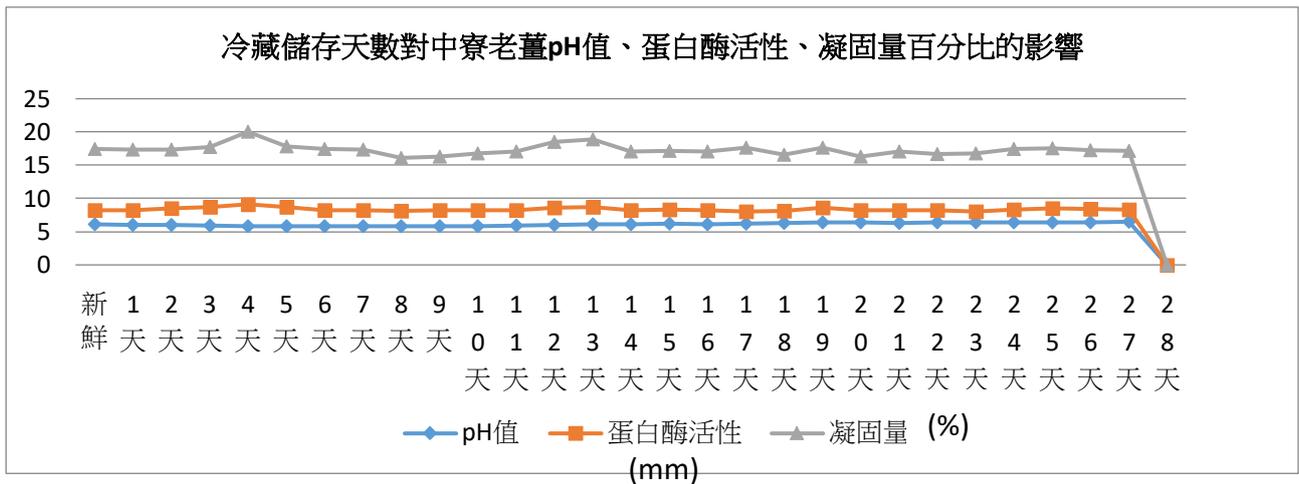
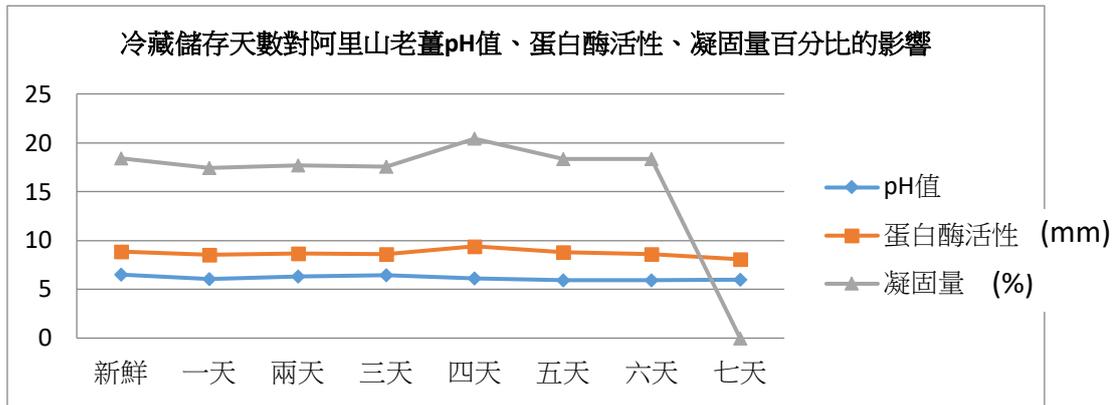
又下降，可是中寮老薑和阿里山老薑蛋白酶活性依然存在，仍然可以使蛋白質凝固，到了第三天臭味難聞，蛋白酶已完全變質，再也無法使蛋白質凝固。

(二)冷藏室儲存(4°C)：

薑種	老嫩薑							
冷藏天數	新鮮	一天	兩天	三天	四天	五天	六天	七天
pH 值	6.1	5.9	6.3	6.2	5.7	6.2	6.1	6.0
蛋白酶活性	8.23mm	8.18mm	8.17mm	8.17mm	8.03mm	8.07mm	8.02mm	8.01mm
凝固量	16.92%	16.95%	16.90%	16.90%	0	0	0	0
相片								
薑種	東山老薑							
冷藏天數	新鮮	一天	兩天	三天	四天	五天	六天	七天
pH 值	6.4	6.2	6.3	6.1	6.1	6.1	6.1	6.0
蛋白酶活性	8.67mm	8.54mm	8.24mm	8.38mm	9.33mm	8.89mm	8.76mm	8.38mm
凝固量	17.72%	17.41%	17.22%	17.51%	20.32%	19.35%	18.74%	17.61%
相片								
薑種	阿里山老薑							
冷藏天數	新鮮	一天	兩天	三天	四天	五天	六天	七天
pH 值	6.5	6.1	6.3	6.4	6.1	5.9	5.9	6.0
蛋白酶活性	8.83mm	8.53mm	8.66mm	8.58mm	9.40mm	8.78mm	8.58mm	8.07mm
凝固量	18.41%	17.40%	17.66%	17.58%	20.41%	18.35%	18.32%	0
相片								
薑種	中寮老薑							
冷藏天數	新鮮	一天	兩天	三天	四天	五天	六天	七天
pH 值	6.1	5.9	6.1	6.4	5.8	5.8	5.8	5.8
蛋白酶活性	8.20mm	8.19mm	8.5mm	8.67mm	9.12mm	8.73mm	8.23mm	8.25mm
凝固量	17.43%	17.33%	17.39%	17.73%	20.03%	17.83%	17.48%	17.36%
相片								

薑種	中寮老薑							
冷藏天數	八天	九天	十天	十一天	十二天	十三天	十四天	十五天
pH 值	5.8	5.8	5.8	5.9	6	6.1	6.1	6.2
蛋白酶活性	8.12 mm	8.2 mm	8.21 mm	8.22 mm	8.63 mm	8.72 mm	8.18 mm	8.29 mm
凝固量	16.13 %	16.30%	16.80 %	17.10%	18.50%	18.93%	17.07%	17.20%
相片								
冷藏天數	十六天	十七天	十八天	十九天	二十天	二十一天	二十二天	二十三天
pH 值	6.1	6.2	6.3	6.4	6.4	6.3	6.4	6.4
蛋白酶活性	8.2 mm	8.02 mm	8.13 mm	8.63 mm	8.21 mm	8.18 mm	8.21 mm	8.06 mm
凝固量	17.07 %	17.67%	16.57%	17.67%	16.33%	17.03%	16.63%	16.73%
相片								
冷藏天數	二十四天	二十五天	二十六天	二十七天	二十八天			
pH 值	6.4	6.4	6.4	6.5	0			
蛋白酶活性	8.33 mm	8.55 mm	8.42 mm	8.35 mm	0 mm			
凝固量	17.40 %	17.53 %	17.23 %	17.13 %	0 %			
相片								





發現：

(一)不同薑種儲存於冷藏室中，老嫩薑只能維持 3 天，東山老薑 7 天、阿里山薑 6 天，而中寮薑則可維持 27 天的蛋白酶活性。

(二)冷藏第四天的凝固情形十分完美，活性也特別高。

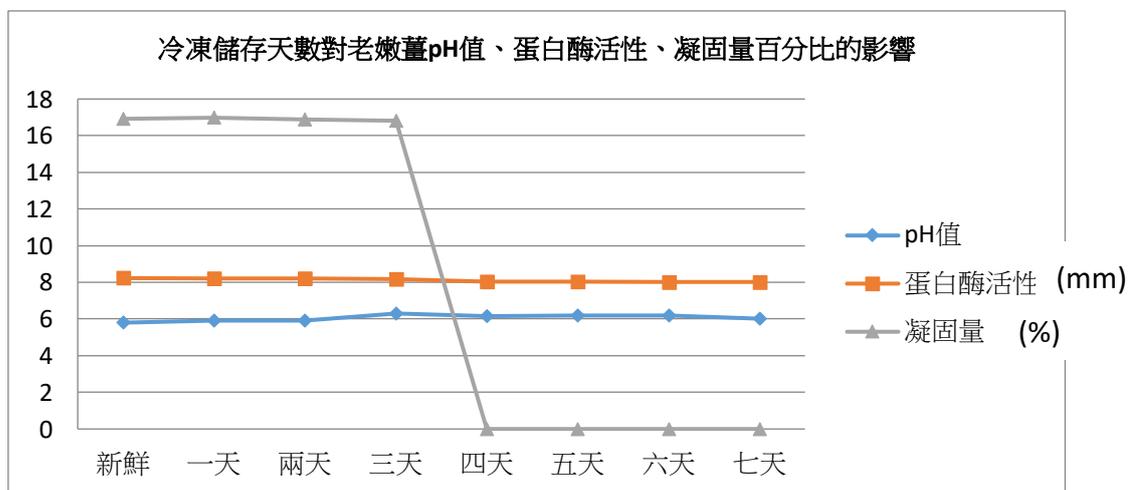
推論：冷藏保存可延長薑汁蛋白酶活性，且延長的天數與薑種有關。

(四) 冷凍室儲存(-18°C)：

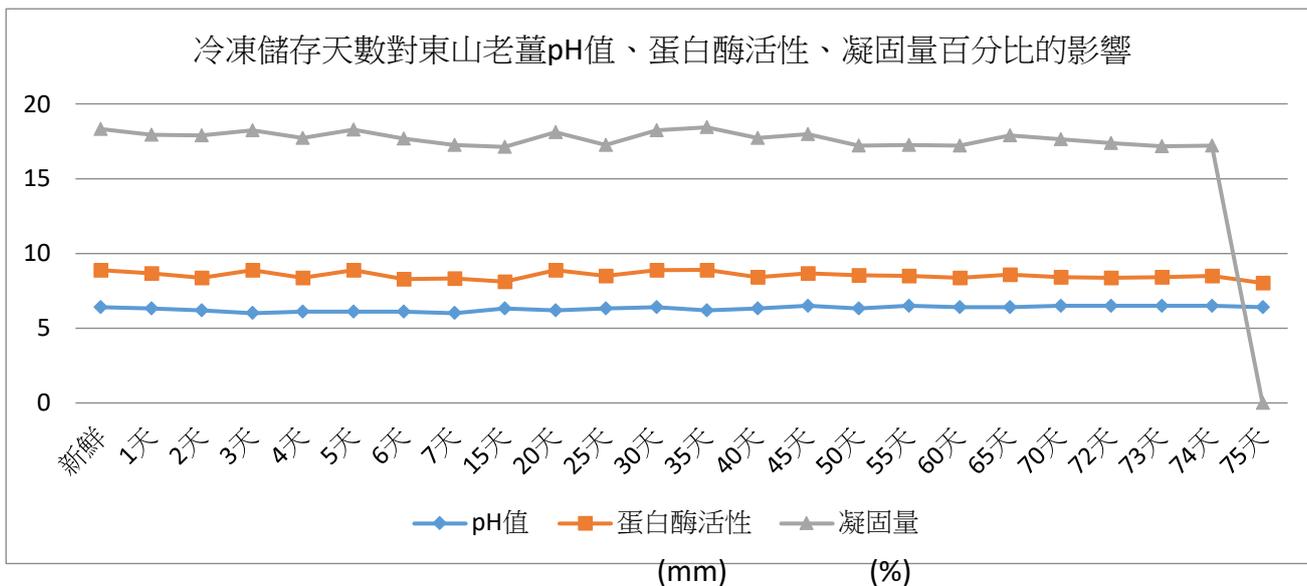
薑種	老嫩薑							
冷凍天數	新鮮	一天	二天	三天	四天	五天	六天	七天
pH 值	5.8	5.9	5.9	6.3	6.2	6.2	6.2	6.0
蛋白酶活性	8.23mm	8.20mm	8.21mm	8.19mm	8.03mm	8.03mm	8.02mm	8.02mm
凝固量	16.92%	16.98%	16.90%	16.83%	0	0	0	0
相片								
薑種	東山老薑							
冷凍天數	新鮮	一天	二天	三天	四天	五天	六天	七天
pH 值	6.4	6.3	6.2	6.0	6.1	6.1	6.1	6.0
蛋白酶活性	8.87mm	8.68mm	8.37mm	8.87mm	8.37mm	8.88mm	8.27mm	8.33mm
凝固量	18.32%	17.92%	17.88%	18.23%	17.73%	18.27%	17.67%	17.27%

相片								
冷凍天數	十五天	二十天	二十五天	三十天	三十五天	四十天	四十五天	五十天
pH 值	6.3	6.2	6.3	6.4	6.2	6.3	6.5	6.3
蛋白酶活性	8.10 mm	8.87 mm	8.50 mm	8.87 mm	8.90 mm	8.40 mm	8.67 mm	8.53 mm
凝固量	17.11%	18.10%	17.27%	18.23%	18.43%	17.70%	17.97%	17.20%
相片								
冷凍天數	五十五天	六十天	六十五天	七十天	七十二天	七十三天	七十四天	七十五天
pH 值	6.5	6.4	6.4	6.5	6.5	6.5	6.5	6.4
蛋白酶活性	8.50 mm	8.37 mm	8.57 mm	8.43 mm	8.37 mm	8.40 mm	8.50 mm	8.02mm
凝固量	17.24%	17.19%	17.90%	17.63%	17.37%	17.17%	17.20%	0
相片								
薑種	阿里山老薑							
冷凍天數	新鮮	一天	二天	三天	四天	五天	六天	七天
pH 值	6.0	6.5	6.3	6.3	6.1	6.1	6.1	6.1
蛋白酶活性	8.53mm	8.65mm	8.56mm	8.44mm	8.25mm	8.75mm	8.58mm	8.26mm
凝固量	17.30%	17.57%	17.30%	16.43%	16.13%	16.60%	16.33%	16.13%
相片								
冷凍天數	十五天	二十天	二十五天	三十天	三十五天	四十天	四十五天	五十天
pH 值	6.3	6.3	6.3	6.4	6.3	6.5	6.5	6.4
蛋白酶活性	8.45 mm	8.57 mm	8.74mm	8.47 mm	8.87 mm	8.93 mm	8.53 mm	8.46 mm
凝固量	16.29%	16.33%	18.40%	17.87%	18.13%	18.97%	18.50%	18.63%
相片								
冷凍天數	五十五天	六十天	六十五天	七十天	七十二天	七十三天	七十四天	七十五天
pH 值	6.3	6.3	6.3	6.3	6.2	6.2	6.3	6.4
蛋白酶活性	8.6 mm	8.86 mm	8.93 mm	8.67 mm	8.63 mm	8.60 mm	8.46 mm	8 mm
凝固量	17.73%	18.47%	18.67%	18.20%	18.10%	18.50%	17.67%	0

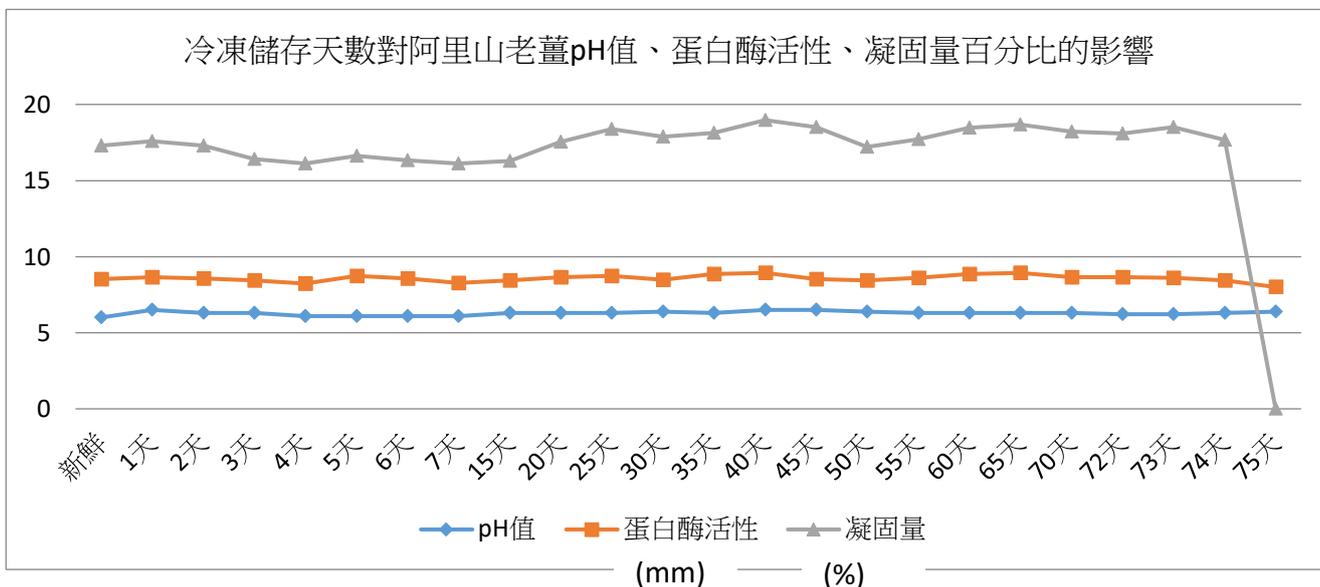
相片								
薑種	中寮老薑							
冷凍天數	新鮮	一天	二天	三天	四天	五天	六天	七天
pH 值	6.6	6.6	6.4	6.1	6.0	6.2	6.0	6.6
蛋白酶活性	8.43 mm	8.83 mm	8.63 mm	8.43 mm	8.43 mm	8.43 mm	8.37 mm	8.33 mm
凝固量	17.23%	18.63%	18.33%	17.33%	17.33%	17.43%	17.37%	17.27%
相片								
冷凍天數	十五天	二十天	二十五天	三十天	三十五天	四十天	四十五天	五十天
pH 值	6.1	6.3	6.4	6.4	5.9	6.5	6.2	6.3
蛋白酶活性	8.37 mm	8.27 mm	9.13 mm	8.73 mm	8.57 mm	8.73 mm	9.30 mm	8.83 mm
凝固量	17.33%	17.27%	20.04%	18.47%	18.83%	18.53%	20.73%	18.73%
相片								
冷凍天數	五十五天	六十天	六十五天	七十天	七十二天	七十三天	七十四天	七十五天
pH 值	6.5	6.1	6.6	6.4	6.1	6.1	6.3	6.3
蛋白酶活性	8.22 mm	8.50 mm	8.53 mm	8.52 mm	8.53 mm	8.33mm	8.23 mm	8.01 mm
凝固量	16.63%	17.63%	17.77%	17.43%	17.43%	17.33%	17.27%	0
相片								



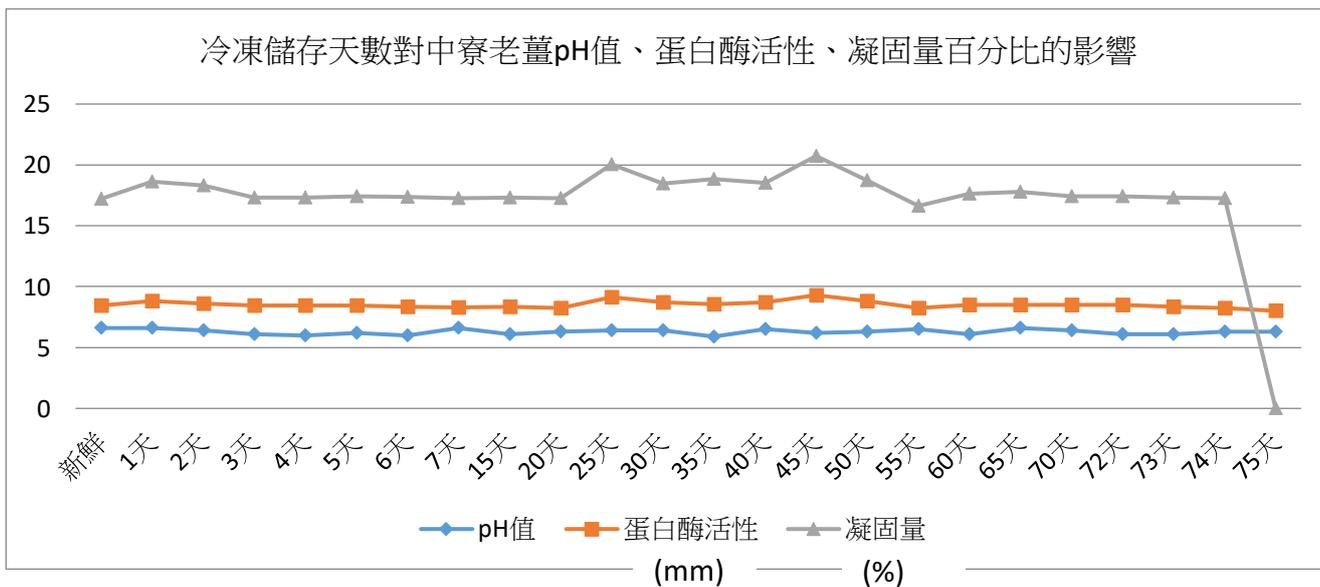
冷凍儲存天數對東山老薑pH值、蛋白酶活性、凝固量百分比的影響

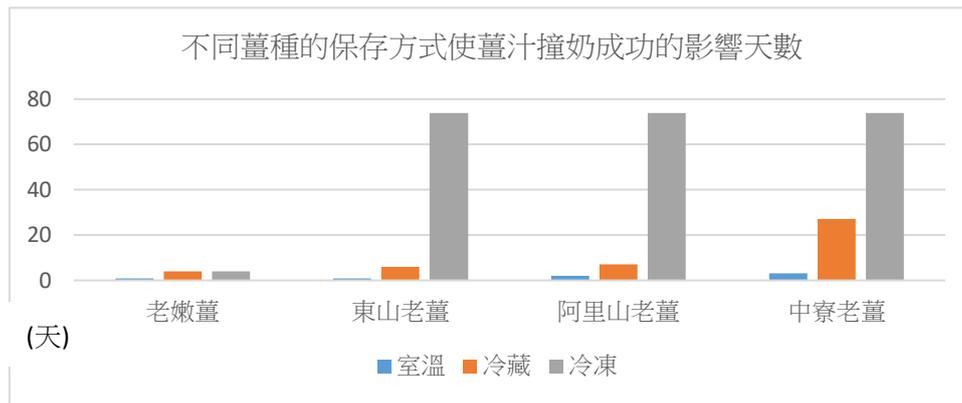


冷凍儲存天數對阿里山老薑pH值、蛋白酶活性、凝固量百分比的影響



冷凍儲存天數對中寮老薑pH值、蛋白酶活性、凝固量百分比的影響





發現：

(一)在三種保存方式中，**冷凍的效果最佳**，在-18℃下，薑汁蛋白酶活性可維持**74天**。冷藏其次，在4℃中寮薑可維持**27天**，其餘是**6-7天**。室溫最差最多**3天**。

(二)冷藏或冷凍保存下，薑汁即使存放多天，氣味都不會改變，室溫則在第二天起就有刺鼻味。

推論：

(一) 冷凍的效果最好，可能是薑汁在低溫保存下比較能維持蛋白酶的活性；而在室溫中效果最差，推論是室溫不適於蛋白酶生長。

(二) 即使在冷藏室中，蛋白酶保存時間也有一定的限度，依各種薑塊的特性，可達約七、八天。

(三) 放在冷凍庫的薑汁，因為溫度更低，蛋白酶的活性可以維持更久。

(四) 不同的薑種其蛋白酶活性存續的時間會有所不同。

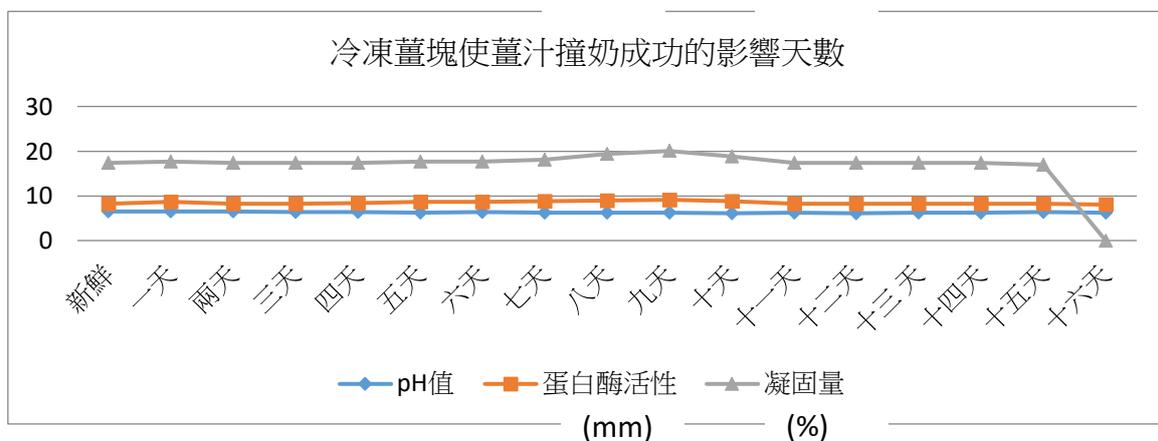
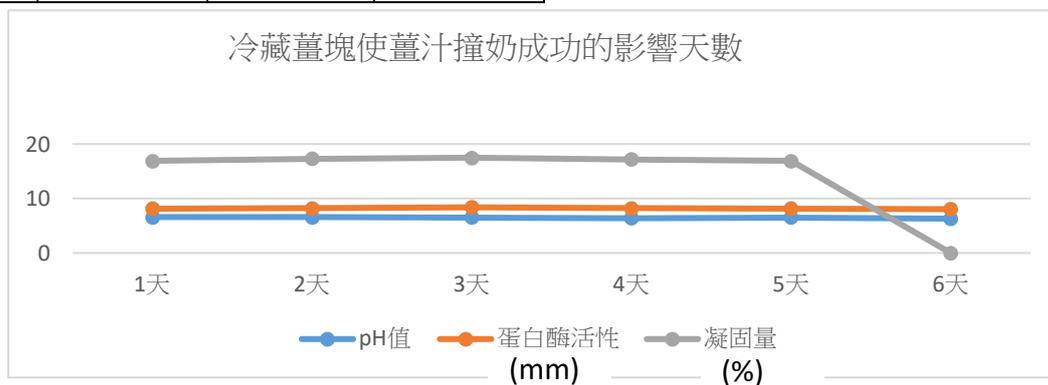
實驗四：探討薑塊的保存方式對凝固情形的影響。

操縱變因：**薑塊的存放天數(於冷藏、冷凍環境中)**

控制變因：**1.牛奶品牌：D牌全脂 2.牛奶溫度：75℃ 3.薑與牛奶比例：1：15
4.靜置環境：室溫(25℃) 5. 靜置時間：20分鐘 6.撞擊高度 7.撞擊方法
8.薑的種類：阿里山老薑**

方式	冷藏薑塊						
冷藏天數	新鮮	一天	兩天	三天	四天	五天	六天
pH 值	6.5	6.6	6.6	6.5	6.4	6.5	6.3
蛋白酶活性	8.19mm	8.17mm	8.19mm	8.38mm	8.24mm	8.17mm	8.05mm
凝固量	17.33%	16.90%	17.30%	17.50%	17.20%	16.90%	0%
相片							
方式	冷凍薑塊						
冷凍天數	新鮮	一天	兩天	三天	四天	五天	六天
pH 值	6.5	6.5	6.5	6.4	6.4	6.3	6.4
蛋白酶活性	8.19mm	8.66mm	8.19mm	8.20mm	8.40mm	8.66mm	8.66mm
凝固量	17.33%	17.67%	17.33%	17.43%	17.40%	17.67%	17.67%

相片							
冷凍天數	七天	八天	九天	十天	十一天	十二天	十三天
pH 值	6.3	6.2	6.2	6.1	6.2	6.1	6.3
蛋白酶活性	8.78mm	8.89mm	9.12mm	8.80mm	8.19mm	8.18mm	8.20mm
凝固量	18.03%	19.35%	20.03%	18.74%	17.33%	17.33%	17.43%
相片							
冷凍天數	十四天	十五天	十六天				
pH 值	6.3	6.4	6.2				
蛋白酶活性	8.20mm	8.17mm	8.03mm				
凝固量	17.40%	16.90%	0%				
相片							



發現：(一)薑塊冷藏可維持活性 5 天，冷凍則可維持 15 天。

(二)冷凍薑塊的第九天，感覺特別完美，凝固量增加。

※思考：老薑薑汁經過低溫儲存，多半可以維持蛋白酶的活性，那如果在高溫當中呢？

實驗五：探討薑汁加熱溫度對凝固情形的影響。

操縱變因：薑汁的加熱溫度(找尋可以凝固的最高溫度)

控制變因：1.牛奶品牌：D牌全脂 2.牛奶溫度：75°C 3.薑與牛奶比例：1：15
4.靜置環境：室溫(25°C) 5.靜置時間：20分鐘 6.撞擊高度 7.撞擊方法
8.薑的種類：東山老薑、阿里山薑、中寮老薑

應變變因：凝固情形

薑種	東山老薑			阿里山老薑			中寮老薑		
加熱溫度	53.6°C	53.7°C	53.8°C	53.6°C	53.7°C	53.8°C	53.6°C	53.7°C	53.8°C
成功與否	○	○	×	○	○	×	○	×	×
相片									

發現：三種老薑加熱後可以使牛奶凝固的最高溫度都在 53.6°C 左右，其中東山老薑和阿里山老薑可以加熱的最高溫度為 53.7°C，中寮老薑則只到 53.6°C，超過這個溫度則無法使牛奶凝固。

推論：生薑蛋白酶的活性加熱到一定溫度後會被破壞，導致蛋白質無法凝固。

研究三：研究撞擊的方法如何影響薑汁撞奶的凝固情形。

實驗一：探討撞擊間隔時間對凝固情形的影響。

操縱變因：撞擊的間隔時間(分兩次撞)

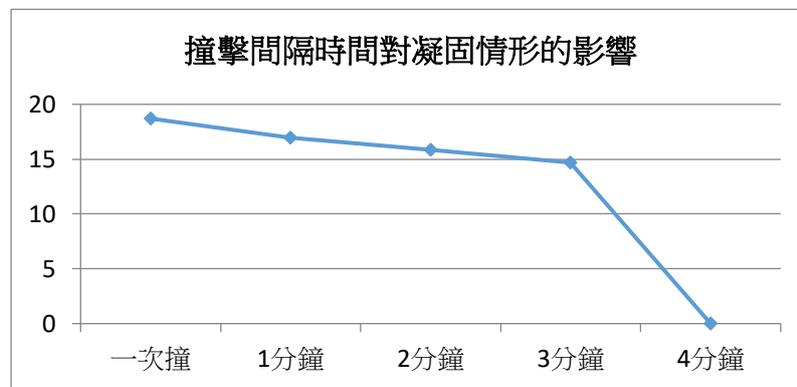
控制變因：1.牛奶品牌：D牌全脂 2.牛奶溫度 75°C 3.薑汁：牛奶=1：15
4.靜置環境：室溫(25°C) 5.靜置時間：20分鐘 6.撞擊高度(20cm)
7.薑塊種類：新鮮阿里山老薑

應變變因：凝固情形

結果：

間隔	一次撞	1分鐘	2分鐘	3分鐘	4分鐘
成功與否	○	○	○	○	×
凝固量百分比	18.70%	16.97%	15.87%	14.67%	0

相片					
					
描述	表面光滑，結塊明顯。	結凍量較多，也較固態，水分有點多。	表面有結凍，無奶皮，但是有點稀。	湯匙有點沉下去了，幾乎都是水。	湯匙下陷，不成功。



發現：分兩次撞，間隔一分鐘影響的情形還不大，間隔兩分鐘、三分鐘效果就差一些，如果中間間隔 4 分鐘以上，就不會成功了。

推論：薑汁與牛奶完全反應的時間超過三分鐘，因此薑汁分兩次倒入牛奶中，還是會成功凝固，只是外觀效果會受影響。

實驗二：探討撞擊高度對凝固情形的影響。

操縱變因：撞擊高度

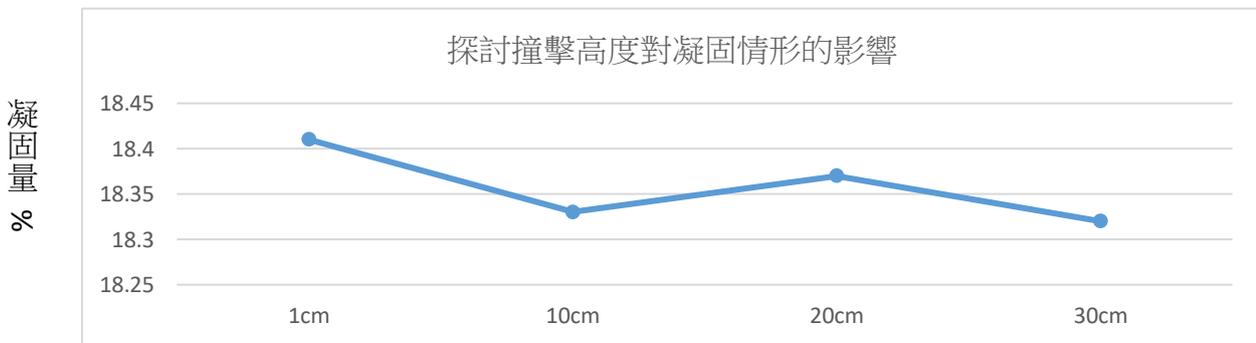
控制變因：1.牛奶品牌：D 牌全脂 2.牛奶溫度 3.薑汁：牛奶=1：15
 4.靜置環境：室溫(25°C) 5.靜置時間：20 分鐘 6.撞擊次數(一次)
 7.薑塊種類：新鮮阿里山老薑

應變變因：凝固情形

結果：

高度	1cm	10cm	20cm	30cm
凝固量百分比	18.41%	18.33%	18.27%	18.13%

相片				
描述	表面光滑，稍微有點水份。	表面光滑，稍微有點水份。	表面光滑，稍微有點水份。	牛奶拿太高，衝擊力道太大，以置於牛奶會濺出來。表面光滑，但有一點水份。



發現：牛奶從 30cm 高度撞擊薑汁，會導致牛奶濺出來減少凝固量外，其餘的高度撞擊薑汁，都可以使牛奶凝固，凝固量差異不大。

推論：牛奶只要不濺出來，撞擊高度並不影響薑汁撞奶的凝固量。



實驗三：探討搖晃與否對凝固情形的影響。

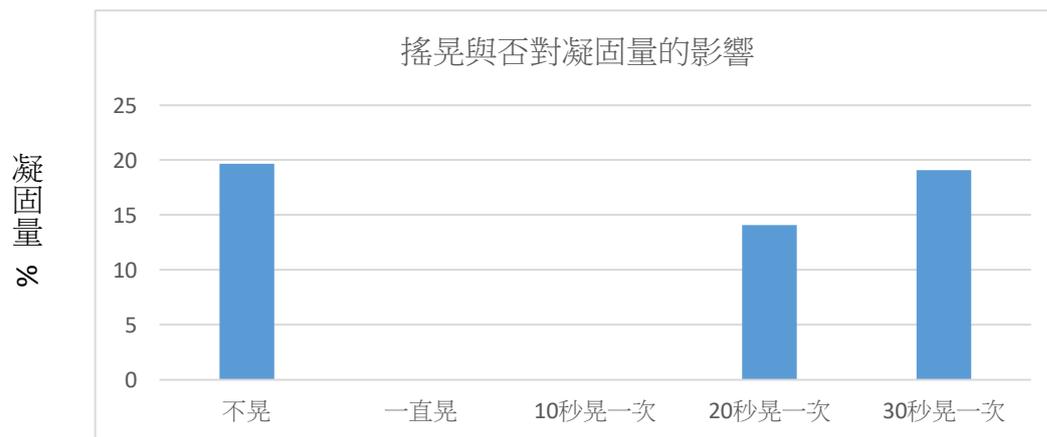
操縱變因：搖晃與否(拿著杯子逆時針晃動一圈)

控制變因：1.牛奶品牌：D 牌全脂 2.牛奶溫度 3.薑汁：牛奶=1：15
 4.靜置環境：室溫(25°C) 5.反應時間：20 分鐘 6.撞擊次數(一次)
 7.撞擊高度(20cm) 8.薑塊種類：新鮮阿里山老薑

應變變因：凝固情形

結果：

搖晃程度	不晃	一直晃	10 秒晃一次	20 秒晃一次	30 秒晃一次
成功與否	○	×	⊗	○	○
凝固量百分比	18.70%	0	0	14.10%	18.10%
相片					
描述	表面光滑，水份不多。	表面完全不成功，碎塊狀，而且水分很多。	表面的湯匙沉下去了，水分太多了。	有一點稀稀的，但是有些微結塊的情形。	成功，跟沒晃的差不多。



發現：搖晃與否對凝固量的影響依序為：不晃>30 秒晃一次>20 秒晃一次>10 秒晃一次>一直晃

推論：薑汁撞奶的過程中，**如果以 30 秒的間歇性晃動**，其實還是可以使蛋白質凝固的。

實驗四：探討反應時間對凝固情形的影響。

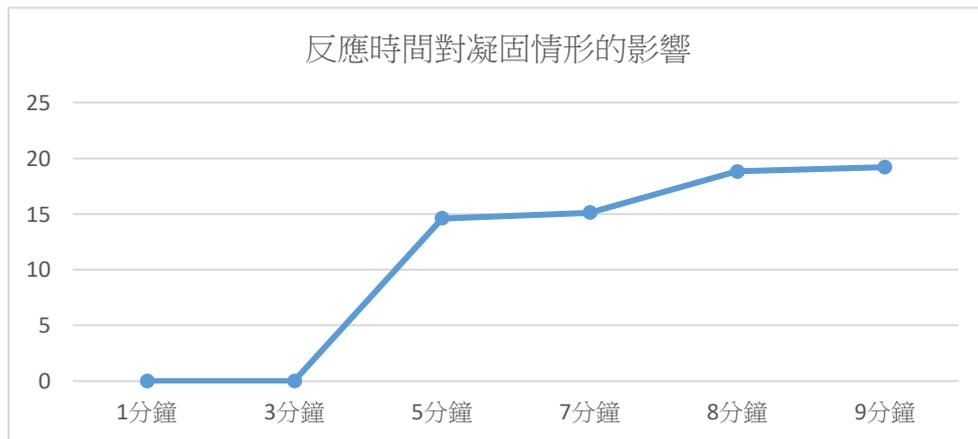
操縱變因：反應時間

控制變因：1.牛奶品牌：D牌全脂 2.牛奶溫度 3.薑汁：牛奶=1：15
 4.靜置環境：室溫 5.撞擊次數（一次） 6.撞擊高度(20cm)
 7.薑塊種類：新鮮阿里山老薑

應變變因：凝固情形

結果：

反應時間	1 分鐘	3 分鐘	5 分鐘	7 分鐘	8 分鐘	9 分鐘
成功與否	×	⊗	⊗	⊗	○	○
凝固量	0	0	14.60%	15.13%	18.80%	19.20%
相片		 	 	 	 	 
描述	湯匙完全下沉，裡面都是液體，完全不成功。	雖然表面成功，但含水量很多，不能算成功。	湯匙有一點沉下去，很多水，不算成功。	湯匙有點沉下去，含水量稍微少一電。	表面光滑，結塊明顯，但有點水份	表面光滑，結塊明顯，非常成功。



發現：薑汁撞奶要凝固得漂亮，反應時間至少要 8-9 分鐘才行。

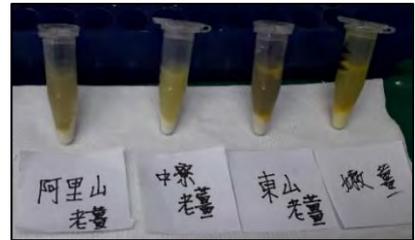
推論：薑汁與牛奶中蛋白質的反應時間要充裕，才能有漂亮的凝固效果。

研究四：探究使薑汁撞奶凝固的原因。

※說明：網路上都說薑汁底部的白色沉澱物是使薑汁撞奶成功的關鍵，必須把沉澱物挖入一起反應才能使牛奶凝固。這是真的嗎？抱著存疑的心態，我們又做了以下的實驗：

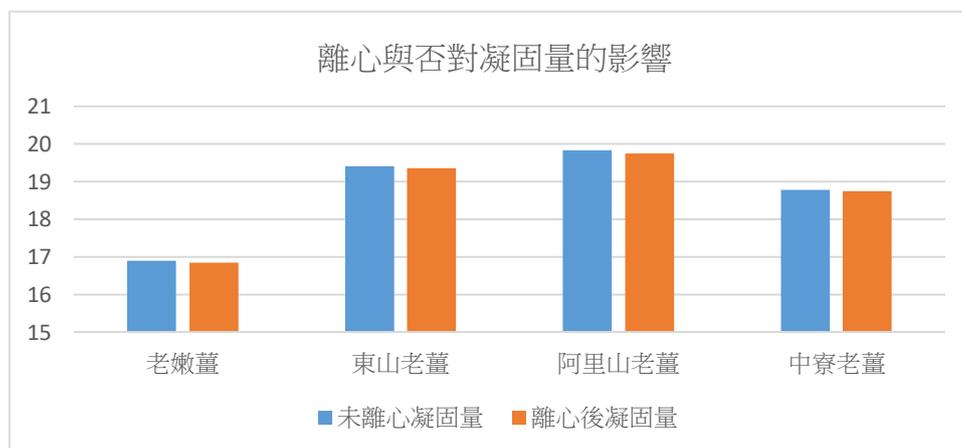
實驗一：離心過後的薑汁，可不可以使牛奶凝固呢？

方法：將四種薑汁各取 1c.c 共五份放入離心管中，以每秒 10000 轉離心 2 分鐘，之後取上層液 4.38c.c 以 1：15 的比例倒入小茶杯中，再將 65.62c.c.的熱鮮奶倒入茶杯，等待 9 分鐘後觀察記錄其凝固情形。



結果：

薑種	老嫩薑	東山老薑	阿里山老薑	中寮老薑
成功與否	○	○	○	○
未離心凝固量	16.90%	19.40%	19.83%	18.77%
離心後凝固量	16.85%	19.36%	19.75%	18.75%
相片				
描述	水分稍多一些，表面很光滑，結塊明顯。	有些水分，表面很光滑，結塊明顯。	沒甚麼水，表面很光滑，結塊明顯。	水分稍多一些，表面很光滑，結塊明顯。



發現：即使沒有底層的沉澱物，依然可以使薑汁撞奶成功凝固，且凝固量與之前的差異並不大。

推論：蛋白酶不存在於底部的白色沉澱物中，或是含量極少。

※思考：那底部的白色沉澱物到底是甚麼呢？是澱粉嗎？我們進一步做實驗證明：

實驗二：探討白色沉澱物是甚麼物質呢？

方法：

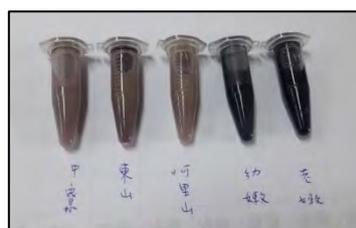
(一)將離心後的薑汁，抽出上層液，剩下白色的沉澱物。

(二)加 95°C 熱水 1c.c 入離心管中就蓋起搖晃，直到完全溶解。

(三)滴入一滴碘液觀察其變化。



結果：經過搖晃後發現離心管變成藍黑色，依據碘液遇到澱粉會變成藍黑色的原理，我們推測薑汁底部的沉澱物裡面含有澱粉。



伍、討論

一、其實我們嘗試過用薑黃來進行實驗，但怎麼試都不成功，推測薑黃跟薑基本上是不一樣的性質，不能使牛奶的蛋白質凝固。

二、我們也嘗試使用不同材質與不同大小的容器，以及進行加不加蓋的實驗，發現都不影響凝固情形。

三、每次實驗時，都由固定的人操作同一項工作，以增加實驗的準確性。

四、簡單的方法就能製作天然美味的點心，薑汁撞奶值得推薦給您！



陸、結論

一、使用老薑與加熱後的全脂鮮奶相混合，1：6 到 1：60 都可以產生凝固的情形，但 1：15 則在凝固情形和口味之間都有不錯的呈現。

二、鮮奶溫度在 50°C~80°C 之間都可以凝固，但溫度越低，含水量越多，凝固量越少

三、薑汁要有足夠的量才能使蛋白質凝固；且牛奶的量也要足夠，才有充足的蛋白質可以

反應。

- 四、不同品牌的全脂鮮乳加熱後倒入薑汁內，都可以凝固；不管全脂或低脂鮮乳倒入薑汁中都可以凝固。
- 五、含有蛋白質的飲品，多能與薑汁中的蛋白酶起化學反應，而使加熱後的鮮奶凝固。
- 六、在薑汁與牛奶 1：15 比例的情況下，以奶粉沖泡的牛奶，要 15%濃度才能凝固。
- 七、撞擊高度並不影響薑汁撞奶的凝固量。
- 八、薑汁在低溫保存下比較能維持蛋白酶的活性，在三種保存方式中，冷凍的效果最佳，在-18°C的情形下，薑汁蛋白酶活性可維持 74 天。冷藏其次，在 4°C 中察薑可維持 27 天，其餘是 6-7 天。室溫最差最多 3 天。
- 九、不同薑種儲存於冷藏室中，老嫩薑只能維持 3 天，東山老薑 7 天、阿里山薑 6 天，而中寮薑則可維持 27 天的蛋白酶活性。
- 十、薑塊冷藏可維持活性 5 天，冷凍則可維持 15 天。
- 十一、生薑蛋白酶應該是促使蛋白質產生化學反應而凝固的主要原因，活性越大，凝固量越多。
- 十二、薑汁與牛奶完全反應的時間超過三分鐘，因此薑汁分兩次倒入牛奶中，還是會成功凝固，只是外觀效果會受影響。
- 十三、以 30 秒的間歇性輕微晃動，還是可以使蛋白質凝固的。
- 十四、薑汁撞奶要凝固得漂亮，反應時間至少要 8 至 9 分鐘才行。

柒、參考資料

一、如何辨識老薑和嫩薑的差別

<http://a886t.pixnet.net/blog/post/350261392-%E5%A6%82%E4%BD%95%E8%BE%A8%E8%AD%98%E8%80%81%E8%96%91%E5%92%8C%E5%AB%A9%E8%96%91%E7%9A%84%E5%B7%AE%E5%88%A5>

二、薑汁撞奶 <https://icook.tw/recipes/29517>

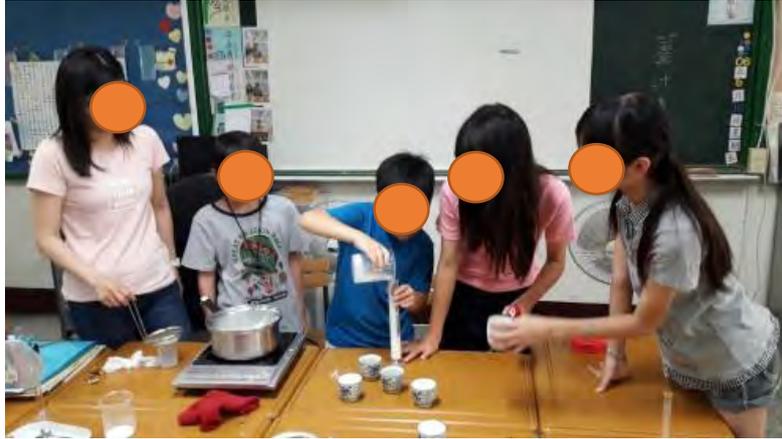
三、芽菜「酵」話~探索活力芽菜百寶箱 2011 高雄市第 51 屆科展生活應用

四、黃美如(民 86) 生薑蛋白酶之配置與生化特性之探討 台大碩士論文

捌、心得感想

我們做了九個多月的時間，在不斷努力與同學合作下，終於完成這次的科學研究。這次的科學探究，我們不僅學到薑汁撞奶的方法，更在一步步探索中，了解其中的奧妙。過程中我們彼此分工讓做事更有效率，更重要的是，學到如何探討科學的方法。研究做完後，我們才了解原來很多網路的傳聞並不見得都是真的，唯有發揮科學研究的精神，才能真正找到答案。

附錄：學習服務篇



這九個月的時間，我們成了薑汁撞奶專家，為了讓更多人懂得自己動手做美食，也為了服務弱勢，我們特地到資源班教導學弟妹做薑汁撞奶。他們這堂課上得好開心，我們也很有成就感喔！

【評語】 080208

薑汁撞奶是香港常見及容易自製的常民甜點，本作品在探討生薑蛋白酶對蛋白質凝固的研究，然而歷屆科展及網路上可以查詢到許多薑汁撞奶相關的研究甚至影片，對於選擇此探討作為科展的主題而言，需再發揮創意進行實驗設計才可能有新發現的說服力。

生薑蛋白酶應該是促使蛋白質產生化學反應而凝固的主要原因，活性越大，凝固量越多，結果具有知識性與實用性，但若能了解什麼化學反應造成蛋白質凝固，真的是酵素還是其他因素造成？建議可將薑汁加熱破壞活性，證明是否仍能使蛋白質凝固。配方比例是重量比還是體積比必須說明清楚。

作品海報

摘要

本研究探討鮮奶加入薑汁產生化學反應而使蛋白質凝固。經過一連串的實驗，發現薑汁與鮮奶比例1:6至1:60均可凝固，比例1:15凝固情形和口感都有不錯的呈現。鮮奶的最佳溫度為50°C~80°C，全脂或低脂鮮乳倒入薑汁中都會凝固。多種蛋白質飲品能與薑的蛋白酶起化學反應而凝固。沖泡奶粉須13%以上才能凝固。薑汁在低溫下能維持蛋白酶活性，中寮薑4°C可維持27天，其餘薑種4°C冷藏後7天的薑汁便失去活性，-18°C冷凍儲存的薑汁則可維持74天。薑塊於冷藏室可維持活性5天；於冷凍庫可維持活性15天。製作撞奶時，撞擊高度不影響結果，分次撞擊間隔時間須少於3分鐘，間隔30秒的輕微晃動仍可凝固；薑汁撞奶凝固最成功的反應時間須8分鐘以上。

研究目的

- 一、探究薑汁與牛奶的比例要如何配置才能成功？
- 二、牛奶的種類、品牌與溫度會影響薑汁撞奶的情形嗎？
- 三、薑的種類、保存方式、保存時間如何影響薑汁撞奶的情形？
- 四、薑汁撞奶其反應時間需要多久？不同的碰撞方式會影響其結果嗎？
- 五、探究薑汁讓牛奶凝固的真正原因。

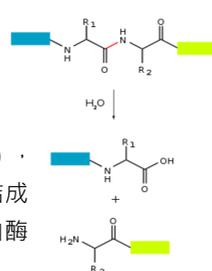
研究器材

設備：恆溫水槽、離心機、微波爐、小瓦斯爐、電磁爐、烤箱、pH儀
 器材：磨薑器、量筒、燒杯、三角錐瓶、小茶杯、鐵尺、溫度計、電子磅秤、小湯匙、離心管、微量滴管、塑膠滴管、濾紙片、培養皿、西卡紙、手電筒、鍋子、漏勺
 材料：各種品牌全脂鮮乳、低脂鮮乳、羊乳、黃豆、黑豆、幼嫩薑、老嫩薑、東山老薑、阿里山老薑、中寮老薑、太白粉、洋菜粉、雞蛋



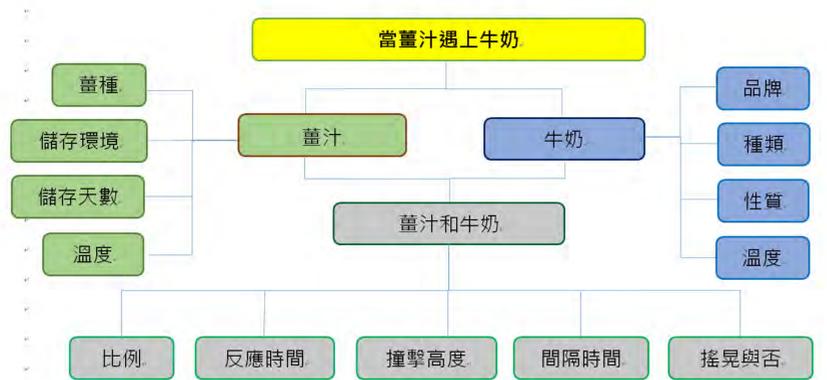
文獻探討

- 一、薑汁撞奶的做法：**
- (一)老薑磨成泥(去不去皮皆可)。
 - (二)過濾~直接用手擠乾就可以。
 - (三)薑汁倒進碗中~沉在底下的白色澱粉是凝固的關鍵，要用湯匙刮進碗中??
 - (四)鮮奶中小火加熱至90°C，熄火後加入糖略攪拌。
 - (五)用大容器來回倒約四次，這就是拉~目的是為了降溫。
 - (六)將降溫至約80°C的鮮奶倒進碗裡~這就是撞。
 - (七)靜置五分鐘不要動它就大功告成。



- 二、薑汁撞奶的原理：**
- (一)蛋白酶(英語:protease)是生物體內的一類酶(酵素)，它們能夠分解蛋白質。分解方法是打斷那些將胺基酸連成多肽鏈的肽鍵。抑制蛋白酶活性的小分子化合物被稱蛋白酶抑制劑。許多病毒蛋白酶的抑制劑是很有效的抗病毒藥。
 - (二)生薑含有蛋白酶，能與牛奶內的蛋白質發生化學反應，使牛奶凝成不可溶的狀態，讓牛奶凝固。

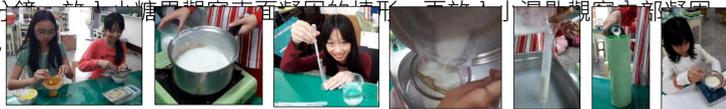
研究過程與結果



三、研究方法

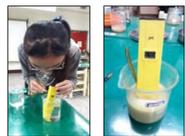
(一)薑汁撞奶：

- 1.將薑塊削皮、研磨成泥狀放在濾網中擠出薑汁。
- 2.量取定量薑汁放入小茶杯中，並放上20公分高的自製捲筒以固定撞擊高度。
- 3.量取100c.c牛奶放入鍋內加熱至滾燙狀態，以濾網過濾至燒杯中，再倒定量牛奶至量筒內，使用溫度計測量溫度，待降至75°C時迅速放在自製捲筒上，倒入裝有薑汁的小茶杯中。
- 4.等待20分鐘，並紀錄不同比例下凝固的情形，再放入小湯匙觀察內部凝固的情形。



(二)pH值檢測

- 1.校正pH檢測儀，將待測液體放入燒杯內。
- 2.讀取數值，測定三次求取平均值。



(三)蛋白酶活性測定

- 1.蛋白酶的基質為蛋白質，利用蛋白液稍微加熱時能因蛋白質變性而形成白色混濁溶液，將此混濁溶液與熱洋菜膠溶液(1%)混勻，倒入培養皿中，凝固後即成白色混濁洋菜膠。
- 2.取0.08c.c薑汁滴在直徑8.0mm的濾紙片上，再將濾紙片用鑷子放入培養皿中，反應36小時，蛋白酶會由濾紙片擴散而將臨近的白色混濁蛋白水解，因此產生透明圈。測量透明圈直徑二次求平均，透明圈直徑愈大，代表蛋白酶活性愈高。



(四)凝固量測量

- 1.測量3個100c.c.空燒杯重量並記錄。
- 2.將實驗成功的薑汁撞奶以小湯匙各取5g放入3個空燒杯中。
- 3.放入烤箱中以100°C烤2小時，讓其完全沒有水分。
- 4.測量連同薑汁撞奶的燒杯重量，減去空燒杯重再除以5g乘上100%，就是凝固量百分比。將三個數據加總除以3求取平均值。



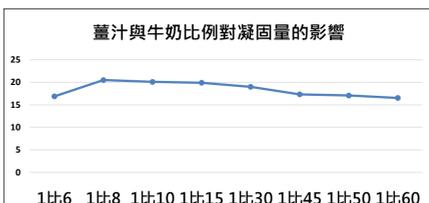
※說明：網路上有指導薑汁撞奶的方法，我們想驗證是否是真的呢？

- (一)薑汁與牛奶比例為1:6。
- (二)需要全脂牛奶才會成功。
- (三)牛奶溫度要80°C。
- (四)牛奶要一次倒完，不可分次倒。
- (五)要靜置不可搖晃。
- (六)薑塊不可冷凍。
- (七)薑汁沉澱物是關鍵，一定要挖進去與牛奶做反應。

研究一：找尋薑汁撞奶的成功方法~牛奶如何影響薑汁撞奶的凝固情形。

實驗一：探討薑汁與牛奶比例如何影響凝固量？

薑汁：牛奶	1:6	1:8	1:10	1:15
凝固百分比	16.87%	20.5%	20.1%	19.9%
相片				
描述	比較水，過濾出很多水分。	水份稍微少一些，表面光滑。	沒甚麼水，表面很光滑。	沒甚麼水，表面很光滑。
薑汁：牛奶	1:30	1:45	1:50	1:60
凝固百分比	19.00%	17.33%	17.07%	16.53%
相片				
描述	水分較少，表面光滑。	水分稍多了些，表面光滑。	水分偏多。	水分較多，但仍仍有凝固。



同學對於不同比例薑汁撞奶的喜好

比例	1:6	1:8	1:10	1:15	1:30	1:45	1:50	1:60
甲				○				
乙			○					
丙				○				
丁				○				
戊					○			
己				○				
總數	0	0	1	4	1	0	0	0

- 發現：(一)薑汁與牛奶的比例1:6到1:60都可以產生凝固的情形，1:65則不行。其中1:8~1:15的凝固百分比比較高。
 (二)請同學品嚐不同比例的薑汁撞奶並加以投票，發現1:15接受度最高，雖然1:8凝固量百分比最高，但大家覺得太辣，1:50以上則覺得薑味太淡奶味太重。
 (三)1:65薑汁量太少，無法結成凍狀。

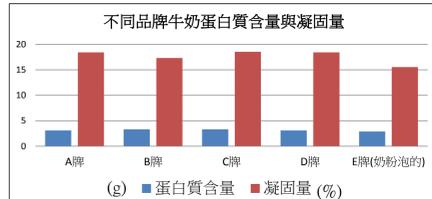
推論：薑汁要有足夠的量才能使蛋白質凝固；牛奶量也要足夠才有充足的蛋白質可以反應。

實驗二：探討牛奶品牌對凝固情形的影響。

品牌	A牌(全脂)	B牌(全脂)	C牌(全脂)	D牌(全脂)	E牌(奶粉泡的)
蛋白質	每100毫升3.1g	每100毫升3.3g	每100毫升3.3g	每100毫升3.1g	每100毫升2.9g
凝固量百分比	18.43%	17.33%	18.53%	18.43%	15.53%
相片					
描述	沒甚麼水，表面很光滑。	沒甚麼水，表面很光滑。	沒甚麼水，表面很光滑。	沒甚麼水，表面很光滑。	水份多。

發現：

- (一)四種不同品牌的全脂鮮乳加熱後倒入薑汁內，都可以凝固。
- (二)仔細分析不同品牌全脂鮮奶的成份，發現B牌和D牌蛋白質含量最高，但凝固量未必最高。但以奶粉泡的E牌牛奶，蛋白質含量最低，凝固量也最低。

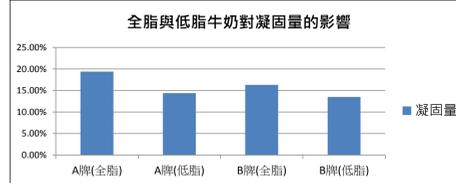


實驗三：探討全脂和低脂鮮奶對凝固情形的影響。

鮮奶性質	A牌(全脂)	A牌(低脂)	B牌(全脂)	B牌(低脂)
蛋白質	每100毫升3.1g	每100毫升3.0g	每100毫升3.0g	每100毫升3.0g
脂肪	每100毫升3.7g	每100毫升1.2g	每100毫升3.7g	每100毫升1.4g
凝固量百分比	19.4%	14.4%	16.3%	13.5%
相片				
描述	表面光滑，結凍情形良好。	表面光滑，感覺水份較多，湯匙有點下陷。	沒甚麼水，表面很光滑。	表面光滑沒有奶皮，水稍多一些。

發現：

- (一)不管全脂或低脂鮮乳倒入薑汁中都可凝固，但全脂鮮乳凝固效果比低脂鮮乳好。
- (二)仔細分析兩品牌鮮奶全脂與低脂的成份，A牌全脂的蛋白質每100毫升含量比低脂高0.1g，全脂的凝固量明顯比低脂多；B牌全脂、低脂蛋白質含量都一樣，脂肪量多了2.3g，但凝固量明顯比低脂多，所以凝固量是否也與脂肪有關，值得探討。



※思考：除了鮮奶外，還有其他的蛋白質飲品可以與薑汁進行反應而凝固嗎？

實驗四：探討不同含蛋白質飲品與薑汁反應，對凝固情形的影響。

飲品種類	鮮奶	羊奶	白豆漿	黑豆漿
凝固量百分比	19.30%	22.68%	16.80%	13.20%
相片				
描述	沒甚麼水，表面很光滑。	沒甚麼水，結凍情形良好表面很光滑但有羊騷味。	沒甚麼水，結凍情形良好表面很光滑。	水分較多，看起來比較脆弱。

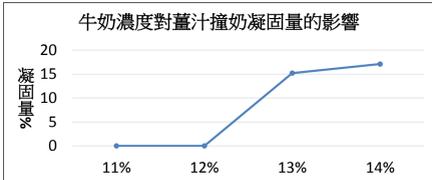
發現：鮮奶、羊乳、黃豆漿、黑豆漿加熱後倒入薑汁內都可凝固，其中羊奶凝固量最多，黑豆漿最少。

推論：含有蛋白質的飲品，多能與薑汁中的蛋白酶起化學反應，而使加熱後的鮮奶凝固。

實驗五：探討牛奶濃度對凝固情形的影響。

牛奶濃度	11%	12%	13%	14%
成功與否	×	×	○	○
凝固量	0	0	15.20%	17.10%
相片				

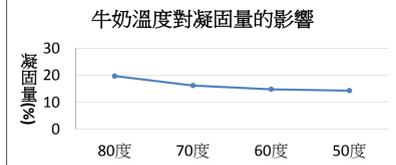
發現：在薑汁與牛奶1：15比例的情況下，以奶粉沖泡的牛奶，要13%濃度才能凝固。濃度越高，凝固量越多。
推論：牛奶的濃度要足夠，否則無法與薑汁發生反應而凝固。



實驗六：探討牛奶溫度對凝固情形的影響。

牛奶溫度	80°C	70°C	60°C	50°C	40°C
成功與否	○	○	○	○	×
凝固量百分比	19.7%	16.2%	14.8%	14.3%	×
相片					

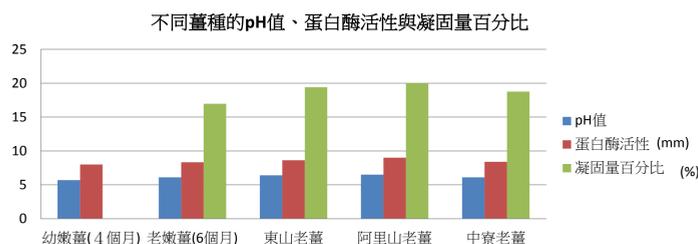
發現：鮮奶溫度在50°C~80°C之間都可以凝固，但溫度越低，含水量越多，凝固量越少。
推論：薑汁蛋白酶與牛奶的反應溫度不宜太低，低於50°C的溫度無法促使蛋白酶與蛋白質產生化學反應。



研究二：找尋薑汁撞奶的成功方法~薑汁如何影響薑汁撞奶的凝固情形。

實驗一：探討薑的種類對凝固情形的影響。

	幼嫩薑(4個月)	老嫩薑(6個月)	東山老薑	阿里山老薑	中寮老薑
pH值	5.7	6.1	6.4	6.5	6.1
蛋白酶活性	8.00mm	8.33mm	8.63mm	8.83mm	8.40mm
成功與否	×	○	○	○	○
凝固量百分比	0	16.9%	19.4%	19.83%	18.77%
相片					



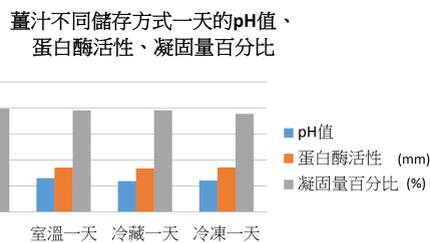
發現：
(一) 薑的種類對凝固情形的影響分別為：阿里山老薑>東山老薑>中寮老薑>老嫩薑，幼嫩薑則不能凝固。
(二) 以新鮮的薑汁來說，薑汁蛋白酶活性越大，與牛奶反應後產生的凝固量越多。
(三) 四種新鮮薑種的pH值大約都在5.7-6.5之間。

推論：
(一) 生薑蛋白酶含量會隨著薑塊成長時間的增長而增加，幼嫩薑因為種植時間太短，蛋白酶不夠多，以至於無法使牛奶凝固。
(二) 生薑蛋白酶應該是促使蛋白質產生化學反應而凝固的主要原因，活性越大凝固量越多。

實驗二：探討薑汁的存放方式對凝固情形的影響。

儲存環境	新鮮	室溫一天	冷藏一天	冷凍一天
pH值	6.1	6.4	5.9	6.0
蛋白酶活性	8.83mm	8.5mm	8.53mm	8.37mm
凝固量百分比	19.83%	19.52%	19.53%	18.64%
相片				

發現：薑的存放方式不同，對pH、蛋白酶活性、凝固量也會有所不同，以阿里山薑來說：室溫儲存一天pH值上升0.3，蛋白酶活性下降一點，凝固量跟著減少一點。冷藏儲存一天pH值下降0.2，蛋白酶活性會下降一點，凝固量跟著減少一些。冷凍儲存一天pH值下降0.1，蛋白酶活性下降較多，凝固量跟著減少。

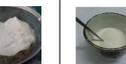
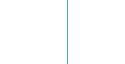
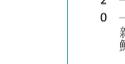


推論：生薑的存放環境不同，pH值、蛋白酶活性、與牛奶反應的凝固量也會有所不同，其中，新鮮的薑汁蛋白酶活性最大，凝固量也最多。

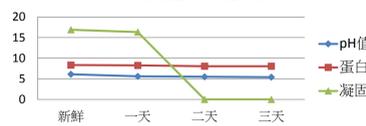
※思考：存放天數超過一天結果會是怎麼樣呢？不同薑種在不同環境存放，結果會相同嗎？

實驗三：探討薑汁的存放天數對凝固情形的影響？

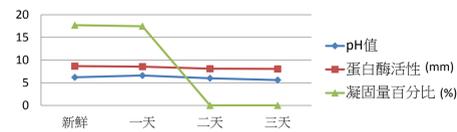
結果：(一)室溫儲存：(28°C)

薑種	老嫩薑				東山老薑			
	新鮮	一天	二天	三天	新鮮	一天	二天	三天
室溫天數	新鮮	一天	二天	三天	新鮮	一天	二天	三天
pH值	6.1	5.6	5.5	5.4	6.2	6.6	6.0	5.6
蛋白酶活性	8.33mm	8.26mm	8.05mm	8.05mm	8.67mm	8.56mm	8.10mm	8.05mm
成功與否	○	○	×	×	○	○	×	×
凝固量	16.9%	16.33%	0	0	17.7%	17.47%	0	0
相片								
描述	表面光滑，結塊明顯。	表面光滑，結塊明顯。	水狀，無奶皮，不成功	水狀，無奶皮，不成功	表面光滑，結塊明顯。	表面光滑，結塊明顯。	水狀，無奶皮，不成功	水狀，無奶皮，不成功
薑種	阿里山老薑				中寮老薑			
	新鮮	一天	二天	三天	新鮮	一天	二天	三天
室溫天數	新鮮	一天	二天	三天	新鮮	一天	二天	三天
pH值	6.1	8.5	6.5	7.5	6.1	6.7	5.8	7.7
蛋白酶活性	8.83mm	8.78mm	8.45mm	8.07mm	8.6mm	9mm	8.40mm	8.23mm
成功與否	○	○	○	×	○	○	○	○
凝固量	19.35%	19.21%	17.52%	0	19.20	19.55	19.13	18.62
相片								
描述	光滑，結塊明顯。	光滑，結塊明顯。	光滑，結塊明顯。	不成功	光滑，結塊明顯。	光滑，結塊明顯。	光滑，結塊明顯。	成功，有一點水。

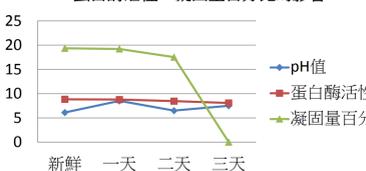
室溫儲存天數對老嫩薑pH值、蛋白酶活性、凝固量百分比的影響



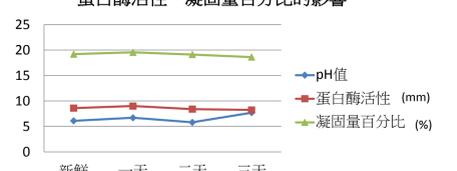
室溫儲存天數對東山老薑pH值、蛋白酶活性、凝固量百分比的影響



室溫儲存天數對阿里山老薑pH值、蛋白酶活性、凝固量百分比的影響



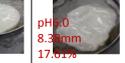
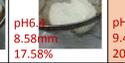
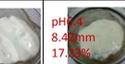
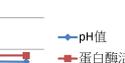
室溫儲存天數對中寮老薑pH值、蛋白酶活性、凝固量百分比的影響



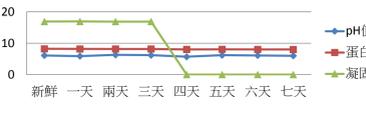
發現：

- 不同薑種儲存於室溫中，除嫩薑外，第一天的pH值都會上升，味道有一點開始改變依舊會使蛋白質凝固。
 - 不同薑種的薑汁儲存於室溫中，蛋白酶活性會有不同的變化，其中東山老薑到了第二天就無法使蛋白質凝固，而中寮和阿里山薑則到第三天才無法使蛋白質凝固。
- 推論：室溫的環境不適合儲存薑汁，存放一天後會開始變質，以致於pH值明顯上升，但蛋白酶活性依然存在，所以還可以使蛋白質凝固；但存放二天開始發酸，味道難聞，pH值又下降，可是中寮老薑和阿里山老薑蛋白酶活性依然存在，仍然可以使蛋白質凝固，到了第三天臭味難聞，蛋白酶已完全變質，再也無法使蛋白質凝固。

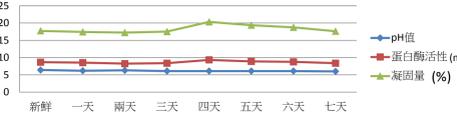
(二)冷藏室儲存：(4°C)

薑種	老嫩薑							
	新鮮	一天	兩天	三天	四天	五天	六天	七天
冷藏天數	新鮮	一天	兩天	三天	四天	五天	六天	七天
相片								
冷藏天數	新鮮	一天	兩天	三天	四天	五天	六天	七天
相片								
冷藏天數	新鮮	一天	兩天	三天	四天	五天	六天	七天
相片								
冷藏天數	新鮮	一天	兩天	三天	四天	五天	六天	七天
相片								
冷藏天數	新鮮	一天	兩天	三天	四天	五天	六天	七天
相片								
冷藏天數	新鮮	一天	兩天	三天	四天	五天	六天	七天
相片								
冷藏天數	新鮮	一天	兩天	三天	四天	五天	六天	七天
相片								

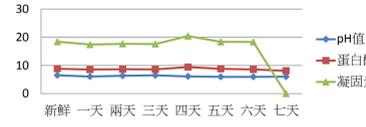
冷藏儲存天數對老嫩薑pH值、蛋白酶活性、凝固量百分比的影響

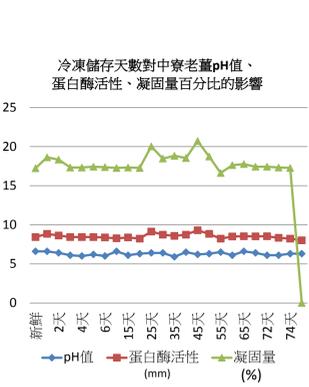


冷藏儲存天數對東山老薑pH值、蛋白酶活性、凝固量百分比的影響



冷藏儲存天數對阿里山老薑pH值、蛋白酶活性、凝固量百分比的影響

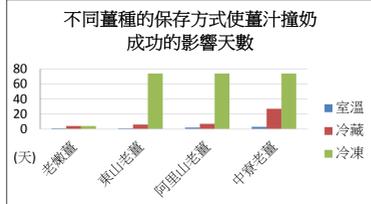




薑種	中寮老薑							
	新鮮	一天	二天	三天	四天	五天	六天	七天
pH值	6.6	6.6	6.4	6.1	6.0	6.2	6.0	6.6
蛋白酶活性	8.43 mm	8.83 mm	8.63 mm	8.43 mm	8.43 mm	8.43 mm	8.37 mm	8.33 mm
凝固量	17.23%	18.63%	18.33%	17.33%	17.33%	17.43%	17.37%	17.27%
相片								
冷凍天數	十五天	二十天	二十五天	三十天	三十五天	四十天	四十五天	五十天
pH值	6.1	6.3	6.4	6.4	5.9	6.5	6.2	6.3
蛋白酶活性	8.37 mm	8.27 mm	9.13 mm	8.73 mm	8.57 mm	8.73 mm	9.30 mm	8.83 mm
凝固量	17.33%	17.27%	20.04%	18.47%	18.83%	18.53%	20.73%	18.73%
相片								
冷凍天數	五十五天	六十天	六十五天	七十天	七十二天	七十三天	七十四天	七十五天
pH值	6.5	6.1	6.6	6.4	6.1	6.1	6.3	6.3
蛋白酶活性	8.22 mm	8.50 mm	8.53 mm	8.52 mm	8.53 mm	8.33 mm	8.23 mm	8.01 mm
凝固量	16.63%	17.63%	17.77%	17.43%	17.43%	17.33%	17.27%	0
相片								

發現：

- 在三種保存方式中，**冷凍的效果最佳**，在-18°C下，薑汁蛋白酶活性可維持74天。冷藏其次，在4°C中寮薑可維持27天，其餘是6-7天。室溫最差最多3天。



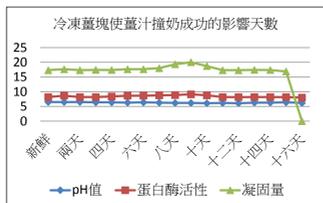
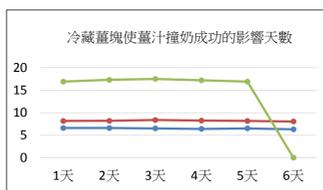
- 冷藏或冷凍保存下，薑汁即使存放多天，氣味都不會改變，室溫則在第二天起就有刺鼻味。

推論：

- 冷凍的效果最好，可能是薑汁在低溫保存下比較能維持蛋白酶的活性；而在室溫中效果最差，推論是室溫不適於蛋白酶生長。
- 即使在冷藏室中，蛋白酶保存時間也有一定的限度，依各種薑塊的特性，可達約七、八天。
- 放在冷凍庫的薑汁，因為溫度更低，蛋白酶的活性可以維持更久。
- 不同的薑種其蛋白酶活性存續的時間會有所不同。

實驗四：探討薑塊的保存方式對凝固情形的影響。

方式	冷藏薑塊						
	新鮮	一天	兩天	三天	四天	五天	六天
冷藏天數	新鮮	一天	兩天	三天	四天	五天	六天
pH值	6.5	6.6	6.6	6.5	6.4	6.5	6.3
蛋白酶活性	8.19mm	8.17mm	8.19mm	8.24mm	8.17mm	8.05mm	8.05mm
凝固量	17.33%	16.90%	17.30%	17.50%	17.20%	16.90%	0%
相片							
方式	冷凍薑塊						
冷藏天數	新鮮	一天	兩天	三天	四天	五天	六天
pH值	6.5	6.5	6.5	6.4	6.4	6.3	6.4
蛋白酶活性	8.19mm	8.66mm	8.19mm	8.20mm	8.40mm	8.66mm	8.66mm
凝固量	17.33%	17.67%	17.33%	17.43%	17.40%	17.67%	17.67%
相片							
冷藏天數	七天	八天	九天	十天	十一天	十二天	十三天
pH值	6.3	6.2	6.2	6.1	6.2	6.1	6.3
蛋白酶活性	8.78mm	8.89mm	9.12mm	8.80mm	8.19mm	8.18mm	8.20mm
凝固量	18.03%	19.35%	20.03%	18.74%	17.33%	17.33%	17.43%
相片							
冷藏天數	十四天	十五天	十六天				
pH值	6.3	6.4	6.2				
蛋白酶活性	8.20mm	8.17mm	8.03mm				
凝固量	17.40%	16.90%	0%				
相片							



發現：

- 薑塊冷藏可維持活性5天，冷凍則可維持15天。
- 冷凍薑塊的第九天，感覺特別完美，凝固量增加。

※思考：老薑薑汁經過低溫儲存多半可以維持蛋白酶的活性，如果在高溫中

實驗五：探討薑汁加熱溫度對凝固情形的影響。

薑種	東山老薑			阿里山老薑		中寮老薑		
	53.6°C	53.7°C	53.8°C	53.6°C	53.7°C	53.6°C	53.7°C	53.8°C
加熱溫度	53.6°C	53.7°C	53.8°C	53.6°C	53.7°C	53.6°C	53.7°C	53.8°C
成功與否	○	○	x	○	○	x	x	x
相片								

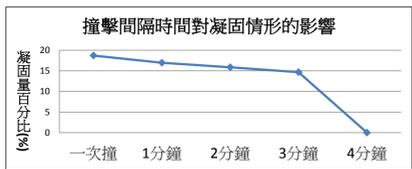
發現：三種老薑加熱後可以使牛奶凝固的最高溫度都在53.6°C左右，其中東山老薑和阿里山老薑可以加熱的最高溫度為53.7°C，中寮老薑則只到53.6°C，超過這個溫度則無法使牛奶凝固。

研究三：研究撞擊的方法如何影響薑汁撞奶的凝固情形。

實驗一：探討撞擊間隔時間對凝固情形的影響。

間隔	一次撞	1分鐘	2分鐘	3分鐘	4分鐘
成功與否	○	○	○	○	x
凝固量百分比	18.70%	16.97%	15.87%	14.67%	0
相片					
描述	表面光滑，結塊明顯。	結凍量較多，也較固態，水分有點多。	表面有結凍，無奶皮，但是有點稀。	湯匙有點沉下去了，幾乎都是水。	湯匙下陷，不成功。

發現：分兩次撞，間隔一分鐘影響的情形還不大，間隔兩分鐘、三分鐘效果就差一些，如果中間間隔4分鐘以上，就不會成功了。



推論：薑汁與牛奶完全反應的時間超過三分鐘，因此薑汁分兩次倒入牛奶中，

實驗二：探討撞擊高度對凝固情形的影響。

高度	1cm	10cm	20cm	30cm
凝固量百分比	18.41%	18.33%	18.27%	18.13%
相片				
描述	表面光滑，稍微有點水份。	表面光滑，稍微有點水份。	表面光滑，稍微有點水份。	衝擊力道太大牛奶會濺出來表面光滑，但有一點水份。



發現：牛奶只要不濺出來，撞擊高度並不影響薑汁撞奶的凝固量。

實驗三：探討搖晃與否對凝固情形的影響。

搖晃程度	不晃	一直晃	10秒晃一次	20秒晃一次	30秒晃一次
成功與否	○	x	⊗	⊗	○
凝固量百分比	18.70%	0	0	14.10%	18.10%
相片					
描述	表面光滑，水份不多。	表面完全不成功，碎塊狀，而且水分很多。	表面的湯匙沉下去了，水分太多了。	有一點稀稀的，但是有些微結塊的情形。	成功，跟沒晃的差不多。

發現：搖晃與否對凝固量的影響依序為：不晃>30秒晃一次>20秒晃一次>10秒晃一次>一直晃。

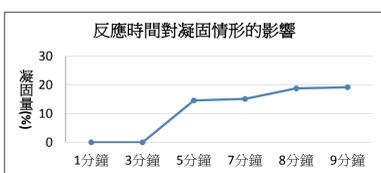
推論：薑汁撞奶的過程中，如果以30秒的間歇性晃動，其實還是可以使蛋白質凝固的。

實驗四：探討反應時間對凝固情形的影響。

反應時間	1分鐘	3分鐘	5分鐘	7分鐘	8分鐘	9分鐘
凝固量	0	0	14.60%	15.13%	18.80%	19.20%
相片						
描述	湯匙完全下沉，裡面都是液體，完全不成功。	雖然表面成功，但含水量很多，不能算成功。	湯匙有一點沉下去，含水量多，不算成功。	湯匙有點沉下去，含水量稍微少一點。	表面光滑，結塊明顯，但有點水份。	表面光滑，結塊明顯，非常成功。

發現：(一)不管全脂或低脂鮮乳倒入薑汁中都可凝固，但全脂鮮乳凝固效果比低脂鮮乳好。

(二)仔細分析兩品牌鮮乳全脂與低脂的成份，A牌全脂的蛋白質每100毫升含量比低脂高0.1g，全脂的凝固量明顯比低脂多；B牌全脂、低脂蛋白質含量都一樣，脂肪量多了2.3g，但凝固量明顯比低脂多一些，所以凝固量是否也與脂肪有關，值得探討。



發現：薑汁撞奶要凝固得漂亮，反應時間至少要8-9分鐘才行。

推論：薑汁與牛奶中蛋白質的反應時間要充裕，才能有漂亮的凝固效果。

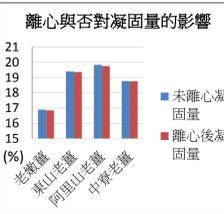
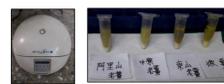
研究四：探究使薑汁撞奶凝固的原因。

※說明：網路上都說薑汁底部的白色沉澱物是使薑汁撞奶成功的關鍵，必須把沉澱物挖入一起反應才能使牛奶凝固。這是真的嗎？抱著存疑的心態，我們又做了以下的實驗：

實驗一：離心過後的薑汁，可不可以使牛奶凝固呢？

方法：將四種薑汁各取1c.c共五份放入離心中，以每秒10000轉離心2分鐘，之後取上層液4.38c.c以1：15的比例倒入小茶杯中，再將65.62c.c的熱鮮奶倒入茶杯，等待9分鐘後觀察記錄其凝固情形。

薑種	老嫩薑	東山老薑	阿里山老薑	中寮老薑
成功與否	○	○	○	○
未離心凝固量	16.90%	19.40%	19.83%	18.77%
離心後凝固量	16.85%	19.36%	19.75%	18.75%
離心後相片				



發現：即使沒有底層的沉澱物，依然可以使薑汁撞奶成功凝固，且凝固量與之前的差異並不大。

推論：蛋白酶不存在於底部的白色沉澱物中，或是含量極少。

※思考：那底部白色沉澱物到底是甚麼呢？是澱粉嗎？我們進一步做實驗證明。

實驗二：探討白色沉澱物是甚麼物質呢？

方法：(一)將離心後的薑汁，抽出上層液，剩下白色的沉澱物。

(二)加95°C熱水1c.c入離心中就蓋起棉塞，直到完全溶解。



結果：經過搖晃後發現離心管變成藍黑色，依據碘液遇到澱粉會變藍黑色的原理，我們推測薑汁底部的沉澱物裡面含有澱粉。

討論

- 其實我們嘗試過用薑黃來進行實驗，但怎麼試都不成功，推測薑黃跟薑基本上是不一樣的性質，不能使牛奶的蛋白質凝固。
- 我們也嘗試使用不同材質與不同大小的容器，以及進行加不加蓋、加入添加物的實驗，發現都不影響凝固情形。
- 每次實驗時，都由固定的人操作同一項工作，以增加實驗的準確性。
- 簡單的方法就能製作天然美味的點心，薑汁撞奶值得推薦給您！

結論

- 使用老薑與加熱後的全脂鮮奶相混合，1：6到1：60都可以產生凝固的情形，但1：15則在凝固情形和口味之間都有不錯的呈現。
- 鮮奶溫度在50°C~80°C之間都可以凝固，但溫度越低，含水量越多，凝固量越少。
- 薑汁要有足夠的量才能使蛋白質凝固；且牛奶的量也要足夠，才有充足的蛋白質可以反應。
- 不同品牌的全脂鮮乳加熱後倒入薑汁內，都可以凝固；不管全脂或低脂鮮乳倒入薑汁中都可以凝固。
- 含有蛋白質的飲品，多能與薑汁中的蛋白酶起化學反應，而使加熱後的鮮奶凝固。
- 1：15比例的情況下，以奶粉沖泡的牛奶，要13%濃度才能凝固。
- 撞擊高度並不影響薑汁撞奶的凝固量。
- 薑汁在低溫保存下比較能維持蛋白酶的活性，在三種保存方式中，冷凍的效果最佳，在-18°C的情形下，薑汁蛋白酶活性可維持74天。冷藏其次，在4°C中寮薑可維持27天，其餘是6-7天。室溫最差最多3天。
- 不同薑種儲存於冷藏室中，老嫩薑薑汁只能維持3天，東山老薑薑汁7天、阿里山薑薑汁6天，而中寮薑薑汁則可維持27天的蛋白酶活性。
- 薑塊冷藏可維持活性5天，冷凍則可維持15天。
- 生薑蛋白酶的活性加熱到53.6°C左右會被破壞，導致蛋白質無法凝固。
- 薑汁與牛奶完全反應的時間超過三分鐘，因此薑汁分兩次倒入牛奶中，還是會成功凝固，只是外觀效果會受影響。

參考資料

- 黃美如(民86)生薑蛋白酶之配置與生化特性之探討 台大碩士論文
- 芽菜「酵」話 探索活力芽菜百寶箱 2011高雄市第51屆科展生活應用