

臺南市 107 年度國小學生獨立研究競賽作品(封面)

作品名稱：「奶」香尋味，「酪」在其中

編號：

--	--

(由承辦單位統一填寫)

## 「奶」香尋味，「酪」在其中

### 研究摘要

1. 吉利丁濃度越低的奶酪凝結狀況越稀軟，吉利丁+牛奶以 1.5% 的濃度比例最好吃。吉利丁加越多，糖度增加越高。
2. 吉利丁粉要先用 30°C 以上的水去溶解，加入 40°C~60°C 的牛奶，凝結過程中需放置在冰箱 5°C 冷藏室，凝結時間要 5 小時。
3. 添加糖、梅子醋會增加奶酪的凝結度，動物性奶油會降低奶酪的凝結度，鹽不影響奶酪的凝結度；添加物會讓奶酪口感層次更豐富，建議奶酪的添加物比例如下。

100g 的奶酪	吉利丁粉	水	牛奶	動物性奶油	糖	鹽	梅子醋
	1.5%	18.5%	62.9%	10%	5%	0.1%	2%

4. 下表是代替吉利丁食材的濃度比例，最接近牛奶奶酪(吉利丁 1.5%) 的口感。但不同的食材，製作過程要注意的地方也不同；愛玉無法製成奶酪。

	吉利 T 粉	洋菜	太白粉	玉米粉	蛋白
濃度比例	1%	0.2%	5%	5%	30%

5. 下表是代替牛奶食材，最接近牛奶奶酪(吉利丁 1.5%) 口感的吉利丁濃度比例。

	10% 糖水	分解茶	黑木耳露	洛神紅纖	仙草干茶	優酪乳	豆漿
吉利丁濃度比例	1%	2%	2%	1.5%	1.5%	1%	1.5%

6. 果泥越多奶酪凝結越好，但果泥越多，纖維越多，口感越不好；果汁越多凝結越不好，但果汁糖度越高，奶酪口感越好；檸檬汁越多奶酪凝結越好，因酸會增加奶酪的凝結；鳳梨、奇異果因有分解蛋白質的酵素，無法製成奶酪；木瓜果泥加不加吉利丁都能凝結，口感雖未能達標準，但沒有苦味。

## 第一章 研究動機及目的

### 一、研究動機

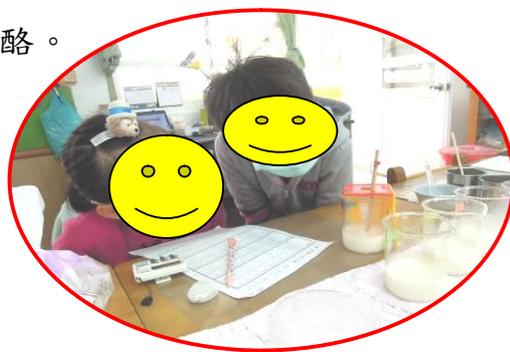
有一次和家人去餐廳吃飯，餐後甜點是奶酪，覺得奶酪很好吃，就上網查如何自己動手做奶酪，發現奶酪只要將牛奶加入吉利丁再放入冰箱 1 天中就可以製成。

在學校與老師、同學提到這個想法，大家都覺得很有趣，因此我們想要研究這個主題，一起製作出美味又健康的奶酪。

相關課程：自然三上第四單元廚房裡的科學(康軒版)、自然五上第三單元水溶液(康軒版)。

### 二、研究目的

1. 找出牛奶和吉利丁最適合的**濃度比例**來製作奶酪。
2. 找出**不同溫度**對奶酪凝結的影響。
3. 找出**不同添加物**對奶酪凝結的影響。
4. 找出可**代替吉利丁**的食材來製作奶酪。
5. 找出可**代替牛奶**的食材來製作奶酪。
6. 找出在製作奶酪時可**增加風味的水果**。



## 第二章 文獻探討

### 一、吉利丁與牛奶

吉利丁，又稱明膠或魚膠，從英文名「Gelatine」譯音而來，是以動物皮、骨內的蛋白質即膠原製成，帶淺黃色透明，無味的膠質，主要成分為蛋白質。吉利丁粉是粉狀的吉利丁，用於果凍及西點，**吉利丁直接以熱水攪拌至吉利丁融化即可**(維基百科，2018)。

牛奶是目前國人不可或缺的食品，其營養價值是大家所重視，國人希望從牛奶中得到蛋白質分解後的養分，但牛奶在過度加熱後牛奶會完全喪失其營養，因此建議避免牛奶過度加熱(陳文亮、毛仁淡，2005)。牛奶裝進杯子放在鍋內，約使用半鍋水量，以小火**隔水加熱**約 3~5 分鐘，以**不超過 60°C**的熱水溫牛奶，**因超過 60°C，蛋白質易產生變化、凝結**(蘋果日報，2005)。

### 二、奶酪的相關研究

基於研究目的，以下僅就中小學科展奶酪的相關研究結果做說明。

《「凍未條」~吉利丁與水果酵素的邂逅》(林哲宇等，2014) 研究結果顯示：1. 最省錢、口感又好吃的吉利丁果凍比例是**重量百分比10%**。2. 熱水攪拌

後的吉利丁果凍，在25°C就會開始凝結。凝結最佳時間，是放置室溫(25°C以下)16~24小時，但凝結2小時左右就可以食用。3. 檸檬汁會讓吉利丁耐壓力變大，鳳梨、奇異果有水果酵素，無法讓吉利丁凝結。4. 添加物-糖(2g)，會讓吉利丁果凍(100ml)變得比較硬。

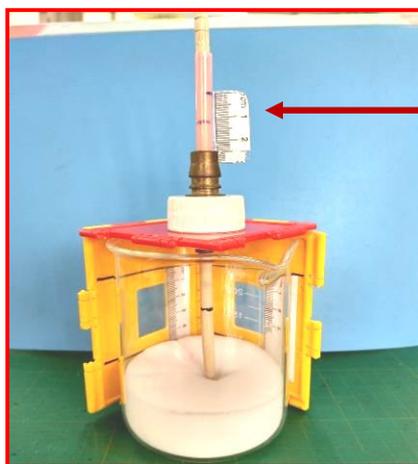
《水嫩嫩-閃閃動人~果凍製作之研究與應用》(謝湘君等，2013)研究結果顯示：1. 酸性的環境會抑制明膠的凝結度，鹼性和中性的環境不會抑制明膠的凝結度。2. 砂糖可以增加及加強凝膠體的成型。3. 200公克的果凍，需要2公克的吉利T，若是少於此量不能成型。4. 明膠凝結的溫度是40°C以上，但在明膠溶化後又必需要降溫才可讓果凍成型，溫度控制是製作果凍很重要因素之一。

綜合上述，本研究將採實驗研究法，根據研究目的，主要以牛奶加入吉利丁凝結成奶酪為研究對象。

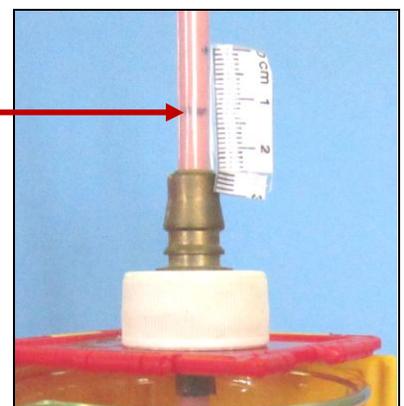


### 第三章 研究設備與器材

- 一、食材：全脂牛奶、吉利丁、糖、動物性奶油、植物性奶油、鹽、梅子醋、吉利T、洋菜粉、愛玉子、蛋白、玉米粉、太白粉、10%糖水、分解茶、黑木耳露、洛神紅纖茶、梅子醋、仙草干、優酪乳、豆漿、草莓、茂谷柑、香蕉、鳳梨、奇異果、木瓜、檸檬。
- 二、設備：紫外線消毒箱、卡式瓦斯爐、電鍋、燒杯、量杯、電子秤、pH測量機、糖度計、冰箱、溫度計、計時器。
- 三、設計自製奶酪凝結測量器：用來測量奶酪凝結狀況。  
測量結果解釋：0.5cm<下降高度<2.5cm，達到凝固標準。



放大→→  
下降1.2cm



## 第四章 研究過程及方法

奶酪製作過程：

1. 紫外線消毒實驗容器	2. 吉利丁加水溶解，形成吉利丁水溶液	3. 牛奶加熱至60°C，加吉利丁水溶液，測糖度
		
4. 待溫度降至室溫後，後放入冰箱1天	5. 用自製奶酪凝結測量器測奶酪凝結狀況。	6. 試吃奶酪，記錄試吃評分結果
		

研究一、找出牛奶和吉利丁最適合的**濃度比例**來製作奶酪。

1-1. **吉利丁+牛奶**以不同的濃度比例，進行實驗。

1. 實驗步驟：

(1) 先量吉利丁的重量(g) 放入燒杯，如下表，再加入水至 20g。

(2) 牛奶加熱至 60°C，再取 80g 放入吉利丁燒杯，測糖度。

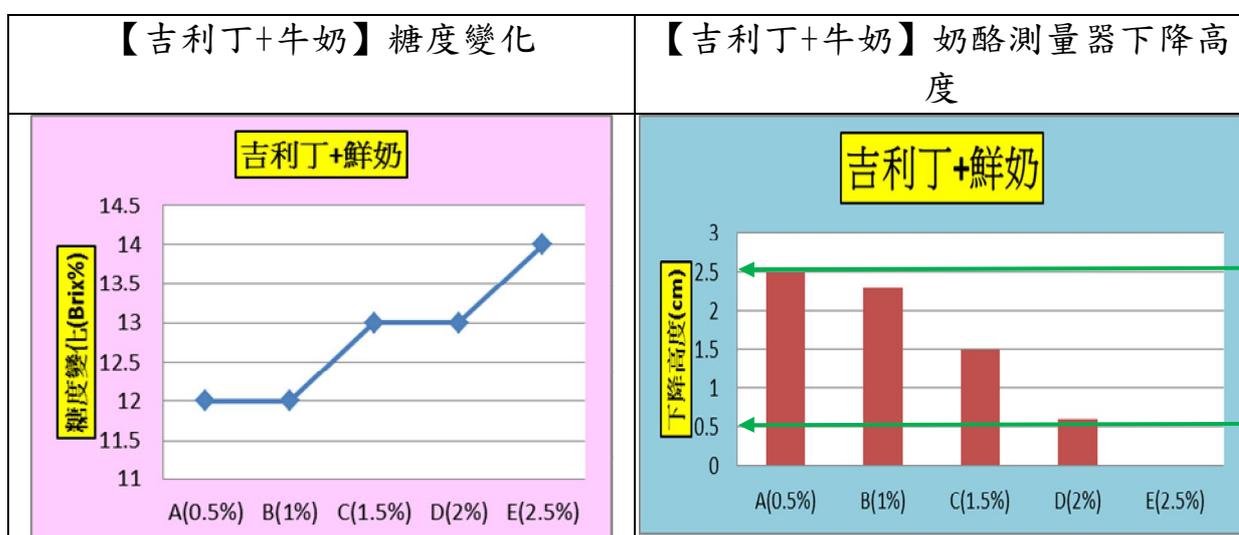
	A(0.5%)	B(1%)	C(1.5%)	D(2%)	E(2.5%)
吉利丁(g)	0.5	1	1.5	2	2.5
水(g)	19.5	19	18.5	18	17.5
牛奶(g)	<b>80</b>				
糖度	12	12	13	13	14



用「秤」讓實驗更精準↑

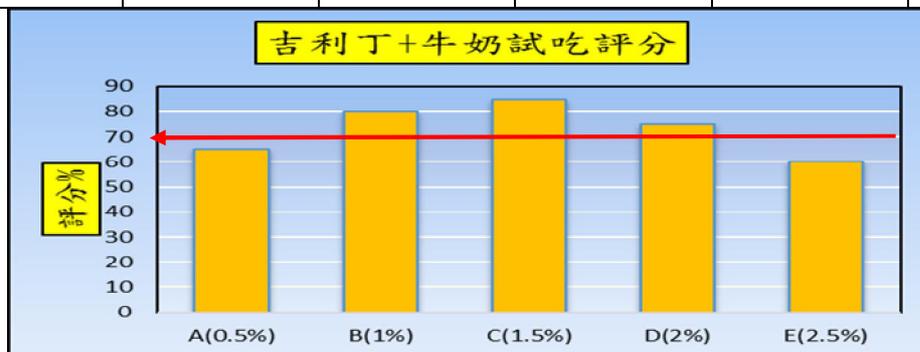
(3)待溫度降至室溫，放入冰箱 1 天後，再用自製奶酪測量器測凝結狀況。

	A(0.5%)	B(1%)	C(1.5%)	D(2%)	E(2.5%)
成品	 會流動	 不會流動	 不會流動	 不會流動	 不會流動
測量奶酪凝結狀況					
下降高度(cm)	2.5	2.3	1.5	0.6	0
0.5cm<下降高度<2.5cm	X	●	●	●	X



(4)試吃綜合評分表

	A(0.5%)	B(1%)	C(1.5%)	D(2%)	E(2.5%)
口感	微甜 稀	微甜 軟嫩	微甜 軟嫩	微甜 軟	微甜 軟Q
評分%	65	80	85	75	60
≥70%	X	●	●	●	X



## 2. 結果說明：

- (1) 吉利丁濃度越低的奶酪凝結狀況越稀軟。
- (2) 吉利丁粉加得越多，糖度增加越高，約 1 克增加糖度 1 度。
- (3) 試吃結果：吉利丁+牛奶以 1.5% 的濃度比例最好吃，1% 的次之。
- (4) 由實驗 1-1 訂定奶酪的凝結標準，以 **口感評分  $\geq 70\%$** ，  
**0.5cm < 下降高度 < 2.5cm** 的凝結狀況，判定奶酪成型標準。

## 研究二、找出不同溫度對奶酪凝結的影響。

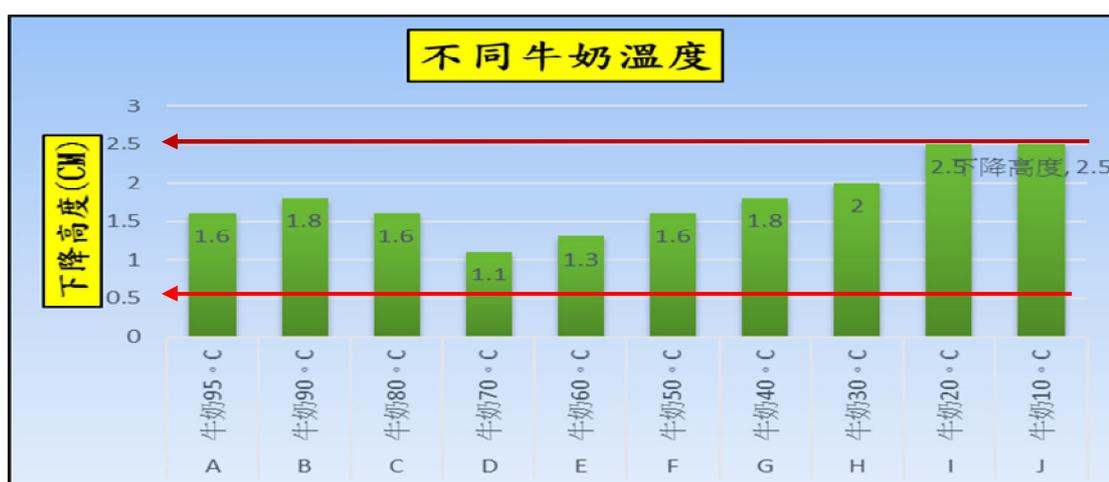
2-1-1. 吉利丁+牛奶以 1.5% 濃度比例，吉利丁粉加入不同溫度的牛奶，進行實驗。

### 1. 實驗步驟：

(1) 量 10 杯吉利丁粉 1.5g，加入不同溫度的牛奶 98.5g，如下表，攪拌 1 分鐘。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	牛奶 95°C	牛奶 90°C	牛奶 80°C	牛奶 70°C	牛奶 60°C	牛奶 50°C	牛奶 40°C	牛奶 30°C	牛奶 20°C	牛奶 10°C
吉利丁	1.5g									
牛奶	98.5g									
狀況	攪拌 1 分鐘後，凝結前 10 杯都有吉利丁結塊									

(2) 待溫度降至室溫，放入冰箱 1 天後，再用自製奶酪測量器測凝結狀況。



(3) 試吃綜合評分表

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	牛奶 95°C	牛奶 90°C	牛奶 80°C	牛奶 70°C	牛奶 60°C	牛奶 50°C	牛奶 40°C	牛奶 30°C	牛奶 20°C	牛奶 10°C
口感	甜嫩， 有吉利丁顆粒			甜軟嫩，有吉利丁顆粒				甜稀，有吉利丁結塊		
評分%	70	76	75	80	80	84	70	66	65	52
≥70%	●	●	●	●	●	●	●	X	X	X

2-1-2. 吉利丁+牛奶以 1.5%濃度比例，吉利丁粉加入不同溫度的水溶解，再加 60°C 的牛奶，進行實驗。

1. 實驗步驟：

(1) 量 10 杯吉利丁粉 1.5g，加入不同溫度的水，如下表，讓吉利丁溶解。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	水 95°C	水 90°C	水 80°C	水 70°C	水 60°C	水 50°C	水 40°C	水 30°C	水 20°C	水 10°C
吉利丁	1.5g									
水	18.5g									
牛奶	80g									
攪拌 1 分鐘後，狀況	凝結前無吉利丁結塊								凝結前有吉利丁結塊	

(2) 待 10 杯吉利丁溶於水後，加入 60°C 的牛奶 80g，攪拌 1 分鐘。

(3) 待溫度降至室溫，放入冰箱 1 天後，再用自製奶酪測量器測凝結狀況。



(4) 試吃綜合評分表

	A 水 95°C	B 水 90°C	C 水 80°C	D 水 70°C	E 水 60°C	F 水 50°C	G 水 40°C	H 水 30°C	I 水 20°C	J 水 10°C
口感	甜軟嫩								甜稀， 有吉利丁 結塊	
評分%	75	80	85	92	85	86	83	89	65	65
≥70%	●	●	●	●	●	●	●	●	X	X

2-1-3. 吉利丁+牛奶以 1.5% 濃度比例，吉利丁粉加入 30°C 的水溶解，再加入不同溫度的牛奶，進行實驗。

1. 實驗步驟：

- (1) 量 10 杯吉利丁粉 1.5g，加入 30°C 的水 18.5g，讓吉利丁完全溶解。
- (2) 分別加入不同溫度的牛奶，如下表，攪拌 1 分鐘

	A 牛奶 95°C	B 牛奶 90°C	C 牛奶 80°C	D 牛奶 70°C	E 牛奶 60°C	F 牛奶 50°C	G 牛奶 40°C	H 牛奶 30°C	I 牛奶 20°C	J 牛奶 10°C
吉利丁	1.5g									
水	18.5g									
牛奶	80g									
攪拌 1 分鐘後的狀況	凝結前有吉利丁結塊								凝結前無 吉利丁結 塊	



以溫度計測 20°C、10°C 牛奶 ↑

(3)待溫度降至室溫，放入冰箱1天後，再用自製奶酪測量器測凝結狀況。



(4)試吃綜合評分表

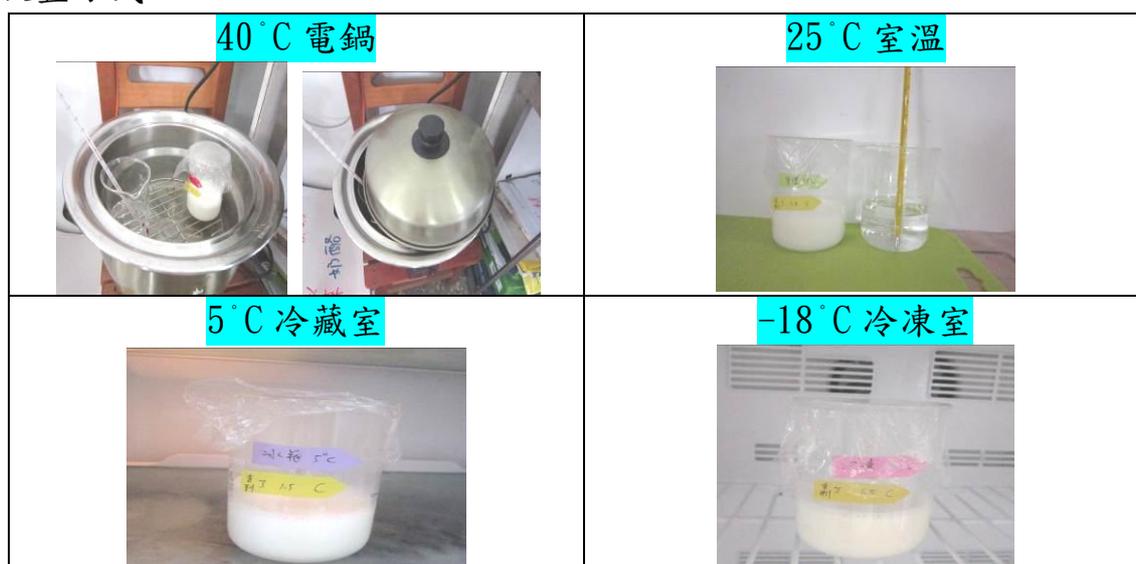
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	牛奶 95°C	牛奶 90°C	牛奶 80°C	牛奶 70°C	牛奶 60°C	牛奶 50°C	牛奶 40°C	牛奶 30°C	牛奶 20°C	牛奶 10°C
口感	甜軟嫩							甜稀， 有吉利丁結塊		
評分%	75	76	80	84	85	86	70	60	60	55
≥70%	●	●	●	●	●	●	●	X	X	X

2-2. 吉利丁+牛奶以 1.5%濃度比例，置於不同溫度下讓奶酪凝結，進行實驗。

1. 實驗步驟：

(1)同【1-1 實驗步驟(1)(2)】。

(2)放置方式：



2. 實驗紀錄

(1)用自製奶酪凝結測量器測量

下降高度(cm)	40°C 電鍋	25°C 室溫	5°C 冷藏室	-18°C 冷凍室
1 小時	2.5	2.5	2.5	2.3
2 小時	2.5	2.5	2.5	0.3
3 小時	2.5	2.5	1.9	-0.2
4 小時	2.5	2.5	1.4	-0.5
5 小時	2.5	2.5	1.5	-0.5
6 小時	2.5	2.5	1.5	-0.5
7 小時	2.5	2.5	1.5	-0.5
8 小時	2.5	2.5	1.5	-0.5
24 小時	2.5	2.5	1.5	-0.5

3. 研究二結果說明：

- (1)由實驗 2-1-1 發現：吉利丁粉要用水去溶解，若直接用熱牛奶或冰牛奶，會讓吉利丁有結塊的現象。
- (2)由實驗 2-1-2 發現：讓吉利丁溶解的水至少要 30°C 以上。
- (3)由實驗 2-1-3 發現：牛奶的溫度要在 40°C 以上，奶酪的口感會比較好，此結果與《閃閃動人～果凍製作之研究與應用》之結果相同。但因牛奶加熱到 60°C 以上，營養會流失很多，因此做奶酪的牛奶的溫度要在 40°C~60°C。
- (4)由實驗 2-2 發現：奶酪要凝結需放置在冰箱 5°C 冷藏室，且需要 5 小時。其結果與《「凍未條」～吉利丁與牛奶果酵素的邂逅》(林哲宇等，2014) 研究結果不同：吉利丁果凍，在 25°C 就會開始凝結，凝結 2 小時左右就可以食用。可能是因為果凍的主要成份是水，而奶酪的主要成份是牛奶。

研究三、找出不同添加物對奶酪凝結的影響。

3-1. 糖+濃度 1.5%的吉利丁牛奶溶液，進行實驗。

1. 實驗步驟：【同實驗步驟 2-1-1】

	A(0%)	B(5%)	C(10%)	D(15%)	E(20%)
糖(g)	0	5	10	15	20
吉利丁牛奶溶液(g)	100	95	90	85	80
下降高度(cm)	1.5	1.5	1.2	1.1	0.9
0.5cm<下降高度<2.5cm	●	●	●	●	●
評分%	80	90	92	76	65
≥70%	●	●	●	●	X

3-2-1. 植物性奶油+濃度 1.5%的吉利丁牛奶溶液，進行實驗。

1. 實驗步驟：【同實驗步驟 2-1-1】

	A(10%)	B(20%)	C(30%)	D(40%)	E(50%)
植物性奶油(g)	10	20	30	40	50
吉利丁牛奶溶液(g)	90	80	70	60	50
下降高度(cm)	1.2	1.1	0.9	0.8	0.7
0.5cm<下降高度<2.5cm	●	●	●	●	●
評分%	88	72	66	46	40
≥70%	●	●	X	X	X

3-2-2. 動物性奶油+濃度 1.5%的吉利丁牛奶溶液，進行實驗。

1. 實驗步驟：【同實驗步驟 2-1-1】

	A(10%)	B(20%)	C(30%)	D(40%)	E(50%)
動物性奶油(g)	10	20	30	40	50
吉利丁牛奶溶液(g)	90	80	70	60	50
下降高度(cm)	1.1	1.3	1.4	1.5	1.7
0.5cm<下降高度<2.5cm	●	●	●	●	●
評分%	90	90	87	73	65
≥70%	●	●	●	●	X

3-3. 鹽+濃度 1.5%的吉利丁牛奶溶液，進行實驗。

1. 實驗步驟：【同實驗步驟 2-1-1】

	A(0.1%)	B(0.2%)	C(0.3%)	D(0.4%)	E(0.5%)
鹽(g)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
吉利丁牛奶溶液(g)	99.9	99.8	99.7	99.6	99.5
下降高度(cm)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
0.5cm<下降高度<2.5cm	●	●	●	●	●
評分%	79	86	80	58	54
≥70%	●	●	●	X	X

3-4. 梅子醋+濃度 1.5%的吉利丁牛奶溶液，進行實驗。

1. 實驗步驟：【同實驗步驟 2-1-1】

	A(1%)	B(2%)	C(3%)	D(4%)	E(5%)
梅子醋(g)	2	4	6	8	10
吉利丁牛奶溶液(g)	98	96	94	92	90
下降高度(cm)	0.7	0.7	0.5	0.5	0.3
0.5cm<下降高度<2.5cm	●	●	X	X	X
評分%	70	84	80	68	66
≥70%	●	●	●	X	X



梅子醋奶酪 ↑

2. 研究三結果說明：

- (1)由實驗 3-1 發現：添加越多「糖」的奶酪，凝結力會越來越好；糖要加至 10% 才有影響。糖讓奶酪的口感更好，但糖吃多了也不益健康，因此建議糖只加 5%，口感就有影響。
- (2)由實驗 3-2 發現：添加越多「植物性奶油」的奶酪，凝結力會越來越好；添加越多「動物性奶油」的奶酪，凝結力越來越不好。添加「奶油」的奶酪，口感較滑嫩，但不健康，因此建議添加量約 10% 即可。
- (3)由實驗 3-3 發現：添加少許的「鹽」的對奶酪的凝結力沒有影響。但加太多的鹽會影響口感，對健康也不好，約 0.1% 的鹽，會讓奶酪味道層次更豐富。
- (4)由實驗 3-4 發現：添加越多「梅子醋」的奶酪，凝結力會越來越好。加少許的梅子醋，約 2%，會讓奶酪味道層次更豐富。

研究四、找出可代替吉利丁的食材來製作奶酪。

4-1. 吉利 T+牛奶做吉利 T 奶酪。

1. 實驗步驟：

- (1)先量吉利 T 的重量(g) 放入燒杯，如下表。
- (2)牛奶加熱至 60。C，放入吉利 T 至 100g，測糖度。
- (3)將燒杯隔水加熱至 95 度。
- (4)待溫度降至室溫，放入冰箱 1 天。
- (5)再用自製奶酪測量器測凝結狀況。



吉利 T 奶酪 E 杯下降 0cm ↑

(6) 試吃綜合評分表

吉利 T	A(0.5%)	B(1%)	C(1.5%)	D(2%)	E(2.5%)
吉利 T(g)	0.5	1	1.5	2	2.5
牛奶(g)	99.5	99	98.5	98	97.5
下降高度(cm)	2.5	1.1	0.9	0.1	0
0.5cm<下降高度<2.5cm	X	●	●	X	X
評分%	58	78	74	60	56
≥70%	X	●	●	X	X

4-2. 洋菜粉+牛奶做洋菜粉奶酪。

1. 實驗步驟：

- (1)先量洋菜粉的重量(g) 放入燒杯，如下表，先加部分牛奶(室溫)，待洋菜粉充分溶解，再加入剩下的牛奶至 100g。
- (2)燒杯隔水加熱不停攪拌至牛奶滾，待溫度降至室溫，放入冰箱 1 天。
- (3)用自製奶酪測量器測凝結狀況。
- (4)試吃綜合評分表



洋菜奶酪 C 杯下降 0.2CM ↑

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
洋菜(g)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	1	1.5	2	2.5
牛奶(g)	99.9	99.8	99.7	99.6	99.5	99	98.5	98	97.5
下降高度(cm)	2.3	1.1	0.2	0.1	0	0	0	0	0
0.5cm<下降高度<2.5cm	●	●	X	X	X	X	X	X	X
評分%	96	96	88	70	72	64	64	58	58
≥70%	●	●	●	●	X	X	X	X	X

4-3. 太白粉+牛奶做太白粉奶酪。

4-4. 玉米粉+牛奶做玉米粉奶酪。

1. 實驗步驟：同實驗 4-2

	A(2.5%)	B(5%)	C(10)	D(15%)	E(20%)
太白粉(g)	2.5	5	10	15	20
玉米粉(g)					
牛奶(g)	97.5	95	90	85	80

2. 實驗紀錄如下：

太白粉	A(2.5%)	B(5%)	C(10)	D(15%)	E(20%)
下降高度(cm)	2.5	2.3	0.7	0.2	0
0.5cm<下降高度<2.5cm	X	●	●	X	X
評分%	40	72	68	65	66
≥70%	X	●	X	X	X
玉米粉	A(2.5%)	B(5%)	C(10)	D(15%)	E(20%)
下降高度(cm)	2.5	1.2	0.2	0	0
0.5cm<下降高度<2.5cm	X	●	X	X	X
評分%	60	75	66	44	30
≥70%	X	●	X	X	X

4-5. 蛋白+牛奶做成蛋白奶酪。

1. 實驗步驟：

- (1)取出新鮮蛋白，用攪拌機破壞蛋白的凝結組織，再用網篩過濾。
- (2)蛋白加入牛奶(常溫 25°C)。
- (3)電鍋加熱 30 分鐘後，放入冰箱一天。
- (4)用奶酪測量器測凝結狀況。
- (5)試吃綜合評分表



網篩過濾蛋白↑

蛋白	A(10%)	B(20%)	C(30)	D(40%)	E(50%)
蛋白(g)	10	20	30	40	50
牛奶(g)	80	80	80	80	80
下降高度(cm)	2.5	2.2	1.1	0.8	0.3
0.5cm<下降高度<2.5cm	X	●	●	X	X
評分%	66	75	82	75	70
≥70%	X	●	●	●	X

4-6. 愛玉+牛奶做成愛玉奶酪。

1. 實驗步驟：

- (1)先量礦泉水 1600g(溫度 40°C)，加入愛玉子的重量 32(g)搓揉，產生愛玉子水。
- (2)愛玉子水加入牛奶(常溫 25°C)。
- (3)待溫度降至室溫，放入冰箱 1 天。
- (4)用奶酪測量器測凝結狀況。
- (5)試吃綜合評分表



在電鍋中搓揉愛玉子↑

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
愛玉子水(g)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
牛奶(g)	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
下降高度(cm)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	0.2
0.5cm<下降高度<2.5cm	X	X	X	X	X	X	X	X	X	●
評分%	50	50	50	50	50	50	50	50	60	85
≥70%	X	X	X	X	X	X	X	X	X	●

## 2. 結果說明：

(1) 吉利 T 粉、洋菜、太白粉、玉米粉、蛋白皆可代替吉利丁來製作奶酪，但要注意不同的製作方式，如下表。

【表格說明：是○，否 X】

	吉利 T	洋菜	太白粉	玉米粉	蛋白	愛玉子
1. 要隔水加熱	○	○	○	○	○	X
2. 加熱過程要不停攪拌	X	○	○	○	X	X
3. 要用攪拌機破壞其凝結組織，再用網篩過濾	X	X	X	X	○	X
4. 凝結狀況比吉利丁優，口感更 Q 軟	○	○	X	X	X	X
5. 最接近吉利丁奶酪(吉利丁 1.5%) 口感的最佳濃度比例	1%	0.2%	5%	5%	30%	失敗

註：

1. 蛋白失敗經驗 A：「牛奶先加溫」，蛋白、牛奶混合後直接隔水加熱，結果成品中間有顆粒狀的蛋白。
2. 蛋白失敗經驗 B：沒有「用攪拌機破壞蛋白的凝結組織，再用網篩過濾」，結果成品中有成塊的蛋白。
3. 愛玉失敗經驗：曾直接隔水加熱，讓愛玉子水與牛奶融合，但加熱後的愛玉無法再凝結
4. 愛玉無法製作成愛玉奶酪。

## 研究五、找出可代替牛奶的食材來製作奶酪

5-1. 吉利丁+濃度 10%糖水，進行實驗。

1. 實驗步驟：

- (1) 【同實驗步驟 1-1 的(1)】，製成不同濃比例的吉利丁水溶液，如下表。
- (2) 濃度 10%糖水隔水加熱至 80~90°C，再取 80g 放入吉利丁水溶液

(3)待溫度降至室溫，放入冰箱 1 天，用奶酪測量器測凝結狀況。

(4)試吃綜合評分表

	A(0.5%)	B(1%)	C(1.5%)	D(2%)	E(2.5%)
吉利丁(g)	0.5	1	1.5	2	2.5
水(g)	19.5	19	18.5	18	17.5
10%糖水(g)	80	80	80	80	80
pH	5.3	5.2	5.1	5.1	5.1
下降高度(cm)	2.5	2.0	1.0	0.3	0.1
0.5cm<下降高度<2.5cm	X	●	●	X	X
評分%	40	76	70	62	60
≥70%	X	●	●	X	X

5-2. 吉利丁+分解茶，進行實驗。

1. 實驗步驟：【同實驗步驟 5-1】，實驗紀錄如下

	A(0.5%)	B(1%)	C(1.5%)	D(2%)	E(2.5%)
吉利丁(g)	0.5	1	1.5	2	2.5
水(g)	19.5	19	18.5	18	17.5
分解茶(g)	80	80	80	80	80
pH	6.5	6.5	6.5	6.4	6.4
下降高度(cm)	2.5	2.5	2.5	2.0	1.1
0.5cm<下降高度<2.5cm	X	X	X	●	●
評分%	66	66	70	74	78
≥70%	X	X	●	●	●

5-3. 吉利丁+黑木耳露，進行實驗。

1. 實驗步驟：【同實驗步驟 5-1】，實驗紀錄如下

	A(0.5%)	B(1%)	C(1.5%)	D(2%)	E(2.5%)
吉利丁(g)	0.5	1	1.5	2	2.5
水(g)	19.5	19	18.5	18	17.5
黑木耳露(g)	80	80	80	80	80
pH	5.4	5.4	5.3	5.3	5.3
下降高度(cm)	2.5	2.5	2.3	1.1	0.5
0.5cm<下降高度<2.5cm	X	X	●	●	X
評分%	62	66	72	80	80
≥70%	X	X	●	●	●

5-4. 吉利丁+洛神紅纖茶，進行實驗。

1. 實驗步驟：【同實驗步驟 5-1】，實驗紀錄如下

	A(0.5%)	B(1%)	C(1.5%)	D(2%)	E(2.5%)
吉利丁(g)	0.5	1	1.5	2	2.5
水(g)	19.5	19	18.5	18	17.5
洛神紅纖(g)	80	80	80	80	80
pH	3.4	3.4	3.6	3.7	3.9
下降高度(cm)	2.5	2.5	1.7	1.0	0.2
0.5cm<下降高度<2.5cm	X	X	●	●	X
評分%	36	40	72	64	52
≥70%	X	X	●	X	X



洛神紅纖奶酪↑

5-5. 吉利丁+仙草干茶，進行實驗。

1. 實驗步驟：【同實驗步驟 5-1】，實驗紀錄如下。

註：仙草干茶：50g 仙草干，以 2000ml 的水煮成仙草干茶。

	A(0.5%)	B(1%)	C(1.5%)	D(2%)	E(2.5%)
吉利丁(g)	0.5	1	1.5	2	2.5
水(g)	19.5	19	18.5	18	17.5
仙草干茶(g)	80	80	80	80	80
pH	5.8	5.6	5.5	5.4	5.3
下降高度(cm)	2.5	2.0	1.1	0.7	0.4
0.5cm<下降高度<2.5cm	X	●	●	●	X
評分%	60	62	86	73	65
≥70%	X	X	●	●	X

5-6. 吉利丁+優酪乳，進行實驗。

1. 實驗步驟：【同實驗步驟 5-1】，實驗紀錄如下。

註：優酪乳先用電鍋保溫成 40°C，避免優酪乳的菌被熱死。

	A(0.5%)	B(1%)	C(1.5%)	D(2%)	E(2.5%)
吉利丁(g)	0.5	1	1.5	2	2.5
水(g)	19.5	19	18.5	18	17.5
優酪乳(g)	80	80	80	80	80
pH	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6
下降高度(cm)	2.5	2.0	0.7	0.3	0.1
0.5cm<下降高度<2.5cm	X	●	●	●	X
評分%	68	86	72	74	70
≥70%	X	●	●	●	●

5-7. 吉利丁+豆漿，進行實驗。

1. 實驗步驟：【同實驗步驟 5-1】，實驗紀錄如下。

	A(0.5%)	B(1%)	C(1.5%)	D(2%)	E(2.5%)
吉利丁(g)	0.5	1	1.5	2	2.5
水(g)	19.5	19	18.5	18	17.5
豆漿(g)	80	80	80	80	80
pH	6.5	6.4	6.3	6.2	6.2
下降高度(cm)	2.5	2.5	1.8	1.0	0.8
0.5cm<下降高度<2.5cm	X	X	●	●	●
評分%	62	68	84	79	75
≥70%	X	●	●	●	●

結果說明：

(1)最接近吉利丁奶酪(吉利丁 1.5%)口感的吉利丁濃度比例，如下。

	10%糖水	分解茶	黑木耳露	洛神紅纖茶	仙草干	優酪乳	豆漿
1. 取代牛奶食材的吉利丁濃度比例	1%	2%	2%	1.5%	1.5%	1%	1.5%
2. 凝結狀況與牛奶的比較。 【好○，不好X，差不多△】	○	X	○	△	△	○	△

- (2)由實驗 5-4 發現：洛神紅纖茶奶酪口感較牛奶奶酪酸軟，因洛神紅纖茶本身是酸的(pH 值 3.3)，但卻不影響吉利丁的凝結狀況。
- (3)由實驗 5-6 發現：優酪乳口感較牛奶奶酪酸軟，優酪乳的 pH 值 4.5，因酸會增加吉利丁的凝結狀況，讓優酪乳奶酪口感更紮實軟 Q。

## 研究六、找出在製作奶酪時可增加風味的水果

### 6-1-1. 草莓果泥

#### 1. 實驗步驟：

- (1)先量吉利丁的重量 1.5g 放入燒杯，加入 30°C 水至 20g，再加入 60°C 的牛奶，做成吉利丁牛奶溶液。
- (2)草莓果泥加入吉利丁牛奶溶液(40°C)。
- (3)待溫度降至室溫，放入冰箱 1 天。
- (4)從冰箱取出，用奶酪測量器測草莓奶酪的凝結狀況。



草莓奶酪 ↑

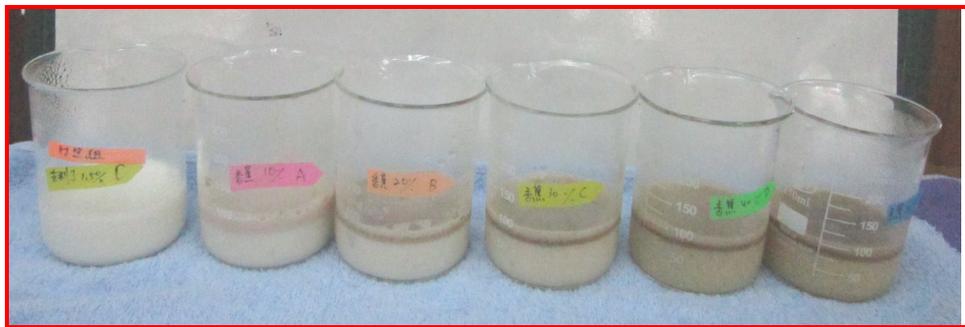
#### (5)試吃綜合評分表

	A(10%)	B(20%)	C(30%)	D(40%)	E(50%)
草莓(g)	10	20	30	40	50
吉利丁牛奶溶液(g)	90	80	70	60	50
下降高度(cm)	1.5	1.2	1.0	0.8	0.4
0.5cm<下降高度<2.5cm	●	●	●	●	X
評分%	70	75	70	66	52
≥70%	●	●	●	X	X

6-1-2. 香蕉果泥

1. 實驗步驟：【同實驗步驟 6-1-1】，實驗紀錄如下。

	A(10%)	B(20%)	C(30%)	D(40%)	E(50%)
香蕉果泥 (g)	10	20	30	40	50
吉利丁牛奶溶 液(g)	90	80	70	60	50
下降高度(cm)	1.1	0.9	0.5	0.3	0.3
0.5cm<下降 高度<2.5cm	●	●	X	X	X
評分%	78	84	78	64	64
≥70%	●	●	●	X	X



香蕉奶酪↑

6-2-1. 茂谷柑果汁

6-2-2. 西瓜果汁

6-2-3. 荔枝果汁



茂谷柑果汁奶酪↑

1. 實驗步驟：【同實驗步驟 6-1-1】，實驗紀錄如下。

(1) 奶酪測量器測果汁奶酪的凝結狀況

	A(10%)	B(20%)	C(30%)	D(40%)	E(50%)
茂谷柑果汁 下降高度(cm)	1.6●	2.0●	2.5X	2.5X	2.5X
西瓜果汁 下降高度(cm)	1.5●	1.6●	1.6●	1.8●	2.1●
荔枝果汁 下降高度(cm)	1.6●	1.7●	1.7●	1.8●	1.9●

【凝結狀況：0.5cmX<下降高度●<2.5cmX】

(2) 果汁奶酪的糖度

茂谷柑果汁 糖度	11●	10X	9X	8X	7X
西瓜果汁 糖度	10X	9X	8X	7X	7X
荔枝果汁 糖度	14●	14●	14●	14●	14●

【口感評分：≥70%代表●；<70%代表X】

### 6-3. 檸檬汁

1. 實驗步驟：【同實驗步驟 6-1-1】，實驗紀錄如下。

	A(2%)	B(4%)	C(6%)	D(8%)	E(10%)
檸檬汁(g)	2	4	6	8	10
吉利丁牛奶溶 液(g)	98	96	94	92	90
糖度	10	10	10	10	10
pH	5.1	4.8	4.5	4.3	4.1
下降高度(cm)	0.7	0.5	0.4	0.4	0.2
0.5cm<下降 高度<2.5cm	●	X	X	X	X
評分%	75	70	68	62	60
≥70%	●	●	X	X	X

### 6-4-1. 鳳梨果汁

### 6-4-2. 鳳梨果泥

### 6-4-3. 奇異果果泥

1. 實驗步驟：【同實驗步驟 6-1-1】，實驗紀錄如下。

(1) 奶酪測量器測水果奶酪的凝結狀況

	A(10%)	B(20%)	C(30%)	D(40%)	E(50%)
鳳梨果汁 下降高度(cm)	2.5 X				
鳳梨果泥 下降高度(cm)	2.5 X				
奇異果果泥 下降高度(cm)	2.5 X				



鳳梨果泥奶酪 ↑

### 6-5. 木瓜果泥

1. 實驗步驟：【同實驗步驟 6-1-1】，實驗紀錄如下。

	A(10%)	B(20%)	C(30%)	D(40%)	E(50%)
木瓜果泥 下降高度(cm)	2.5 X	2.5 X	1.9 ●	1.1 ●	0.6 ●
評分%	52 X	54 X	64 X	70 ●	76 ●

2. 結果說明：

(1) 由實驗 6-1-1、實驗 6-1-2 發現：

- A. 草莓果泥、香蕉果泥越多奶酪凝結狀況越好
- B. 果泥越多，纖維越多，口感評分越不好。

(2) 由實驗 6-2-1、實驗 6-2-2、實驗 6-2-3 發現：

- A. 茂谷柑果汁、西瓜果汁、荔枝果汁越多凝結狀況越不好。但
- B. 果汁糖度越高，奶酪口感評分越好，荔枝甜度高，做出來的荔枝奶酪，口感評分佳。

(3) 由實驗 6-3 發現：檸檬汁(pH 值 2.4)越多奶酪凝結狀況越好，因酸會增加吉利丁的凝結狀況，因此檸檬汁奶酪要降低吉利丁的比例，口感才不會偏硬。

(4) 由實驗 6-4-1、實驗 6-4-2、實驗 6-4-3 發現：鳳梨、奇異果因有分解蛋白質的酵素，做出來的成品水水的、口感有苦味，因此不論是果泥或果汁，都無法形成鳳梨或奇異果奶酪。

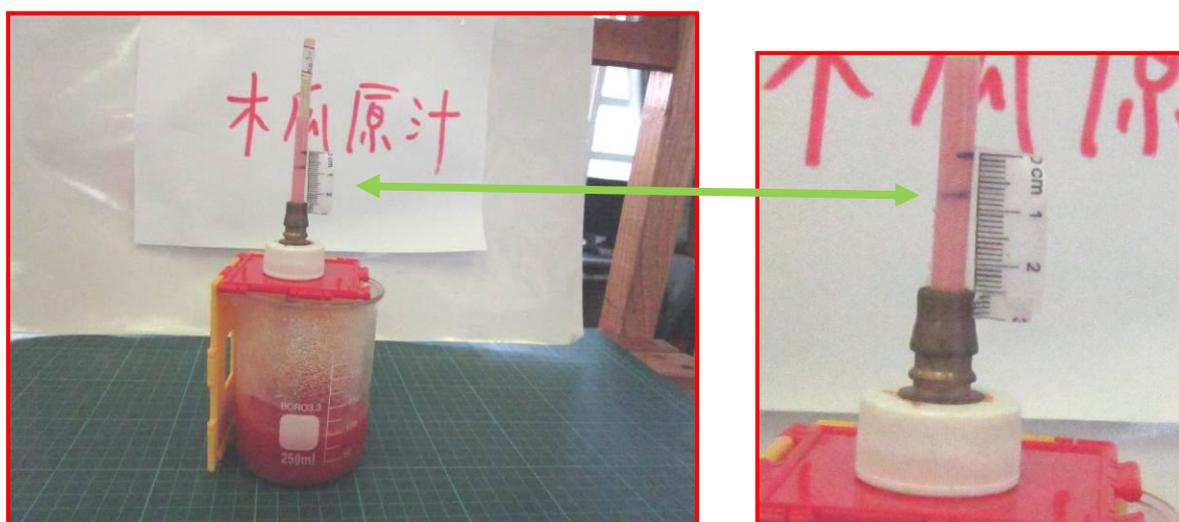
(5)由實驗 6-5 發現：

A. 木瓜果泥越多凝結狀況越好，口感也越好。

B. 木瓜與鳳梨、奇異果都有分解蛋白質的酵素，因此我們對木瓜的特性很好奇，進一步做實驗，發現：木瓜原汁在不加吉利丁的狀況下，仍能凝結，口感雖未能達標準，但沒有苦味，研究結果如下表。

木瓜原汁：

木瓜原汁	吉利丁	水	牛奶	下降高度 (cm)	口感	評分%
100g	0g	0g	0g	0.7 ●	微甜軟	64 X



## 第五章 研究結果與討論

### 研究一、找出牛奶和吉利丁最適合的濃度比例來製作奶酪

1. 吉利丁濃度越低的奶酪凝結狀況越稀軟，吉利丁+牛奶以 1.5%的濃度比例最好吃，1%的次之。
2. 吉利丁粉加越多，糖度增加越高，約 1 克增加糖度 1 度。
3. 自製奶酪凝結測量器：以  $0.5\text{cm} < \text{下降高度} < 2.5\text{cm}$  判定奶酪凝結狀況。

### 研究二、找出不同溫度對奶酪凝結的影響

1. 吉利丁粉要用水去溶解，若直接用熱牛奶或冰牛奶，會讓吉利丁有結塊的現象，讓吉利丁溶解的水至少要  $30^{\circ}\text{C}$  以上。
2. 牛奶的溫度要在  $40^{\circ}\text{C}$  以上，奶酪的口感會比較好，但因牛奶加熱到  $60^{\circ}\text{C}$  以上，營養會流失很多，因此做奶酪的牛奶的溫度要在  $40^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$ 。
3. 奶酪要凝結過程中，需放置在冰箱  $5^{\circ}\text{C}$  冷藏室，凝結時間需要 5 小時。

### 研究三、找出不同添加物對奶酪凝結的影響

	糖	植物性奶油	動物性奶油	鹽	梅子醋
1. 添加物最佳的濃度比例	5%	10%	10%	0.1%	2%
2. 凝結狀況與沒有添加物相比 【好○，不好X，差不多△】	○	○	X	△	○

1. 糖要加至 10%後，奶酪凝結力會越來越好。糖讓奶酪的口感更好，但糖吃多了也不益健康，因此建議糖只加 5%，對口感就有影響。
2. 添加越多「植物性奶油」的奶酪，凝結力會越來越好；添加越多「動物性奶油」的奶酪，凝結力影響不大；添加奶油的奶酪，口感較滑嫩；「植物性奶油」是人造奶油，不健康，若要添加，因此建議可添加「動物性奶油」10%即可。
3. 添加少許的「鹽」的對奶酪的凝結力沒有影響。0.1 %的鹽，讓奶酪的香甜味道更明顯。
4. 添加越多「梅子醋」的奶酪，凝結力會越來越好，加 2%的梅子醋會讓奶酪層次更豐富。

### 研究四、找出可代替吉利丁的食材來製作奶酪

1. 吉利 T 粉、洋菜、太白粉、玉米粉皆可代替吉利丁，但實驗過程與吉利丁不同：不用加水溶解，可直接加牛奶，但製作過程中要不停攪拌，加熱至滾才能讓吉利 T 粉、洋菜、太白粉、玉米粉充分溶解於牛奶。
2. 下表是代替吉利丁食材的濃度比例，最接近吉利丁奶酪(吉利丁 1.5%)的口感。

	吉利 T 粉	洋菜	太白粉	玉米粉
濃度比例	1%	0.2%	5%	5%

3. 蛋白要用攪拌機破壞蛋白的凝結組織，再用網篩過濾，加入常溫的牛奶，隔水加熱，加熱過程中不可攪拌。蛋白奶酪以蛋白 30%為最佳濃度比例。
4. 愛玉無法製成愛玉奶酪。

### 研究五、找出可代替牛奶的食材來製作奶酪

1. 濃度 10%糖水與市售分解茶、黑木耳露、洛神紅纖、梅子醋、仙草干茶、優酪乳、豆漿，皆可代替牛奶來製作。
2. 下表是牛奶食材的濃度比例，最接近吉利丁奶酪(吉利丁 1.5%)的口感。

	10%糖水	分解茶	黑木耳露	洛神紅纖	梅子醋	仙草干茶	優酪乳	豆漿
吉利丁濃度比例	1%	2%	2%	1.5%	1%	1.5%	1%	1.5%

## 研究六、找出在製作奶酪時可增加風味的水果

1. 草莓果泥、香蕉果泥越多奶酪凝結狀況越好；但果泥越多，纖維越多，口感評分越不好。
2. 茂谷柑果汁、西瓜果汁、荔枝果汁越多凝結狀況越不好；果汁糖度越高，奶酪口感評分越好，荔枝甜度高，做出來的荔枝奶酪，口感評分佳。
3. 檸檬汁越多奶酪凝結狀況越好，因此，檸檬汁奶酪要降低吉利丁的比例，口感才不會偏硬。
4. 鳳梨、奇異果因有分解蛋白質的酵素，做出來的成品水水的、口感有苦味，因此無法形成鳳梨或奇異果奶酪。
5. 木瓜果泥越多凝結狀況越好，口感也越好，苦味比較少；木瓜與鳳梨、奇異果都有分解蛋白質的酵素，木瓜原汁在不加吉利丁的狀況下，仍能凝結，口感雖未能達標準，但沒有苦味。

## 第六章 結論與建議

### 一、結論

1. 吉利丁濃度越低的奶酪凝結越稀軟，吉利丁+牛奶以 1.5%的濃度比例最好吃，1%的次之。吉利丁加越多，糖度增加越高，約 1 克增加糖度 1 度。
2. 吉利丁粉要先用 30。C 以上水去溶解，加入 40°C~60°C 的牛奶，凝結過程中，需放置在冰箱 5。C 冷藏室，凝結時間需要 5 小時。
3. 添加糖、植物性奶油、梅子醋會增加奶酪的凝結，動物性奶油、鹽不會影響奶酪的凝結；添加物會讓奶酪口感層次更豐富。以下是奶酪製作的添加物比例如下。

100g 的奶酪	吉利丁粉	水	牛奶	動物性奶油	糖	鹽	梅子醋
	1.5%	18.5%	62.9%	10%	5%	0.1%	2%

4. 下表是代替吉利丁食材的濃度比例，最接近牛奶奶酪(吉利丁 1.5%)的口感。但不同的食材，製作過程要注意的地方也不同：牛奶加入吉利丁粉、洋菜、太白粉、玉米粉不需加水溶解，但要隔水加熱且不停攪拌；蛋白要用攪拌機破壞蛋白的凝結組織，再用網篩過濾，加入常溫的牛奶後，隔水加熱不攪拌。愛玉無法製成愛玉奶酪。

	吉利 T 粉	洋菜	太白粉	玉米粉	蛋白
濃度比例	1%	0.2%	5%	5%	30%

5. 下表是可代替牛奶來製作奶酪的食材，最接近吉利丁奶酪(吉利丁 1.5%)的口感的吉利丁濃度比例，如下。

	10% 糖水	分解 茶	黑木 耳露	洛神 紅纖	仙草 干茶	優酪 乳	豆漿
吉利丁 濃度比例	1%	2%	2%	1.5%	1.5%	1%	1.5%

6. 果泥越多奶酪凝結越好，但果泥越多，纖維越多，口感評分越不好；果汁越多凝結越不好，但果汁糖度越高，奶酪口感評分越好；檸檬汁越多奶酪凝結越好，因此，檸檬汁奶酪要降低吉利丁的比例，口感才不會偏硬；鳳梨、奇異果因有分解蛋白質的酵素，做出來的成品水水的、口感有苦味，因此無法形成鳳梨或奇異果奶酪；木瓜果泥越多凝結越好，口感也越好，苦味比較少；木瓜與鳳梨、奇異果都有分解蛋白質的酵素，木瓜原汁在不加吉利丁的狀況下，仍能凝結，口感雖未能達標準，但沒有苦味。



牛奶隔水加熱至 60°C ↑

## 二、建議

建議 1. 我們的實驗結果：愛玉無法代替吉利丁做成愛玉奶酪，但愛玉是可凝結的，所以建議未來研究者可對愛玉用不同的實驗過程，不同的方式，做出愛玉奶酪。

建議 2. 在過去的研究中認為水果酵素，例如鳳梨、奇異果是影響奶酪成型的主因（林哲宇等，2014），但在實驗 6-7 木瓜果泥，含有分解蛋白質酵素的木瓜卻能讓奶酪成型，甚至在沒有吉利丁的狀況下，木瓜果泥也能成型，建議未來研究者可對木瓜做進一步的研究。

## 第七章 參考文獻

- 林哲宇、張芷綺、廖書翎、陳思妤、張梓芸(2014)，「凍未條」～吉利丁與牛奶果酵素的邂逅。中華民國第五十四屆中小學科學展覽會作品。
- 陳文亮、毛仁淡，2005。牛乳加熱前與加熱後乳球蛋白之差異。科學新天地；龍騰文化出版社，10：64-67。
- 維基百科 (2018)。明膠。2018年5月19日取自  
<http://www.appledaily.com.tw/appledaily/article/supplement/20090609/31692672>。
- 謝湘君、吳宜真、賴欣妤、鄭潔琳、吳淑儀(2013)，牛奶牛奶嫩嫩－閃閃動人～果凍製作之研究與應用。嘉義市第31屆中小學科學展覽【國小組】作品。
- 蘋果日報(2005)。牛奶正確加熱 營養不流失。2018年5月19日取自  
<https://tw.appledaily.com/lifestyle/daily/20050128/21543596>
- 林慧淳(2014)。洛神花 | 每天喝200cc花茶，血脂濃度降2成。康健雜誌193期。2018年6月23日取自  
<http://www.commonhealth.com.tw/article/article.action?nid=69632>

## 附件：設計自製奶酪凝結測量器

現今有許多方法可以測量出凝膠強度，也可以利用專門的儀器測量出很精準的數據，但是造價卻十分昂貴【凝膠強度測試儀SD-700DP（大陸幣98000→台幣490000）】，操作又複雜，有些簡單的方法也能夠達到目的，但是精準度卻很低。因此打算自己動手做出一個操作簡單、器材簡便、精準度高，並且能夠在國小的實驗室中，快速、有效的測出奶酪凝結程度的儀器。

以下是我們為了找出快速、有效的測出奶酪凝結程度的儀器之過程。

### (一)找出奶酪凝結測量器的過程

#### 工具1：玻璃試管+15公分鋼尺+支架

##### 優點：

1. 玻璃試管(26.5g)接觸奶酪可加以清潔再利用。
2. 15公分鋼尺可看出刻度。
3. 支架可讓玻璃試管直立。

##### 缺點：

1. 奶酪表面具有彈性，玻璃試管無法下沉到奶酪之內。
2. 玻璃試管下面是半圓形，直尺下方有0.5cm無法直接到底。



#### 工具2：三支15cm竹籤+橡皮筋(2.3g)+支架

##### 優點：

1. 一支竹籤太輕，三支竹籤用橡皮筋(2.3g)綁在一起，可凸破奶酪表面，測到奶酪內的凝結狀況。
2. 支架可讓竹籤直立。

##### 缺點：

1. 奶酪是不透明的，無法看到竹籤下沉多少cm。
2. 三支竹籤中間易卡奶酪，清潔不完整會影響下一杯的測量結果。
3. 奶酪不透明，無法看出竹籤下沉多少公分。



### 工具3：有刻度的針筒(10ml)+支架

#### 優點：

1. 取下針的10ml針筒(3.5g)，可凸破奶酪表面，測到奶酪內的凝結狀況。
2. 支架可讓竹筷直立。

#### 缺點：

1. 針筒太短，下沉至刻度2ml時，無法靠到支架而傾倒。
2. 針筒下有約1cm的針頭，沒有刻度，影響數據的判讀。
3. 針頭的0.5cm處，半徑由小突然變大，會影響針筒下沉的狀況。



### 工具4-1：7cm鋼尺(4.4g)+粗吸管+支架

#### 優點：

1. 鋼尺可消毒。
2. 7cm鋼尺可看出下沉刻度。
2. 粗吸管套住鋼尺+支架可讓鋼尺直立。

#### 缺點：

1. 鋼尺7cm(4.4g)太重，幾乎全部下沉，無法測出奶酪的凝結狀況。
2. 鋼尺5cm(2.3g)太短，下沉會碰到吸管，影響鋼尺下沉狀況。



### 工具4-2：剪裁7cm鋼尺成L字型+粗吸管(共2.3g)+支架

#### 優點：

1. 鋼尺可消毒。
2. 7cm鋼尺可看出下沉刻度。
2. 粗吸管套住鋼尺+支架可讓鋼尺直立。

#### 缺點：

1. 鋼尺與吸管(共2.3g)套在一起的地方僅1cm，且無法固定，有時鋼尺與吸管無法固定成一直線，而影響刻度的判讀。



### 工具5：200g的保特瓶+有刻度的支架

#### 優點：

1. 保特瓶上的水平面與支架上的刻度相對應，可看出下降高度。

#### 缺點：

1. 奶酪軟嫩，從燒杯中取出不易，常取出後會破碎不完整。
2. 保特瓶在奶酪上會滑動歪斜，無法測出正確的下降高度。



### 工具6-1：20cm竹筷+支架

#### 優點：

1. 一支竹筷用削鉛筆機削尖 (2.3g)，可凸破奶酪表面，測到奶酪內的凝結狀況。
2. 支架可讓竹筷直立。

#### 缺點：

1. 奶酪是不透明的，無法看到竹筷下沉多少cm。



### 工具6-2：20cm竹筷畫記+有刻度的支架

#### 優點：

1. 一支竹筷用削鉛筆機削尖 (2.3g)，可凸破奶酪表面，測到奶酪內的凝結狀況。
2. 支架可讓竹筷直立。
3. 竹筷上的刻度與支架上的刻度，平視可看到竹筷下沉多少cm。

#### 缺點：

1. 奶酪太軟嫩，有時竹筷無法直立，結果影響正確數據。



### 工具6-3：瓶蓋+ 20cm竹筷畫記+有刻度的支架

#### 優點：

1. 一支竹筷用削鉛筆機削尖 (2.3g)，可凸破奶酪表面，測到奶酪內的凝結狀況。
2. 支架可讓竹筷直立。
3. 竹筷上的刻度與支架上的刻度，平視可看到竹筷下沉多少cm。
4. 可確定竹筷直立。

#### 缺點：

1. 有時平視角度不正確，影響數據。



### 工具6-4：瓶蓋+有刻度的吸管+ 20cm竹筷畫記+支架

#### 優點：

1. 一支竹筷用削鉛筆機削尖 (2.3g)，可凸破奶酪表面，測到奶酪內的凝結狀況。
2. 瓶蓋+吸管+支架可讓竹筷直立。
3. 有刻度的吸管，可更精準正確的看出竹筷下沉的數據。



## (二) 奶酪凝結測量器的測量市售奶酪

1. 味○的奶酪，測量高度1.5cm：市售味○奶酪的成品高度與自製奶酪高度都是2.5cm，因此我們直接以「自製奶酪凝結測量器」來測量。



2. 六○田莊的奶酪，測量高度1.3cm：市售六○田莊的奶酪的成品高度比自製奶酪高度高出0.7cm，因此我們直接在支架下用撲克牌墊高0.7cm，再以「自製奶酪凝結測量器」來測量。

