

中華民國第 54 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 化學科

佳作

080203

「凍未條」～吉利丁與水果酵素的邂逅

學校名稱：新北市板橋區埔墘國民小學

作者：	指導老師：
小五 林哲宇	林瑞蘭
小五 張芷綺	麥竹君
小五 廖書翎	
小五 陳思妤	
小五 張梓芸	

關鍵詞：吉利丁、水果酵素

「凍未條」～吉利丁與水果酵素的邂逅

摘要

本研究主要探討影響果凍凝結的因素。在這個「飲食不安全」的環境裡，我們想自己動手做出安全又美味的果凍。製作「水果果凍」時，卻發現部分水果不能讓果凍凝結，因此我們想用科學的方法來測量，到底是什麼因素影響了果凍的凝結。

為了把感覺變成科學的數字，我們利用自製的「果凍耐壓度測量器」，找出口感最佳的口凍製作比例。

我們共使用十種水果來做水果果凍，十種水果中，只有「鳳梨」與「奇異果」無法讓吉利丁凝結。我們自己製作了十種水果酵素，發現鳳梨、奇異果酵素會讓果凍變很軟。

壹、 研究動機

我與媽媽嘗試自己動手用吉利丁粉來做果凍，我們照著說明書製作果凍，但是做好的果凍卻太硬了。上網查詢後，發現大家說的水與吉利丁果凍粉的比例不太相同，到底是怎麼的比例才是最好的呢？

因為吉利丁果凍粉做出的果凍有一股淡淡腥味，為了去除掉腥味，我和媽媽在果凍粉加入了我最愛的奇異果和櫻桃果粒，奇怪的是，櫻桃果凍成功凝固了，但是奇異果果凍卻沒有辦法凝結。

在學校與老師、好友提到這個經驗，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果凍。

■相關課程：三上 第四單元 廚房裡的科學 五上 第三單元 水溶液

貳、 研究目的

- 一、 瞭解各種製作果凍的原料與方法。
- 二、 設計測量果凍耐壓度的方法。
- 三、 找出吉利丁果凍粉與水的最佳比例。
- 四、 果凍在不同凝固時間與不同溫度的凝結情形。
- 五、 各種水果對吉利丁凝固的影響，找出無法讓吉利丁凝結的水果。
- 六、 不同品種或不同成熟度的水果，對吉利丁凝固的影響。
- 七、 低溫冷藏、加熱或過期水果，對吉利丁凝固的影響。
- 八、 其他添加物(糖、鹽、白醋、小蘇打)，對吉利丁凝固的影響。
- 九、 不同水果對植物膠—吉利丁的凝固是否也有影響。
- 十、 吉利丁果凍無法凝固是「鳳梨和奇異果酵素」的影響嗎？

參、 研究設備及器材

自製測硬度器	鐵板、鐵架、木板、鋸子、螺絲起子、鐵尺、砝碼
製作果凍材料	吉利丁果凍粉、吉利 T 果凍粉、果凍量杯、熱水
水果種類	1.鳳梨 2.奇異果 3.柳丁 4.橘子 5.木瓜 6.檸檬 7.哈密瓜 8.葡萄 9.櫻桃 10.蘋果
添加物種類	1.糖 2.鹽 3.白醋 4.小蘇打 5.鳳梨酵素粉
其他	果汁機、電磁爐、熱水瓶、電子秤、電子溫度計、量杯、水果刀、攪拌器、酒精燈

肆、 研究過程及方法

一、 測量項目

(一) 詢問同學(28 人)對果凍口感好吃的定義

- Q 軟有彈性(18 人)
- 入口即化(5 人)
- 軟軟的(3 人)
- 其他(2 人)

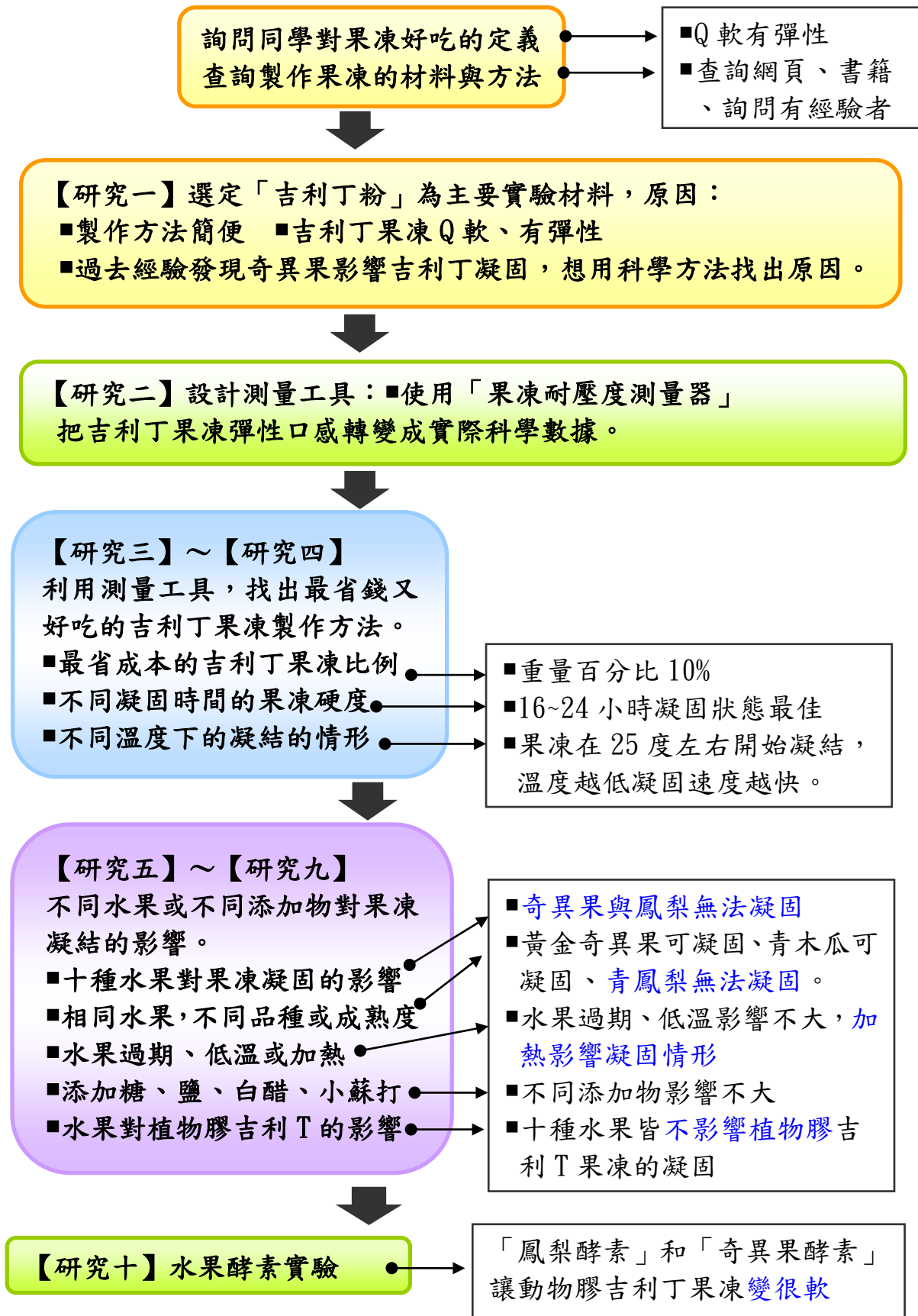
(二) 果凍為什麼會 Q 軟有彈性？

果凍粉加水加熱後，會在水中分散，但是冷了之後又會聚集在一起，形成像網子般的形狀。把水鎖在這網子裡，變硬之後就成了果凍。由於網子雖然變硬，卻沒有很堅固，所以果凍會很軟，還會搖呀搖的抖動(驚奇世界科學故事集，第 138-139 頁)。

(三) 測量果凍耐壓度

使用自製「果凍耐壓度測量器」(詳見研究二)，測量吉利丁果凍的耐壓程度，從測量出來的數據中，找出最適當的製作果凍比例。

一、 研究流程與研究內容



【研究一】瞭解各種不同的果凍粉

一、果凍粉的種類(資料來源：楊桃美食網 <http://www.ytower.com.tw/>)



(一) 吉利丁(Gelatin)

又名動物膠或明膠(蛋白質)，是一種由動物的結締組織中提煉萃取而成，顏色黃褐半透明，粉末易溶於 80°C 以上的熱水。成品於 25 度以上就會開始融化。



(二) 吉利 T (Jelly T)

一種白色粉末狀的植物性凝結劑，可溶於 80°C 以上的熱水。成品在室溫下即可結凍，透明度佳。



(三) 蒟蒻果凍粉(Pearl Agar)

蒟蒻果凍粉是蒟蒻粉再加工的產品，製作過程易結塊，建議先用熱水溶化後再煮沸。成品在室溫下即可結凍，口感 Q 韌。

二、選擇「吉利丁」進行實驗

(一)動手做果凍，進行試吃：(表格內的室溫指 25°C 以下)

／果凍粉種類	吉利丁(動物膠)	吉利 T(植物膠)	蒟蒻果凍粉
製作方法	 80°C 以上熱水攪拌至溶化，室溫凝固	 80°C 以上熱水攪拌至溶化，室溫凝固	 熱水攪拌，需再煮沸，室溫凝固
製作便利性	便利☺	便利☺	較不便利
保存方式	室溫保存即可	室溫保存即可，但會不斷滲水出來	室溫保存即可
保存便利性	便利☺	便利，但不斷滲水可能影響實驗標準化	便利☺
外觀	淡褐色	透明	半透明
試吃口感	QQ 的，很有彈性，但有一股腥味	口感很滑，有彈性，入口就化，沒味道	很 Q 韌，很有彈性，沒什麼味道

(二)結論：

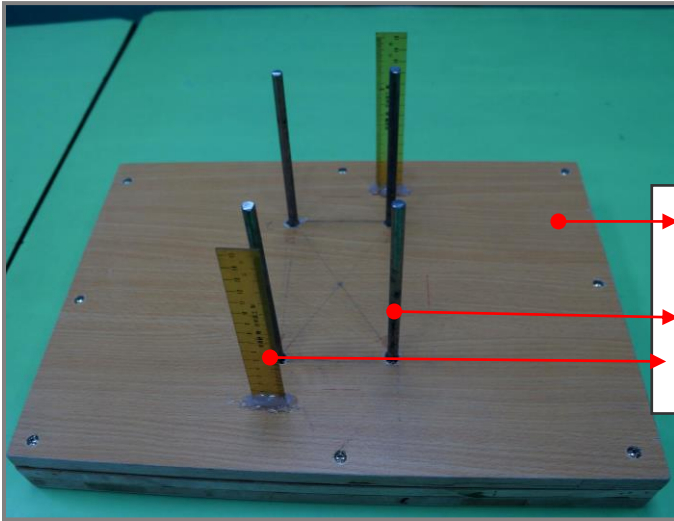
決定選擇吉利丁果凍粉進行實驗，原因有三個：

1. 口感 Q 彈，符合同學對好吃果凍「Q 軟有彈性」的定義。
2. 製作方法簡便且不易在室溫下融化，實驗進行便利：
吉利丁粉溶於 80°C 以上的熱水，在室溫下即可結凍，而且室溫 25°C 以下不會融化。
3. 過去做水果果凍經驗(詳見研究動機)，發現「吉利丁」加入奇異果後，竟然不會凝結，想要利用科學方法找出原因。
4. 加入水果後，可消除吉利丁的腥味，讓吉利丁果凍變得更好吃。

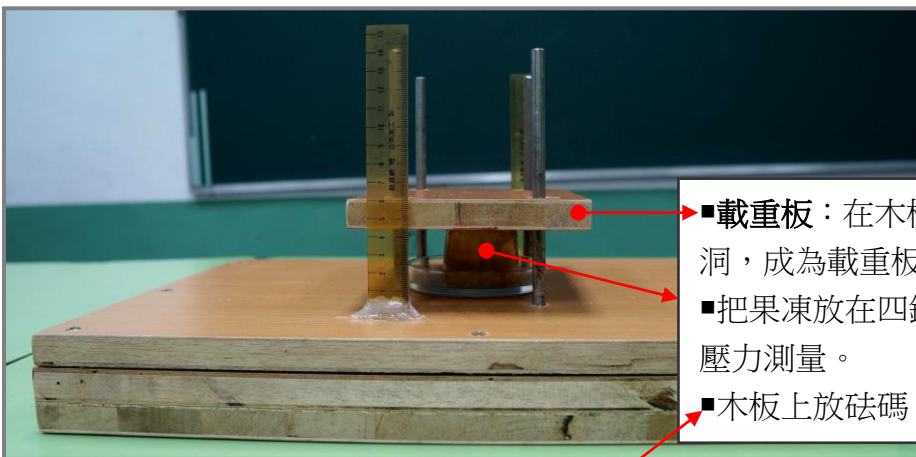
【研究二】 設計測量果凍耐壓力的方法

■ 自製測量果凍硬度器

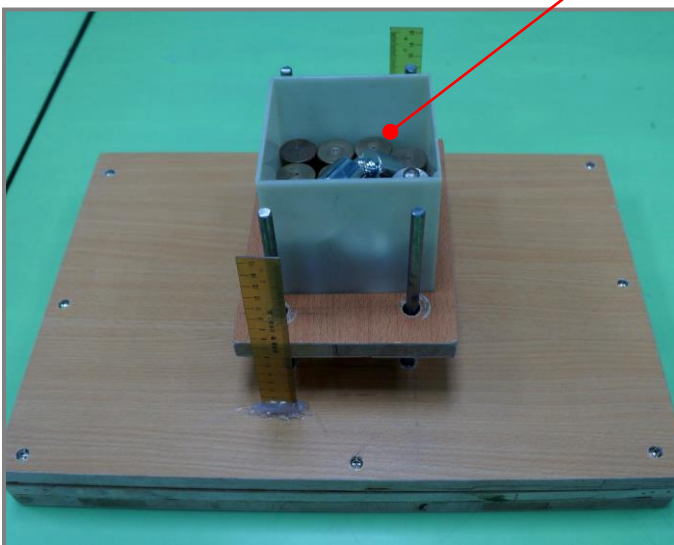
一、圖與說明



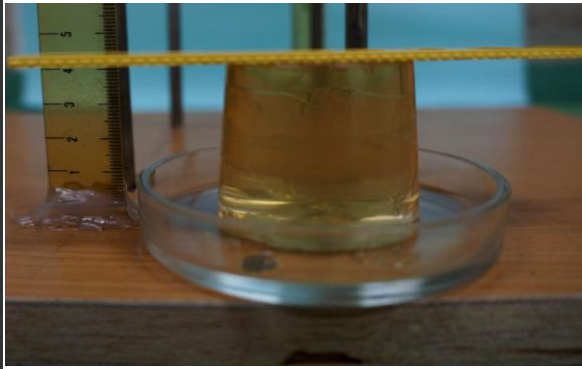
- 木板上固定 4 支垂直底板的鐵棒。
- 四根小鐵柱與鐵板垂直。
- 用直尺來測量果凍高度。



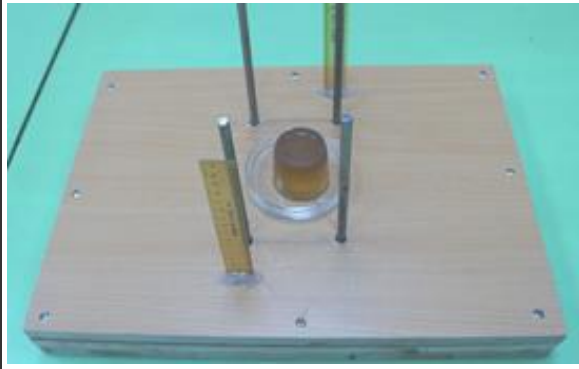
- 載重板：在木板鑽四個與鐵柱吻合的小洞，成為載重板，板上放砝碼。
- 把果凍放在四鐵柱中間，以進行果凍耐壓力測量。
- 木板上放砝碼，木板下放果凍。



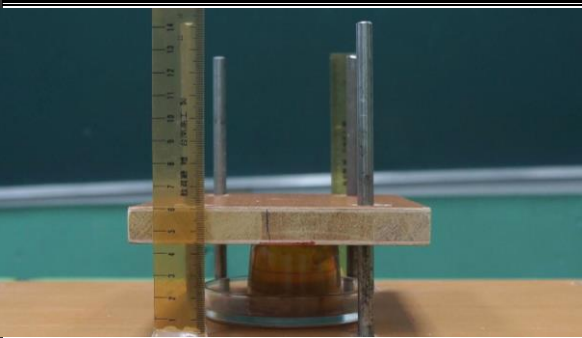
二、「果凍耐壓力」測量方法



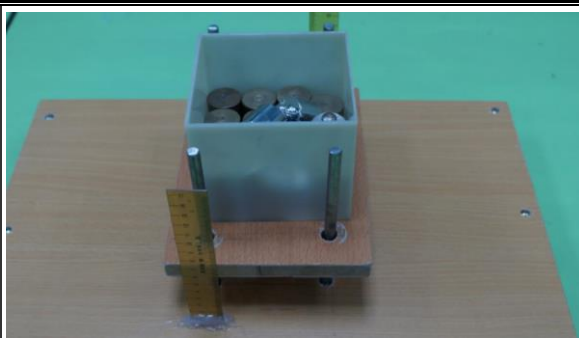
▲步驟一：測量果凍原高度



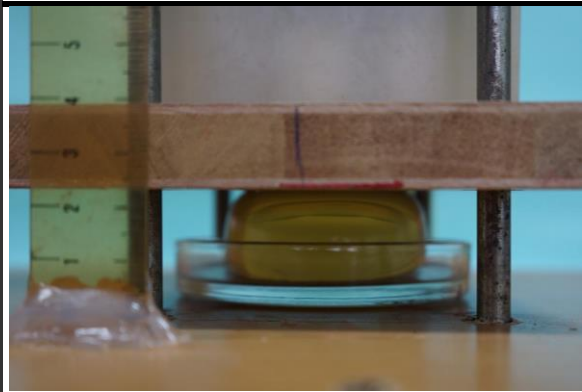
▲步驟二：果凍放置定位點
(四鐵柱中間)



▲步驟三：「載重板」穿過四鐵柱，
平壓在果凍上



▲步驟四：在載重板上的置物盒
內，慢慢放入砝碼



▲步驟五：觀察果凍有沒有出現裂
痕，並記錄果凍高度。



▲步驟六：果凍被壓裂，砝碼總重
就是「果凍耐壓力」。

補充說明：

(1) 載重板為何使用「木板」而不是「透明的壓克力板」：

- 透明壓克力板摩擦力小，果凍會「滑動」，而影響施測結果。
- 實驗時，有專門低著頭負責觀察果凍變化的同學，通常果凍只要出現「小裂縫」，幾秒內就會崩裂，用木板當載重板並不會妨礙到判斷。

(2) 果凍有沒有彈性，除了用「主觀的口感」判斷外，我們再輔以「客觀的耐壓力(g)」做為判斷；耐壓力太小，代表果凍太軟，耐壓力太大，就太硬了。


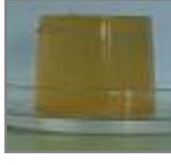




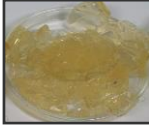


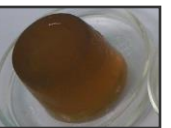


【研究三】找出吉利丁果凍粉與水的最佳比例

■實驗一 不同比例的吉利丁粉對果凍硬度的影響

(一)實驗方法：

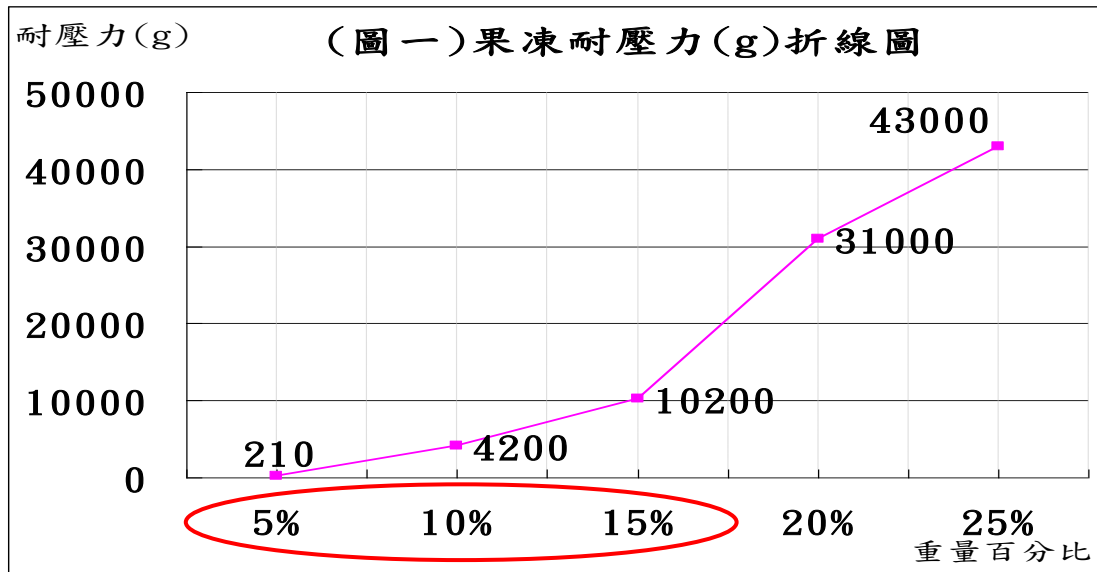
- 1.我們用 100°C 熱水調製重量百分濃度 5%、10%、15%、20%、25%的果凍粉。
- 2.將 100°C 熱水與吉利丁粉充分攪拌，讓吉利丁粉完全溶解。
- 3.將吉利丁溶液放置室溫(25°C 以下)，等待果凍凝固。
- 4.「隔天」使用壓果凍器來測量果凍耐壓力。

(二)實驗結果：

不同比例吉利丁粉對果凍硬度的影響(表一)					
果凍粉 比例 其他	5%	10%	15%	20%	25%
成品圖					
壓碎圖					
說明	完全崩解	完全崩解	90%崩解	20%崩解	完全沒事
原高度	4.5cm	4.5cm	4.5cm	4.5cm	4.5cm
耐壓高度	3cm	2.6cm	2.5cm	無法測量	無法測量
耐壓力	210g	4200g	10200g	31000g	43000g
說明	砝碼測量	砝碼測量	砝碼測量	31kg 腳踩 小裂,無法全裂 	43kg 腳踩 完全沒事 
試吃 口感	很軟、沒 Q 感、一咬就 斷、沒味道	很軟 Q，有 淡淡的腥味	口感 Q 韌， 腥味有點重	像咬橡皮 筋，腥味重	咬不太動，腥味超 重

♣補充說明：

1. 當天室溫 16~18°C。
2. 果凍耐壓力(g)，是代表「砝碼總重量」，沒有加上載重板(210g)和置物盒(95g)的重量。



(三)實驗討論：

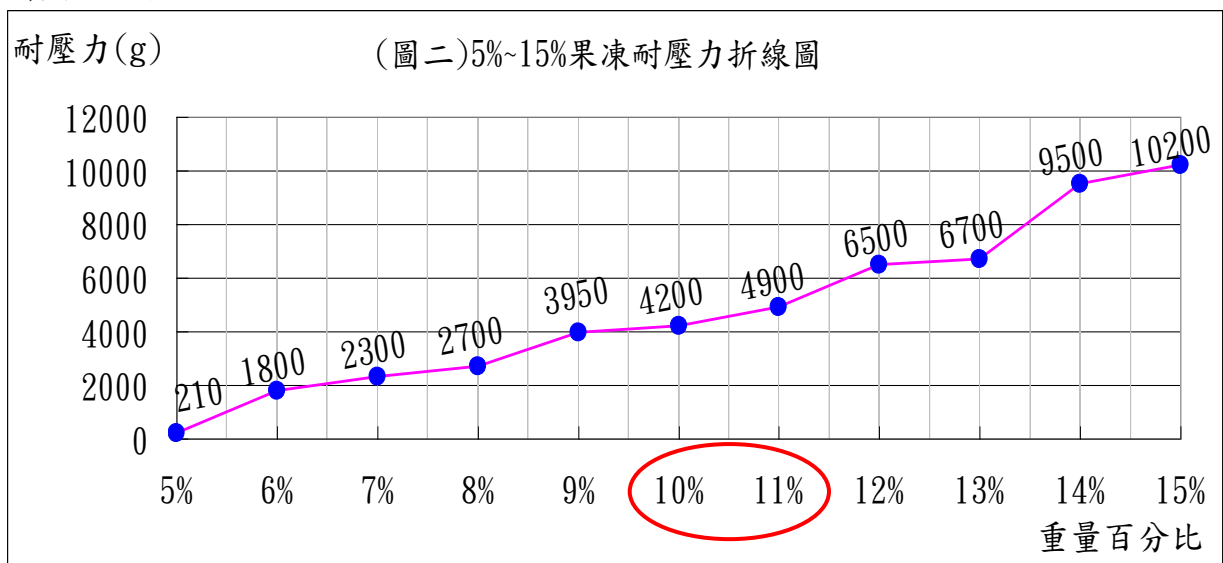
- 1.我們發現果凍粉濃度越高，果凍耐壓力越大。
- 2.以口感來說，重量百分比 5%太軟，15%又有點硬。
- 3.以耐壓力來說，5%的果凍 210g 就崩掉，太軟了；15%以上的果凍太硬了，很難用砝碼測出果凍耐壓力。

■實驗二 從 5%~15%找出省成本、口感又好的果凍比例

(一)實驗方法

- 1.我們用 100°C 熱水調製重量百分濃度 5%~15%的果凍粉。
- 2.「隔天」使用壓果凍器來測量果凍耐壓力。

(二)實驗結果



♪補充說明：當天室溫 16~18°C。





(三)實驗討論：

- 1.果凍粉濃度越高，果凍耐壓力越大。
- 2.我們試吃了上面的十一組果凍，覺得 10%、11%果凍口感都很軟 Q、好吃，耐壓力也適中，我們認為耐壓力在 4200g~4900g 之間的果凍，口感都不錯。
- 3.我們決定選擇重量百分比 10%的果凍粉比例，來進行之後的實驗。因為 10%的果凍比例，比 11%的成本低，腥味也比較淡。

【研究四】果凍在不同凝固時間與不同溫度的凝結情形

■實驗一 果凍在不同凝固時間的凝結情形

(一)實驗方法

果凍凝固過程(重量百分比 10%) (表二)				
圖片				
說明	■100℃熱水攪拌，水的	■表面開始凝固，裡面水水的	■果凍可以倒著拿，表面軟軟	■可以挖出完整果凍
時間	0 分鐘	30~40 分鐘 (室溫影響)	70 分鐘以上 (室溫影響)	2 小時以上 (室溫影響)

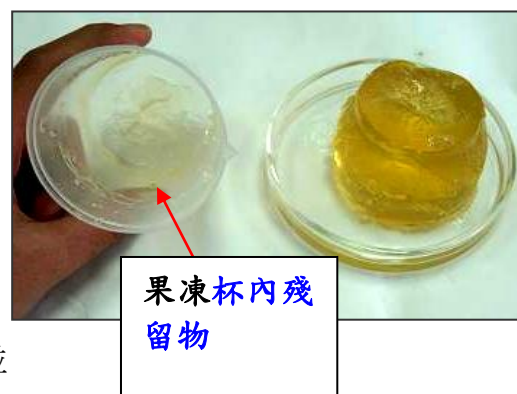
1.吉利丁果凍凝固時間大約需要 2 小時以上(室溫高低會影響果凍凝固時間，詳細內容請看研究五)。

2.果凍表面上看起來凝固了(表面摸起來硬硬的)，但是不一定真的凝固完全。右圖的果凍在 2 小時看起來已凝固好了，但是果凍挖出來後，卻發現果凍杯內有許多殘留物，果凍外觀也不太完整。


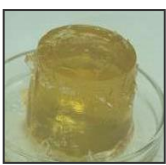
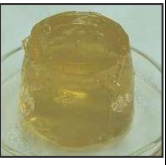


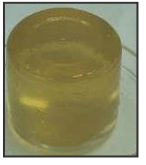
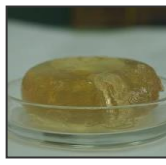



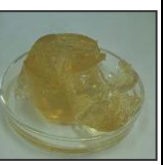

我們想瞭解「不同凝固時間」對果凍的影響，並且找出再佳的「凝固時間」。

3.攪拌出 6 杯重量百分比 10%的吉利丁果凍，分別放置

2 小時、4 小時、8 小時、16 小時、一天，以及二天，再進行耐壓力測驗。

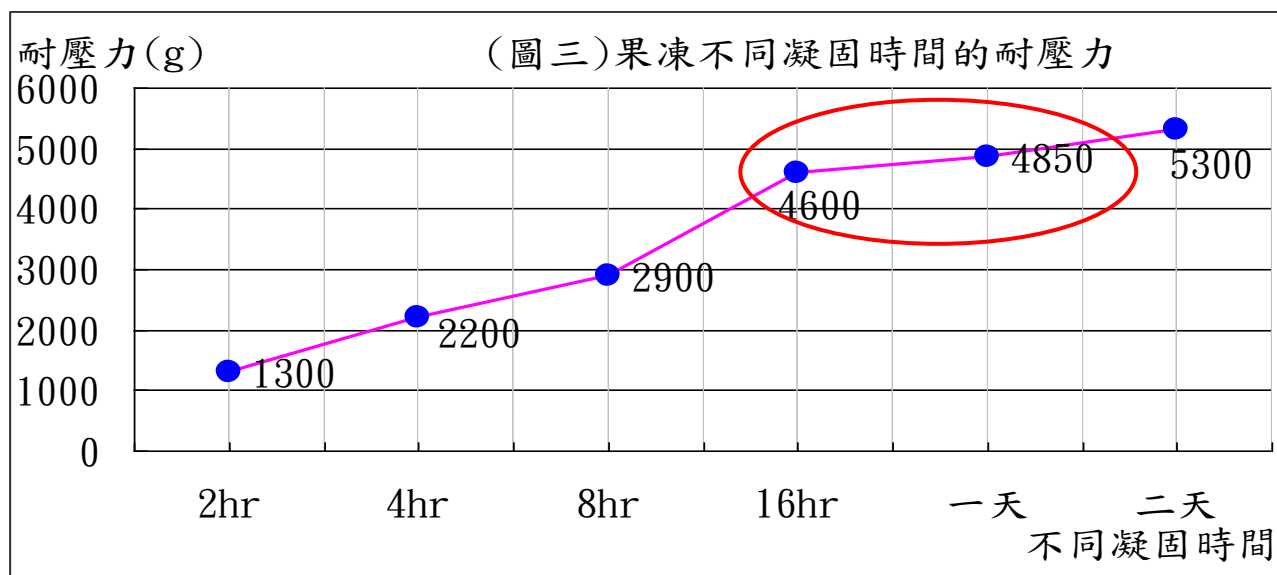


(二)實驗結果

不同凝固時間的果凍耐壓力測量(表三)						
凝固時間	2 小時	4 小時	8 小時	16 小時	一天	二天
果凍圖						
杯內殘留物	5.9g	4.2g	2.8g	1g	1g	1g
原高(cm)	3.8cm	4cm	4.3cm	4.5cm	4.5cm	4.5cm
耐壓力	1300g	2200g	2900g	4600g	4850g	5300g
崩解圖						

☞補充說明：當天室溫 16~18℃。

■實驗結果折線圖(圖三)



(三)實驗討論：

- 1.吉利丁果凍凝固時間越長，耐壓力越大。
- 2.由(表三)的原高(4.5cm)和殘留物(1g)項目可以看出，「16hr、一天、二天」這三組的凝固外形最佳。
- 3.由(圖三)可以發現，「16hr 和一天」二組的耐壓力差不多。
- 4.由上面結果，我們決定選擇「16hr~24hr」來當作我們最佳的果凍凝固時間。
- 5.在研究三和研究四的實驗過程裡面，我們發現「當天的天氣溫度」似乎會影響果凍

的凝結情形，所以我們決定另外實驗「不同溫度下的果凍凝固的狀態」。






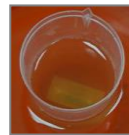



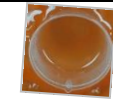


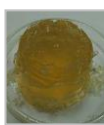










■實驗二 吉利丁果凍粉在不同溫度下的凝固狀態比較。

(一)實驗方法

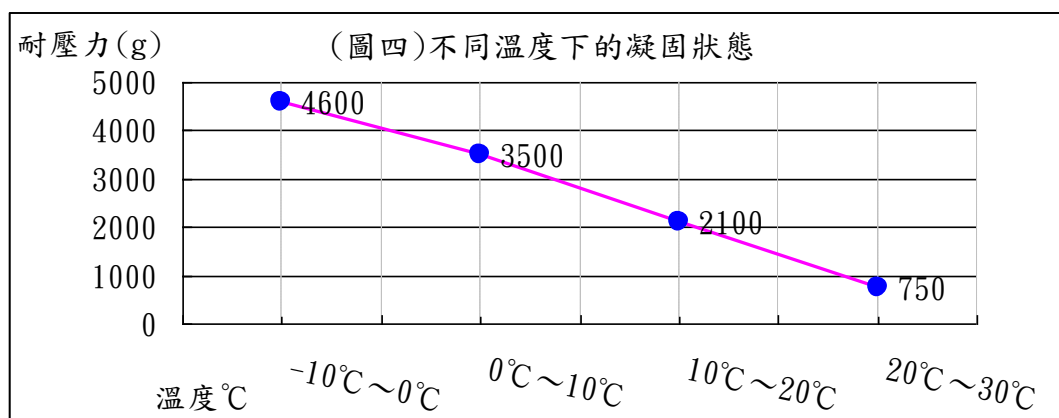
1.用熱水和冰塊來進行溫度控制。

2.分成「**①**對照組：室溫(18℃) **②**-10℃~0℃ **③**0℃~10℃ **④**10℃~20℃ **⑤**20℃~30℃ **⑥**30℃~40℃」共六組

(二)實驗結果 (當天室溫 16~18℃)

吉利丁果凍粉在不同溫度下的凝固狀態比較(表四)						
項目/溫度	①	②	③	④	⑤	⑥
	室溫(18℃)	-10℃~0℃	0℃~10℃	10℃~20℃	20℃~30℃	30℃~40℃
控溫方法	室溫	冷凍庫	大量冰塊	少量冰塊	微量熱水	少量熱水
實驗過程						
是否凝固	✓	✓	✓	✓	✓	✗
凝固時間	120 分鐘	20 分鐘	28 分鐘	45 分鐘	90 分鐘	無
凝固狀態						
說明	正常	表面結霜，內部結冰	圓周圍有結霜，中間有水珠	表面光亮	看似凝固，但內部沒有凝固	變濃稠
90 分鐘後一起測量						
果凍外觀						
原高	4.2cm	4.4cm	4.4cm	4.3cm	3.4cm	無
說明	中間凹陷，外表沒有凝固好	很冰、外表很硬、中間有大裂縫	涼涼的、外表有點硬、有小裂縫	中間凹陷，摸起來很軟	一半固體 72g(軟)，一半液體 21g	沒有凝固，變成濃稠液體
杯內殘留物	7.5g	1g	1g	5g	4g	液體 98g
崩解圖						無凝固
耐壓力	1900g	4600g	3500g	2100g	750g	無
口感	太軟	太硬	很Q	太軟	軟到很噁	水水的

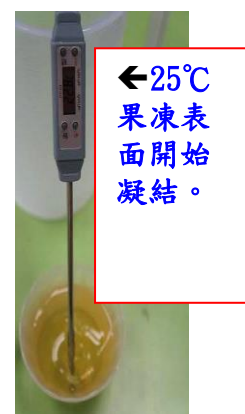
♣說明：表四「**凝固時間**」：表示果凍倒過來拿的時候，沒有液體流出。



說明：(圖四)是 90 分鐘後的測量結果。

(三)實驗討論

1. 實驗過程中，我們特別多做了一組常溫對照組(見右圖)，插入電子溫度計，發現在 25°C 左右，果凍表面會開始凝結。
2. 從(圖四)我們發現溫度越低，果凍凝固的速度越快，而且果凍的耐壓力會比較大，代表果凍比較硬。
3. 比較①(室溫 18°C)和④(10°C ~ 20°C)兩組實驗，我們發現雖然兩組的溫度差不多，但是④(10°C ~ 20°C)的凝固比較快。應該是因為果凍在 25°C 就會開始凝結，而④的冷水讓果凍比較快冷卻。
4. 冷凍庫凝固的果凍，雖然耐壓力 4600g 最接近最佳口感果凍 4200g(見研究三)，但口感卻太硬，可能是果凍結冰而影響口感。

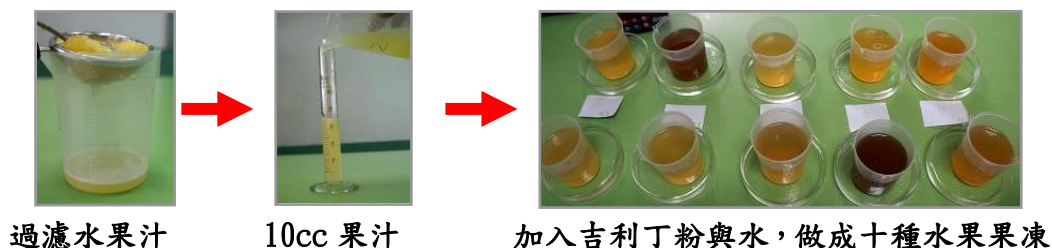


【研究五】各種水果對吉利丁凝固的影響




■實驗一 水果果汁會影響吉利丁的凝固嗎？

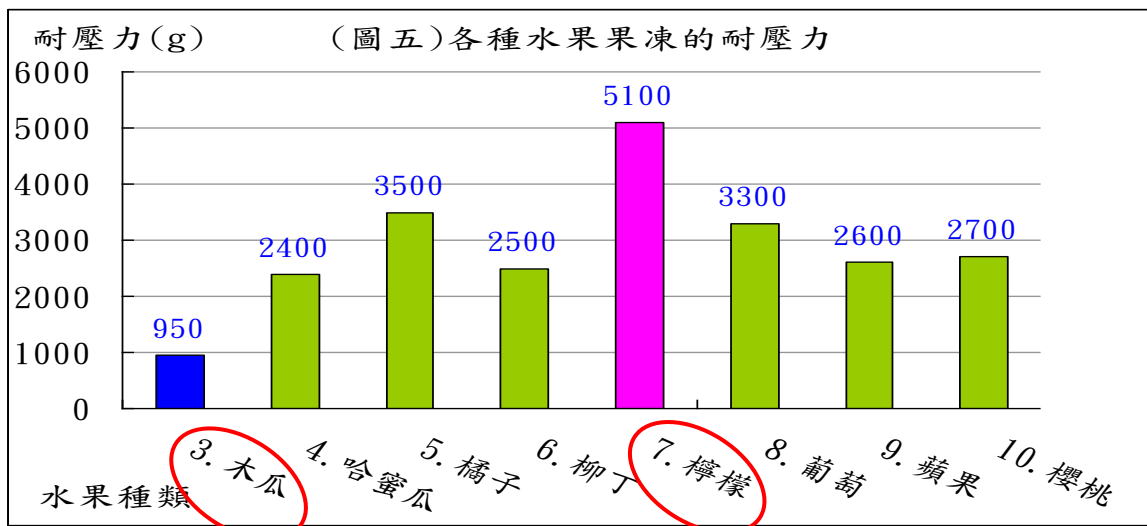
(一)實驗方法

1. 我們選擇了十種常見的水果，做成水果果凍。
2. 為了避免果粒、纖維影響吉利丁凝結，我們使用過濾過的水果純汁進行實驗。
3. 每杯裝 10cc 果汁，10g 吉利丁粉，加水 80ml，做成 100 毫升的果凍。



(二)實驗結果(16~24 小時後測量，當天室溫 16~18℃)

十種水果對吉利丁凝固的影響(表五)					
項目\水果	①奇異果	②鳳梨	③木瓜	④哈密瓜	⑤橘子
十種水果					
果凍圖					
是否凝固	✗	✗	✓	✓	✓
原高	✗	✗	4cm	4cm	4.3cm
觸覺	很水	很水	非常軟	Q 軟	Q 韌
杯內 殘留物	✗	✗	4.1g	4.0g	2.7g
崩裂圖					
耐壓力	✗	✗	950g	2400g	3500g
外觀	全液態	全液態	章魚裂法	章魚裂法	章魚裂法
觸感	水水的	水水的	軟黏	外硬內軟	外硬內軟
項目\水果	⑥柳丁	⑦檸檬	⑧葡萄	⑨蘋果	⑩櫻桃
十種水果					
果凍圖					
是否凝固	✓	✓	✓	✓	✓
原高	4cm	4cm	4cm	4cm	4.1cm
觸覺	Q 韌	Q 韌	Q 韌	Q 韌	Q 韌
杯內 殘留物	3.5g	3.1g	3.9g	2.4g	2.3g
崩裂圖					
耐壓力	2500g	5100g	3300g	2600g	2700g
外觀	章魚裂法	章魚裂法	章魚裂法	章魚裂法	章魚裂法
觸感	外硬內軟	外硬內軟	外硬內軟	外硬內軟	外硬內軟



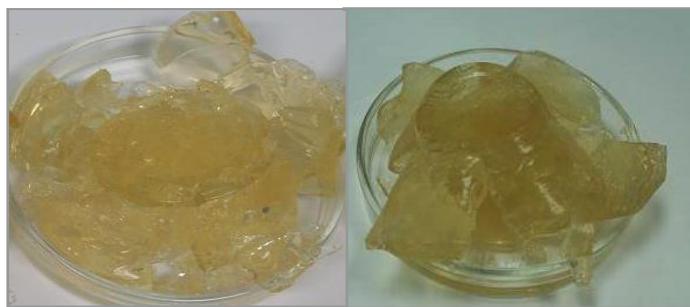
(一) 實驗討論

1. 十種水果中，奇異果和鳳梨「不能」使吉利丁凝固。

2. 可以使吉利丁凝固的八種水果中，檸檬耐壓力最高，木瓜最低。

3. 八種水果果凍崩解外觀很像，都是「章魚裂法」，而且都是外表很硬，裡面卻很軟，這種情形和沒有加水果的吉利丁果凍不同。

4. 木瓜果凍的耐壓力只有 950g，而且觸感像「很軟的麻糬」，比其他



▲一般吉利丁果凍 ▲水果吉利丁果凍
(內外硬度差異不大)(章魚裂法，外硬內軟)

果凍都要軟很多。我們想知道，如果把木瓜汁比例增加，會不會像奇異果和鳳梨一樣，吉利丁就不能凝固了呢？因此我們決定另外實驗「10cc、20cc、30cc、40cc 的木瓜果凍」，用這四組不同比例的果汁來進行觀察。









■實驗二 不同比例的木瓜汁(10cc~40cc)，對吉利丁凝固狀態的影響。

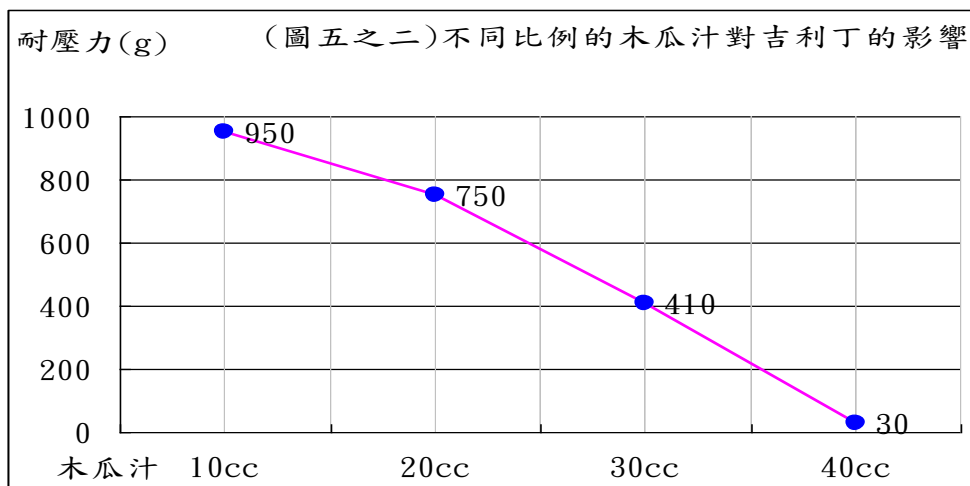
(一)實驗方法

1.我們準備了 10cc、20cc、30cc、40cc 四種木瓜汁。

2.各加入 10g 吉利丁，再加水調成重量百分比 10%，100g 的木瓜果凍，16~24 小時後做測試。

(二)實驗結果(當天室溫 16~18°C)

不同比例的木瓜汁對吉利丁的影響(表五之二)				
其他\木瓜汁	10cc	20cc	30cc	40cc
果凍圖				
是否凝固	✓	✓	✓	✓
原高(cm)	4cm	4cm	3.8cm	3.5cm
杯殘留物	4.1g	4g	4.5g	5.2g
崩解圖				
耐壓力(g)	950g	750g	410g	30g
外觀	章魚裂法	章魚裂法	章魚裂法	章魚裂法
觸感	軟黏	軟黏	很軟黏	非常軟黏



(三)實驗討論

1. 「10cc~40cc」四種不同比例的木瓜汁，都能讓吉利丁果凍凝固。
2. 果汁濃度越高的木瓜汁，做成的果凍耐壓力越小，觸感越軟。

■實驗三 比較「十種水果」對「吉利丁塊」的影響。

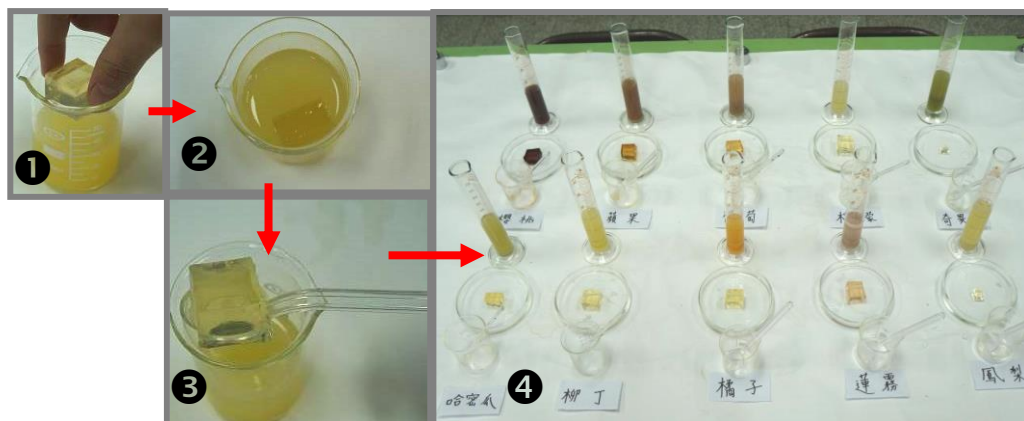
從【研究五】發現，奇異果和鳳梨「不能」讓吉利丁凝固，其他八種水果果凍雖然可以凝固，但是有「章魚裂法」和「外硬內軟」的情形。這代表果汁對吉利丁有影響。

我們想要再做一個實驗：[直接把「吉利丁塊」放入「十種水果汁」裡面\(如右圖\)](#)，觀察看看會有什麼變化。



(一)實驗方法

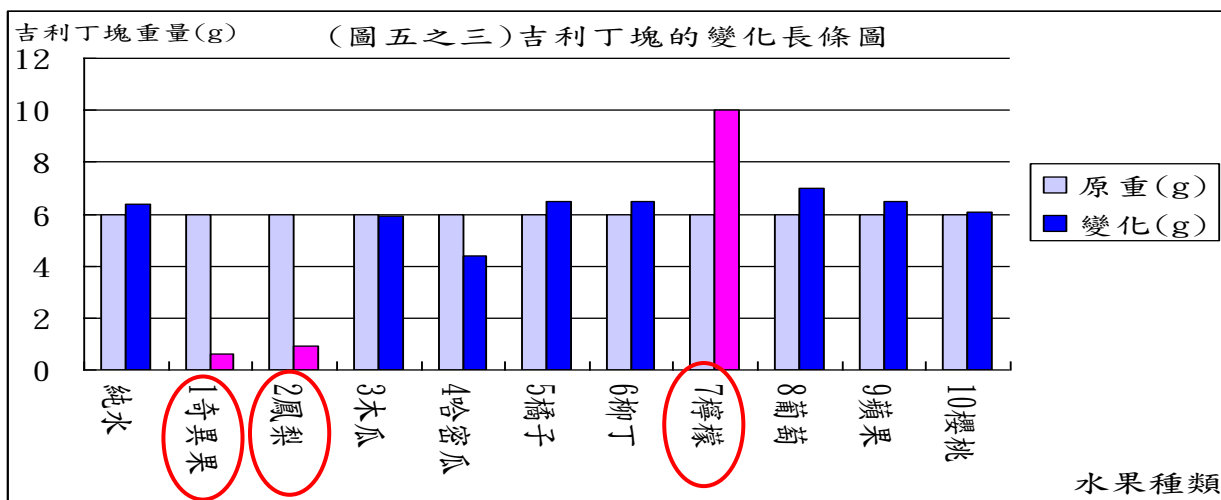
1.十種水果汁，每種取 30cc，各放入 6g 吉利丁塊，24 小時後進行觀察。



④將吉利丁取出秤重，將果汁倒到量杯測量容量。

(二)實驗結果(當天室溫 16~18°C)

比較「十種水果」對「吉利丁塊」的影響(表五之三)						
項目\水果	◎純水	①奇異果	②鳳梨	③木瓜	④哈密瓜	⑤橘子
吉利丁塊溶解圖						
原大小	6g	6g	6g	6g	6g	6g
24hr 後	6.4g	0.6g	0.9g	5.9g	4.4g	6.5g
差異	+0.4g	-5.4g	-5.1g	-0.1g	-1.6g	+0.5g
改變比例	增 7%	減 90%	減 85%	減 2%	減 27%	增 8%
大小變化	無明顯變化	變最小	變很小	無明顯變化	變小	無明顯變化
項目\水果	⑥柳丁	⑦檸檬	⑧葡萄	⑨蘋果	⑩櫻桃	
果凍圖						
原大小	6g	6g	6g	6g	6g	
24hr 後	6.5g	10g	7g	6.5g	6.1g	
差異	+0.5g	+4g	+1g	+0.5g	+0.1g	
改變比例	增 8%	增 67%	增 17%	增 8%	增 2%	
大小變化	無明顯變化	變最大	變大	無明顯變化	無明顯變化	



(三) 實驗討論

1. 對照組「純水」的吉利丁塊變大 7%，可能是吉利丁塊會吸水。
2. 增減 10% 以下的水果變化較小，不列入比較。
3. 「變小」的組別中：改變較大的，依次為(1)奇異果(減 90%)；(2)鳳梨(減 85%)；(3)哈密瓜(減 27%)。
4. 「奇異果汁」和「鳳梨汁」讓吉利丁塊變小的結果，與奇異果汁、鳳梨汁不能讓吉利丁凝固相符合。
5. 「變大」的組別中，變最大的是「檸檬(增 67%)」，其次是葡萄(增 17%)，而檸檬「耐壓力」也是十種水果中最高。
6. 木瓜能讓吉利丁果凍變軟，但只讓吉利丁塊變小 2%，不知道是不是因為木瓜汁變得過稠(如右圖)而沒有發揮作用。



【研究六】不同品種或不同成熟度的水果，對吉利丁凝固的影響。




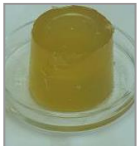



■ 實驗一 不同品種或不同成熟度的水果，對吉利丁凝固的影響

從【研究五】發現，奇異果、鳳梨不能使吉利丁果凍凝固，而木瓜果凍特別的軟。我們想知道，不同品種或不同成熟度的水果，對吉利丁凝固的影響。

(一) 實驗方法

1. 用「黃金奇異果(不同品種)」、「青鳳梨」、「青木瓜」來進行實驗。
2. 每種果汁 10cc，加入 10g 吉利丁粉，做成 100ml 的果凍。

(二)實驗結果(當天室溫 16~18°C)

不同品種或不同成熟度的水果，對吉利丁凝固的影響(表六)			
其他\水果	①黃金奇異果 (不同品種)	②青鳳梨 (不同成熟度)	③青木瓜 (不同成熟度)
水果圖			
果凍圖			
是否凝固	✓	✗	✓
原高(cm)	3.7cm	✗	4.3cm
杯殘留物	4.1g	✗	4.5g
崩解圖			
耐壓力(g)	200g	✗	3100g
外觀	章魚裂法	全液體	章魚裂法
觸感	外軟，內軟黏	水水的	外硬內Q
比較	綠色奇異果	成熟的鳳梨	成熟的木瓜
是否凝固	✗	✗	✓(耐壓力 950g)

(三)實驗討論

- 1.綠色奇異果不能讓吉利丁凝結，不同品種的「黃金奇異果」卻可以讓吉利丁凝固，但是果凍變很軟。代表黃金奇異果對吉利丁凝固的影響比綠色奇異果弱，但仍有影響。
- 2.「青木瓜(不同成熟度)」可以讓吉利丁凝固，且耐壓力 3100g。代表青木瓜對吉利丁凝固影響，比成熟木瓜還要小。
- 3.「青鳳梨(不同成熟度)」與一般成熟的鳳梨一樣，都不能讓吉利丁凝結，代表鳳梨不論有沒有成熟，都會讓吉利丁不能凝結。

【研究七】低溫冷藏、加熱或過期水果，對吉利丁凝固的影響。

我們想知道，假如鳳梨、奇異果進行「低溫冷藏」、「加熱」與「放過期」，會不會影響吉利丁的凝固。為了解惑，我們做了以下三個實驗：

■實驗一 水果低溫冷藏，對吉利丁凝固的影響

(一)實驗方法







1.分成「-9℃~-1℃」、「0℃~5℃」、「6~10℃」三種溫度。



▲冷凍庫(-9℃~-1℃) ▲大量冰塊(0℃~5℃) ▲少量冰塊(6~10℃)

2.奇異果 10cc 三杯，鳳梨汁 10cc 三杯，放入不同溫度的水桶中，二小時後，各加入吉利丁 10g 和熱水攪拌成 100ml 的吉利丁果凍。

(二)實驗結果

水果低溫冷藏，對吉利丁凝固的影響(表七之一)			
其他\溫度	①-9℃~-1℃	②0℃~5℃	③6~10℃
奇異果 果凍圖			
是否凝固	×	×	×
鳳梨 果凍圖			
是否凝固	×	×	×

(三)實驗討論

1.水果低溫冷藏結果不變：把奇異果汁、鳳梨汁低溫冷藏二小時後，仍然無法讓吉利丁凝固。

■實驗二 水果加熱，對吉利丁凝固的影響

(一)實驗方法

1.分成「①熱水攪拌 60 秒(這組直接用 100℃熱水攪拌，沒有再加熱)」、用酒精燈加熱(分四種)：「②剛沸騰」、「③沸騰 30 秒」、「④沸騰 60 秒」，以及「⑤沸騰 90 秒」，共五種加熱程度。

■ ②~⑤組，用酒精燈加熱過程如下：



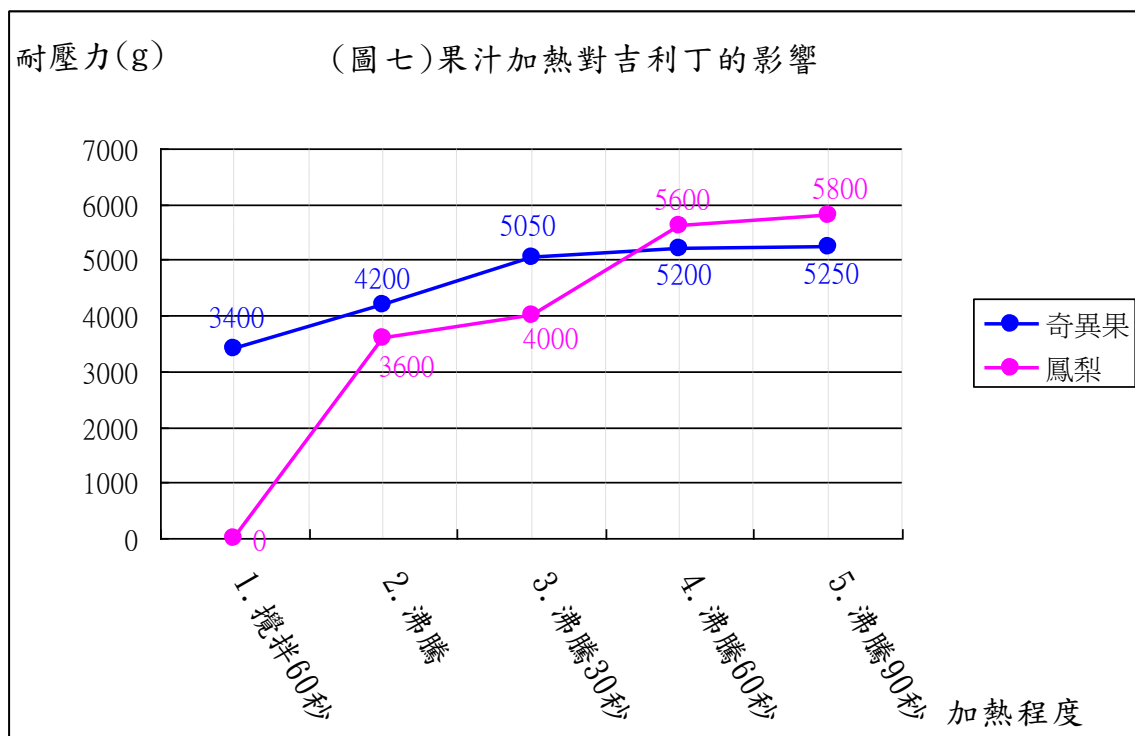
▲酒精燈加熱果汁→沸騰(分四種加熱程度)→加 10cc→做成 100ml 水果果凍。

2.奇異果、鳳梨汁各 10cc，加熱後，加入 10g 吉利丁粉，再加熱水攪拌成 100ml。

(二)實驗結果(當天室溫 16~18°C)

水果加熱，對吉利丁凝固的影響(表七之二)					
奇 異 果					
項目\加熱	①攪拌 60 秒	②沸騰	③沸騰 30 秒	④沸騰 60 秒	⑤沸騰 90 秒
奇異果 果凍圖					
是否凝固	✓	✓	✓	✓	✓
原高	4.3cm	4.5cm	4.5cm	4.5cm	4.5cm
觸覺	Q 軟	Q 韌	Q 韌	Q 韌	Q 韌
杯殘留物	2.5g	1g	1g	1g	1g
崩裂圖					
耐壓力	3400g	4200g	5050g	5200g	5250g
外觀	章魚裂法	章魚裂法	章魚裂法	章魚裂法	章魚裂法
觸感	外硬內軟	外硬內軟	外硬內軟	外硬內軟	外硬內軟

鳳 梨					
項目\加熱	①攪拌 60 秒	②沸騰	③沸騰 30 秒	④沸騰 60 秒	⑤沸騰 90 秒
鳳梨 果凍圖					
是否凝固	×	✓	✓	✓	✓
原高	×	4.2cm	4.5cm	4.5cm	4.5cm
觸覺	水水的	Q 軟	Q 韌	Q 韌	Q 韌
杯殘留物	×	2.1g	1g	1g	1g
崩裂圖					
耐壓力	×	3600g	4000g	5600g	5800g
外觀	×	章魚裂法	章魚裂法	章魚裂法	章魚裂法
觸感	×	外硬內軟	外硬內軟	外硬內軟	外硬內軟



(三)實驗討論

1.奇異果加熱：

- (1)五種加熱程度的奇異果果凍都「凝固」了。
- (2)果汁沸騰秒數愈多，果凍耐壓力越大。
- (3)加熱 60 秒與 90 秒耐壓力差異很小。

2. 鳳梨加熱：

- (1) 攪拌 60 秒的鳳梨汁仍然讓吉利丁無法凝固。
- (2) 果汁沸騰後的四種加熱程度，都讓果凍凝固了。
- (3) 果汁沸騰秒數愈多，果凍耐壓力越大。
- (4) 加熱 60 秒與 90 秒耐壓力差異不大。

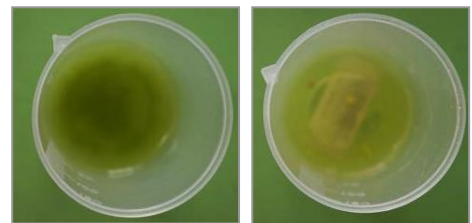
3. 奇異果與鳳梨對吉利丁影響的比較：

- (1) 果汁沸騰 30 秒前(含 30 秒)，奇異果耐壓力比較大。
- (2) 果汁沸騰 30 秒後，鳳梨的耐壓力比較大。
- (3) 果汁沸騰 60 秒和 90 秒的耐壓力差異變小。
- (4) 凝固後的果凍都是「章魚裂法」，而且「外硬內軟」。
- (5) 奇異果和鳳梨「加熱」後，吉利丁就能凝固了。

■實驗三 過期水果，對吉利丁凝固的影響

(一)實驗方法

1. 將 10cc 奇異果汁和鳳梨汁常溫放置 72 小時。
2. 果汁發出臭酸味、發霉後(如右圖)，各加入 10g 吉利丁粉，做成 100ml 果凍。



▲奇異果汁、鳳梨汁發酸、發霉。

(二)實驗結果(當天室溫 16~18°C)

過期水果，對吉利丁凝固的影響(表七之三)		
其他\水果	① 過期奇異果	② 過期鳳梨
果凍圖		
是否凝固	✘	✘

(三)實驗討論

1. 「過期」奇異果汁和鳳梨汁，仍然不能讓吉利丁果凍凝固。

【研究八】其他添加物(糖、鹽、白醋、小蘇打)，對吉利丁凝固的影響。

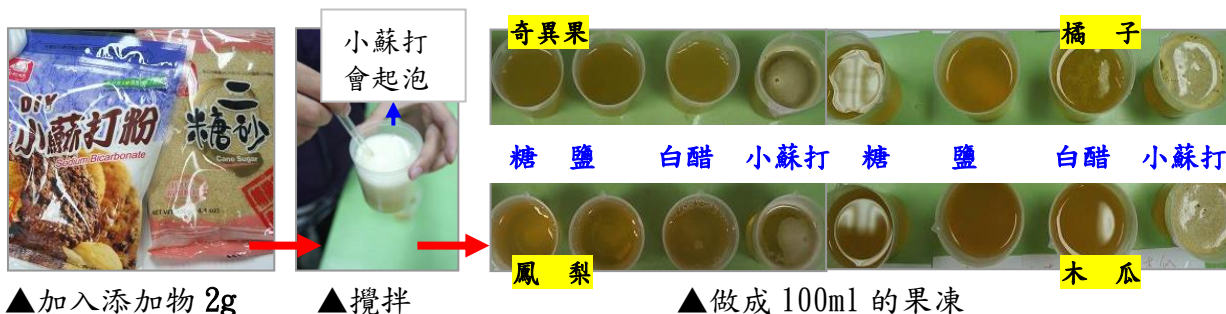
假如鳳梨、奇異果加入「其他添加物」，會不會影響吉利丁的凝固。

為了解惑，我們做了以下實驗：

■實驗一 添加物(糖、鹽、白醋、小蘇打)，對吉利丁凝固的影響

(一)實驗方法

- 1.選定添加物：糖、鹽、白醋、小蘇打，各加入 2g。
- 2.實驗組別：(1)對照組(只加添加物，不加果汁)、(2)木瓜汁(3)橘子汁(4)奇異果汁(5)鳳梨汁。
- 3.每組做四種果凍，各添加糖、鹽、白醋、小蘇打 2g，做成 100ml 果凍。

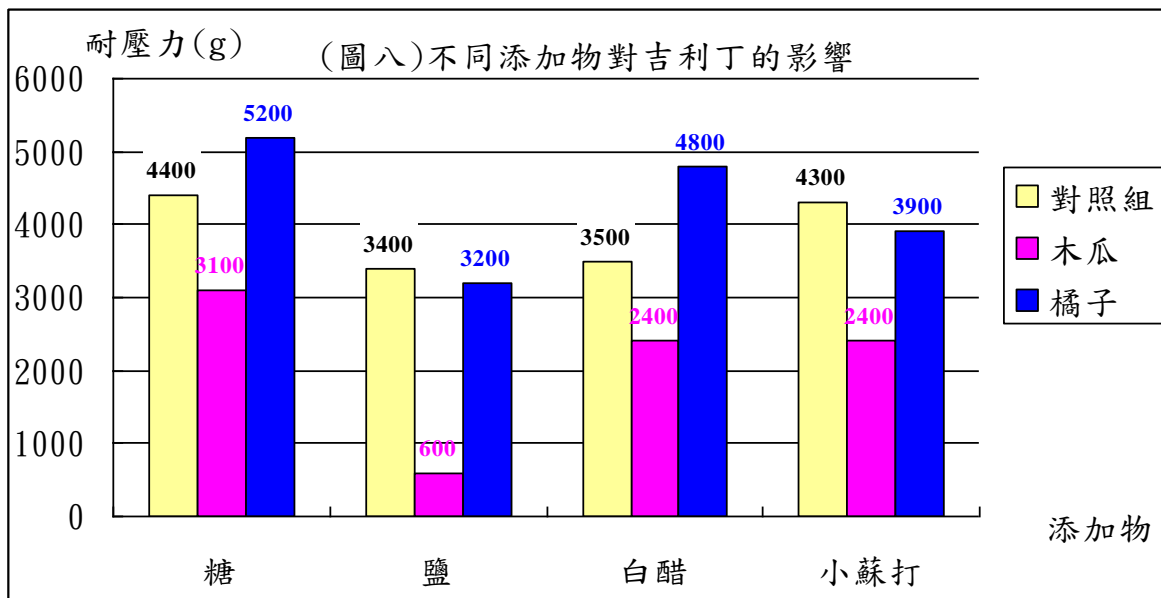


(二)實驗結果

其他添加物(糖、鹽、白醋、小蘇打)，對吉利丁凝固的影響(表八)				
項目\添加物	①糖	②鹽	③白醋	④小蘇打粉
(1)對照組(不添加果汁)				
是否凝固	✓	✓	✓	✓
耐壓力(g)	4400	3400	3500	4300
裂法	一般裂法	一般裂法	一般裂法	一般裂法
(2)木瓜組				
是否凝固	✓	✓	✓	✓
耐壓力(g)	3100	600	2400	2400
裂法	章魚裂法	章魚裂法	章魚裂法	章魚裂法
(3)橘子組				
是否凝固	✓	✓	✓	✓
耐壓力(g)	5200	3200	4800	3900

其他添加物(糖、鹽、白醋、小蘇打)，對吉利丁凝固的影響(表八)				
項目\添加物	①糖	②鹽	③白醋	④小蘇打粉
裂法	章魚裂法	章魚裂法	章魚裂法	章魚裂法
(4)奇異果汁組				
是否凝固	×	×	×	×
(5)鳳梨汁組				
是否凝固	×	×	×	×

說明：當天室溫 16~18℃



(三)實驗討論

- 1.對照組、木瓜、橘子三組實驗中，不論加什麼添加物，「木瓜」的耐壓力都是最低的。
- 2.三組實驗中，添加「糖」的果凍，耐壓力大於其他添加物。
- 3.三組實驗中，添加「鹽」的果凍，耐壓力小於其他添加物。
- 4.耐壓力最高的，是加糖的橘子果凍；最低的是加鹽的木瓜。
- 5.從表八可以看出，加入添加物仍然無法讓「奇異果」、「鳳梨」果凍凝結。

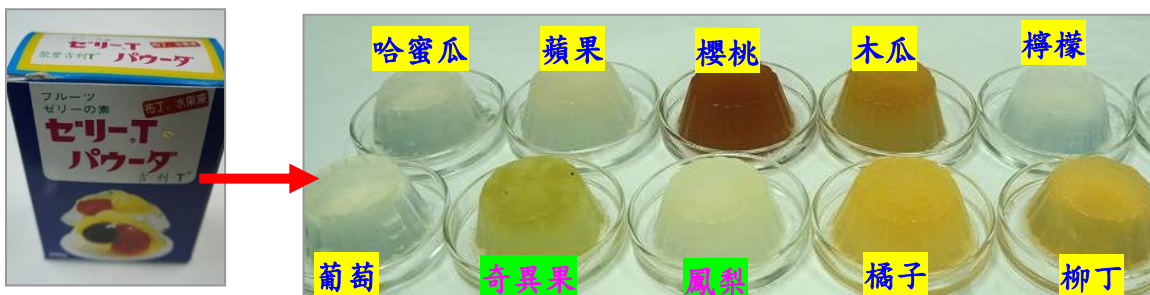
【研究九】 不同水果對植物膠—吉利 T 的凝固是否有影響

奇異果、鳳梨讓「動物膠吉利丁」無法凝固，那也會影響「植物膠的吉利 T」凝結嗎？為了解答，我們做了以下實驗：

■實驗一 不同水果對植物膠—吉利 T 的凝固是否有影響

(一)實驗方法

1. 做十種吉利 T 水果果凍(水果種類與研究五相同)。
2. 每杯裝 10cc 果汁，3g 吉利 T 粉(植物膠)，加熱水做成 100 毫升的果凍(吉利 T 比例參照說明書)。
3. 隔天(16~24 小時)觀察果凍凝結狀態。



▲植物膠吉利 T 粉，加入十種果汁，做出十種水果果凍。

(二)實驗結果

不同水果對植物膠—吉利 T 的影響(表九)					
凝固\水果	①哈密瓜	②蘋果	③櫻桃	④木瓜	⑤檸檬
是否凝固	✓	✓	✓	✓	✓
凝固\水果	⑥葡萄	⑦奇異果	⑧鳳梨	⑨橘子	⑩柳丁
是否凝固	✓	✓	✓	✓	✓

(三)實驗討論

1. 十種水果果凍皆凝固了。
2. 奇異果、鳳梨不會影響植物膠—吉利 T 的凝結。

【研究十】水果酵素對吉利丁蛋白質凝固的影響

會是「水果酵素」影響了「動物膠-吉利丁」的凝結嗎？

從之前的實驗中，我們發現奇異果、鳳梨會阻礙動物膠吉利丁的凝結，但【研究七】發現「水果加熱」則讓吉利丁凝結了。而【研究九】奇異果、鳳梨不影響植物膠-吉利丁凝結。是「水果酵素」的影響嗎？為了解開問題，我們做了以下的實驗。

■實驗一 十種水果酵素對動物膠-吉利丁凝固的影響

(一)實驗方法

1.自製十種水果的水果酵素(請參考下面流程圖)。

2. 每杯裝 10cc 水果酵素，10g 吉利丁粉，加水 80ml，做成 100 毫升的果凍。



▲水果切塊，與糖的比例是 3:1



▲十種水果都裝到玻璃瓶，套上塑膠袋。



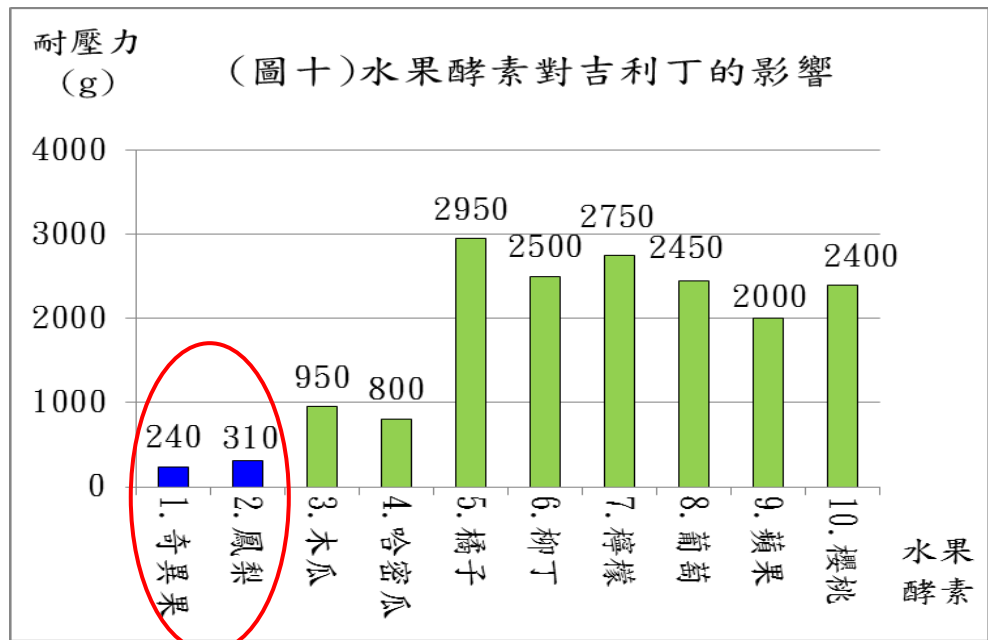
▲發酵 35 天，發酵完成後，過濾水果酵素。



▲十種水果酵素都裝到玻璃瓶備用。

(二)實驗結果(16~24 小時後測量，當天室溫 16~18℃)

十種水果酵素對吉利丁凝固的影響(表十)					
項目\酵素	①奇異果	②鳳梨	③木瓜	④哈密瓜	⑤橘子
果凍圖					
是否凝固	✓	✓	✓	✓	✓
原高	3.8cm	3.8cm	4.0cm	4.0cm	4.3cm
耐壓力(g)	240g	310g	950g	800g	2950g
項目\酵素	⑥柳丁	⑦檸檬	⑧葡萄	⑨蘋果	⑩櫻桃
果凍圖					
是否凝固	✓	✓	✓	✓	✓
原高	4.2cm	4.4cm	4.4cm	4.4cm	4.3cm
耐壓力(g)	2500g	2750g	2450g	2000g	2400g



(三) 實驗討論

1. 十種水果酵素果凍皆凝固了。奇異果、鳳梨雖然凝固了，卻特別軟。
2. 我們自製的奇異果與鳳梨酵素果凍凝固了，但是果凍硬性比其他果凍還軟，我們決定使用市售的鳳梨酵素粉來進行實驗。



■ 實驗二 鳳梨酵素粉對吉利丁凝固的影響

(一) 實驗方法

1. 製作三顆吉利丁果凍，分別添加鳳梨酵素粉 1g、2g、3g。16~24 小時後進行觀察。

品名：鳳梨酵素
 (蛋白質分解酵素Protcasec活性236U/g)
 成份：鳳梨萃取液、乳糖
 內容物：3gx30包/盒

(二) 實驗結果(當天室溫 16~18°C)

鳳梨酵素粉對動物膠吉利丁凝固的影響(表十)			
其他\酵素	①鳳梨酵素 1g	②鳳梨酵素 2g	③鳳梨酵素 3g
鳳梨酵素果凍圖			
是否凝固	✓	✗	✗
觸覺	非常軟Q	非常濃稠	水水的
崩解圖			
耐壓力(g)	50g	✗	✗

(三) 實驗討論

1. **鳳梨酵素讓吉利丁不能凝結。**可能是鳳梨中的水果酵素破壞「動物膠-吉利丁」的凝結。
2. 鳳梨酵素濃度越高，愈讓吉利丁無法凝固。

伍、 研究結果與討論

一、從【研究一】～【研究四】發現

1. 吉利丁(動物膠)果凍製作方便，只要用 80°C 以上的熱水和吉利丁粉攪拌均勻，在室溫下就可以凝固。
2. 用自製的「果凍耐壓度測量器」來測量果凍耐壓力，耐壓力太小，代表果凍太軟，耐壓力太大，就太硬了。
3. 吉利丁粉濃度越高的果凍，耐壓力越大，口感越硬。
4. 耐壓力 4200g~4900g 的果凍，口感軟 Q 好吃。
5. 最省錢、口感又好吃的吉利丁果凍比例是重量百分比 10%。
6. 熱水攪拌後的吉利丁果凍，在 25°C 就會開始凝固。
7. 吉利丁果凍凝固最佳時間，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。
8. 凝固時的「溫度」會影響凝固速度，溫度越低，凝固速度越快。因此，想快點吃到果凍，可以放入冰箱冷藏室。但「不要」放到冷凍室，因為果凍會裂開，而且口感會變太硬(因為結冰了)。

二、從【研究五】發現

1. 十種常見水果(奇異果、鳳梨、木瓜、哈密瓜、橘子、柳丁、檸檬、櫻桃、葡萄、蘋果)中，「奇異果和鳳梨」不能讓吉利丁凝結，其他水果可以。代表奇異果和鳳梨中有物質影響了吉利丁的凝結。
2. 加入水果汁的吉利丁果凍崩解後，會變成「外硬內軟的章魚裂法」，這與沒加入果汁的裂法不同，代表水果中有物質對吉利丁凝結產生影響。
3. 十種常見水果中，木瓜會讓吉利丁果凍變得很軟，木瓜濃度越高，耐壓力越小。
4. 十種水果中，「奇異果、鳳梨、哈密瓜」會讓吉利丁塊變小，奇異果變小 90%、鳳梨變小 85%、哈密瓜變小 27%，代表這三種水果會影響吉利丁的凝結(哈密瓜果凍會凝結，但耐壓力較小)。
5. 十種水果中，檸檬汁會讓吉利丁塊變大 67%，而檸檬果凍的耐壓力也是十種水果中最高。

三、從【研究六~八】發現

1. 「綠色奇異果」不能讓吉利丁凝結，但是不同品種的「黃金奇異果」可以讓吉利丁凝結，但是果凍的耐壓力很小。代表黃金奇異果對吉利丁凝結的影響小於綠色奇異果。
2. 「成熟或不成熟的鳳梨」都不能讓吉利丁凝結。

- 3.「成熟木瓜或青木瓜」，吉利丁都能凝結，但耐壓力較小。
- 4.奇異果、鳳梨「放置低溫或放置過期」，仍然無法讓吉利丁凝結。
- 5.奇異果、鳳梨「**加熱**」後，吉利丁果凍就可以凝結了。代表「加熱」，可以破壞水果中，原本會影響吉利丁凝固的物質。
- 6.奇異果、鳳梨分別加入添加物(糖、鹽、白醋、小蘇打粉)，仍然無法讓吉利丁凝結。
- 7.添加物-糖(2g)，會讓吉利丁果凍(100ml)變得比較硬。

四、從【研究九~十】發現

- 1.使用「**植物膠-吉利丁**」做水果果凍，十種水果果凍都順利凝結了。
- 2.奇異果、鳳梨讓「**動物膠-吉利丁**」果凍不能凝固，卻不會影響「**植物膠-吉利丁**」果凍的凝固。代表奇異果、鳳梨中，可能有物質影響「**動物膠**」的凝結。
- 3.自製了十種水果酵素，並加入吉利丁做成水果酵素果凍，十種果凍皆凝結，但奇異果和鳳梨酵素果凍特別軟。
- 4.添加**3公克鳳梨酵素粉**後，吉利丁果凍無法凝結，可能是鳳梨中的**水果酵素**影響了吉利丁凝結。鳳梨酵素包裝盒上說鳳梨酵素又稱「蛋白質分解酵素」，這說明了為何加入鳳梨原汁後，動物膠-吉利丁無法凝結。
- 5.假如想做鳳梨果凍或奇異果果凍，我們建議使用「植物膠-吉利丁」來做果凍。
- 6.假如想吃「**動物膠-吉利丁**」做的鳳梨或奇異果果凍，我們建議先將鳳梨、奇異果「**加熱**」，破壞水果酵素後，再加入吉利丁粉做水果果凍(參見下圖)。假如想讓果凍凝結速度加快，可以用「降溫」的方式。



▲我們利用實驗所獲得的知識，將奇異果、鳳梨「加熱」，破壞水果酵素，讓吉利丁水果果凍順利凝固。並且用「冰塊」降溫，加快果凍凝固；在四小時內完成了加入「十種水果」的美味果凍。

陸、 結論

一、要做出好吃的「吉利丁水果果凍」並不困難，從實驗中我們歸納出：

(一)用 80°C 以上熱水攪拌均勻，室溫(25°C 以下)就可以凝結。

(二)最省錢、口感又好吃的吉利丁果凍比例是重量百分比 10%(耐壓力約 4200g)。

(三)果凍 25°C 開始凝固，「溫度」會影響凝固速度，溫度越低凝固越快。

(四)添加物「糖」會讓果凍口感「變硬」，假如糖要加多，果凍粉濃度就要適度微調。

(五)水果酵素會影響吉利丁的凝結，十種常見水果(奇異果、鳳梨、木瓜、哈密瓜、橘子、

(五) (柳丁、檸檬、櫻桃、葡萄、蘋果)中：

1. 「檸檬」讓吉利丁果凍變硬。

2. 「木瓜、哈密瓜、黃金奇異果」讓果凍變軟。

3. 綠色奇異果、成熟鳳梨或青鳳梨，都讓吉利丁不能凝結。

(六)「加熱」會破壞水果酵素，「低溫」或「過期」沒有明顯影響。因此，想吃「動物膠-吉利丁」做的鳳梨或奇異果果凍，我們建議先將鳳梨、奇異果「加熱」，破壞水果酵素後，再加入吉利丁粉做水果果凍。

二、十種水果對「植物膠-吉利 T」沒有明顯的影響，吉利 T 水果果凍全部都能成功凝結。

柒、 參考資料

一、解開果凍布丁的各種疑惑(無日期)。楊桃美食網。2013 年 11 月 1 日，取自：

http://www.ytower.com.tw/prj/prj_309/p1.asp

二、312 珍品果凍(2012.08.09)。周老師的美食教室。2013 年 12 月 10 日，取自：

<http://homeeconomics.pixnet.net/blog/post/92091297-312.%E7%8F%8D%E5%93%81%E6%9E%9C%E5%87%8D>

三、葷糖果、動物膠和酵素(2008.12.11)。阿簡的生物筆記。2014 年 1 月 15 日，取自：

http://a-chien.blogspot.tw/2008/12/blog-post_9151.html

四、大山光晴 / 監修、小崎雄等；科學故事集編集委員會/主編(2010)。晨讀 10 分鐘：驚奇世界！科學故事集 4 (138-139 頁)。臺北市：天下雜誌。

【評語】 080203

本研究是探討水果酵素對果凍凝結的影響，題目很生活化。研究中發現奇異果及鳳梨汁會造成果凍無法凝結，並且提出解釋。同時自製測試果凍硬度的裝置，試圖量化果凍的硬度。然而，影響果凍的口感的因素複雜，同學以民調方式做決定，缺少客觀的數據做比較，應做改善。