

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

第三名

080209

「凍不凍有關係」續集

學校名稱：屏東縣新埤鄉新埤國民小學

作者： 小六 黃容蔚 小六 孔育婕 小六 楊翊寧 小六 潘星妤	指導老師： 鄭惠萍 李枝熹
---	-----------------------------

關鍵詞：凝膠、魚鱗、酸

「凍不凍有關係」續集

摘要

從學姊愛玉凝膠研究的激發到媽媽魚鱗凍製作的偶然，引發想要研究魚鱗片凝膠條件及情形動機。主要發現有如後幾項：加熱加酸再冷藏才容易使魚鱗片溶液凝膠；加熱時間越長，鱗片會變越輕，溶液的凝膠情形越硬；溶劑濃度越酸，鱗片會變越輕，溶液的凝膠情形越硬；加熱加酸再冷藏的條件相同時，虱目魚鱗片糯米醋溶液最快凝膠，其次是烏魚鱗片糯米醋溶液，最慢的是吳郭魚和鱸魚鱗片糯米醋溶液；虱目魚鱗片凍最硬，其次是烏魚鱗片凍，最軟的是吳郭魚鱗片凍和鱸魚鱗片凍。




壹、研究動機

兩年前，對於學姊們研究愛玉凍感到有趣，想接續她們的研究。去年，媽媽看電視學做魚鱗凍，引發我想知道魚鱗凍凝膠的條件。今年一月到校請教老師，正是烏魚盛產的季節，剛好可以拿來做研究。我的家鄉因為靠海，魚鱗片來源多，若能加以研究製作成簡易食品，不僅減少垃圾，又可將廢物回收利用。於是老師協助我們到市場向魚販要各種廢棄的魚鱗片，再洗淨曬乾，我和同學們也開始上網查資料，得知高職生是用特殊設備及高溫熬煮 4 小時的方式萃取魚鱗膠原蛋白，我想是否有更簡便的方式可將魚鱗的膠原蛋白萃取出來呢？恰巧六年級上學期自然與生活科技學過水溶液的性質，正好幫助我們展開一趟探索魚鱗凍之旅。

貳、研究目的

- 一、不加熱的條件下，不同種類的溶劑，會影響烏魚鱗片溶液的凝膠情形嗎？
- 二、加熱會影響烏魚鱗片的重量及烏魚鱗片(其)蒸餾水溶液的凝膠情形嗎？
- 三、加熱會影響烏魚鱗片的重量及其糯米醋溶液的凝膠情形嗎？
- 四、加熱會影響烏魚鱗片的重量及其小蘇打水溶液的凝膠情形嗎？
- 五、加熱時間長短會影響烏魚鱗片的重量及其糯米醋溶液的凝膠情形嗎？
- 六、不同濃度的糯米醋，會影響烏魚鱗片的重量及其糯米醋溶液的凝膠情形嗎？
- 七、不同濃度的高粱醋，會影響烏魚鱗片的重量及其高粱醋溶液的凝膠情形嗎？
- 八、不同濃度的檸檬汁，會影響烏魚鱗片的重量及其檸檬汁溶液的凝膠情形嗎？
- 九、不同種類的魚鱗，會影響糯米醋溶液的凝膠情形嗎？

參、研究設備及器材

一、烏魚鱗片	二、鱸魚鱗片	三、虱目魚鱗片	四、吳郭魚鱗片
			

五、蒸餾水	六、糯米醋	七、高粱醋	八、小蘇打粉
			
九、檸檬汁	十、有蓋鋼杯 2 個	十一、計時器 1 個	十二、電磁爐 1 台
			
十三、不鏽鋼盤 1 個	十四、塑膠試管 20 支	十五、冰箱 1 台	十六、塑膠量杯 1 個
			
十七、烤箱 1 台	十八、電子天平 1 台	十九、湯匙 1 支	二十、溫度計 1 支
			
二十一、粗篩網 1 支	二十二、砝碼 1 盒	二十三、3 匹馬力調理機	二十四、濾紙 1 包
			
二十五、細篩網 1 支	二十六、漏斗 1 個	二十七、調製好的飽和小蘇打水 (500ml 蒸餾水+39 克小蘇打粉)	
			

二十八、螺絲帽



肆、研究過程

以下實驗先經過多次嘗試後，找出各種材料量、實驗時間、加熱溫度…等的最佳條件。

一、實驗一步驟

1. 稱取 3 公克的烏魚鱗片三份，分別置入 A、B、C 三支塑膠試管內。
2. 取蒸餾水 40ml，倒入 A 塑膠試管內並靜置；取糯米醋 40ml，倒入 B 塑膠試管內並靜置。
取飽和小蘇打水 40ml，倒入 C 塑膠試管內並靜置。
3. 靜置 1 天以後，分別將 A、B、C 塑膠試管內的溶液倒至 D、E、F 塑膠試管內。
4. 用溫度計測量室溫，並以砝碼測試 D、E、F 三支塑膠試管的凝膠硬度。
5. 將 D、E、F 三支試管放入冰箱冷藏室(5°C)，每半小時觀察一次凝膠情形，共觀察 6 小時。
6. 以砝碼測試冷藏過的 D、E、F 三支塑膠試管的凝膠硬度。



步驟 1



步驟 2



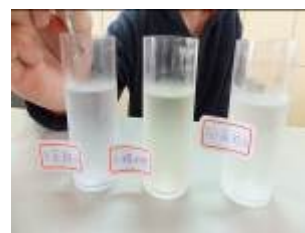
步驟 3



步驟 4



步驟 5



步驟 6

二、實驗二步驟

1. 稱取 3 公克的烏魚鱗片二份，分別置入 A、B 兩個鋼杯內。
2. 取蒸餾水 50ml 兩份，分別倒入步驟(一)的 A、B 兩個鋼杯內。
3. A 鋼杯以電磁爐中火(120°C)加熱至沸騰合計 5 分，B 鋼杯則靜置 5 分。
4. 5 分鐘後，分別將 A、B 兩個鋼杯內的溶液倒至 A、B 兩支塑膠試管內。
5. A 塑膠試管加蒸餾水至和 B 塑膠試管的溶液量一樣。
6. A、B 試管靜置冷卻後，用溫度計測量室溫，並以砝碼測試 A、B 兩支塑膠試管的凝膠硬度。

- 7.用 100ml 的蒸餾水將 A 鋼杯內的烏魚鱗片沖洗 5 秒後過篩。
- 8.將過篩後的烏魚鱗片平舖在不鏽鋼盤上面積約 108 平方公分處。
- 9.烤箱預熱到 90°C，將步驟 8 的烏魚鱗片放入烤箱烤 3 分鐘。
- 10.稱烤乾後的烏魚鱗片之重量並記錄。
- 11.將步驟 7 換成 B 鋼杯內的烏魚鱗片，重複步驟 7 至 10 再做 1 次。
- 12.將步驟 4 的 A、B 兩支試管放入冰箱冷藏室(5°C)，每半小時觀察一次凝膠情形，持續觀察 6 小時。
- 13.取出步驟 12 中冰箱內的 A、B 兩支塑膠試管，分別以砝碼測試凝膠硬度。
- 14.重複步驟 1 至 13 再做 2 次，求烤乾後烏魚鱗片三次的平均重量。



步驟 1



步驟 2



步驟 3



步驟 4



步驟 5



步驟 6



步驟 7-1



步驟 7-2



步驟 8



步驟 9-1



步驟 9-2



步驟 10



步驟 11



步驟 12



步驟 13

- 三、實驗三步驟：與實驗二步驟同，只有把蒸餾水改成糯米醋。
- 四、實驗四步驟：與實驗二步驟同，只有把蒸餾水改成小蘇打水。
- 五、實驗五步驟

- 1.稱取 3 公克的烏魚鱗片，置入鋼杯內。
- 2.取糯米醋 60ml，倒入步驟 1 的鋼杯內。
- 3.將步驟 2 的鋼杯加蓋，並用電磁爐中火(120°C)加熱至沸騰合計 2 分。

- 4.將加熱後鋼杯內的糯米醋倒入塑膠試管，再加入蒸餾水至 40ml，並靜置冷卻。
- 5.用溫度計測量室溫，並以砝碼測試烏魚鱗片糯米醋溶液的凝膠硬度。
- 6.烏魚鱗片用 100ml 的蒸餾水沖洗 5 秒後過篩。
- 7.將過篩後的烏魚鱗片平舖在不鏽鋼盤上面積約 108 平方公分處。
- 8.烤箱預熱到 90°C，將步驟 7 的烏魚鱗片放入烤箱烤 3 分鐘。
- 9.稱烤乾後的烏魚鱗片之重量並記錄。
- 10.將步驟 3 改成加熱 4 分鐘，並重複步驟 1 至 9。
- 11.將步驟 3 改成加熱 6 分鐘，並重複步驟 1 至 9。
- 12.再將塑膠試管 3 支冰入冰箱冷藏室(5°C)，半小時觀察一次，共觀察 6 小時。
- 13.取出步驟 12 中冰箱內的 3 支塑膠試管，分別以砝碼測試凝膠硬度。
- 14.重複步驟 1 至 13，再做 2 次，求出實驗後烏魚鱗片的平均重量。



步驟 1



步驟 2



步驟 3



步驟 4-1



步驟 4-2



步驟 5



步驟 6-1



步驟 6-2



步驟 7



步驟 8-1



步驟 8-2



步驟 9



步驟 10



步驟 11



步驟 12



步驟 13

六、實驗六步驟

- 1.稱取 3 公克的烏魚鱗片，置入鋼杯內。
- 2.取糯米醋 15ml 及蒸餾水 60ml 倒入鋼碗中，再以酸鹼計測出酸鹼值。
- 3.將鋼碗中的溶液倒入鋼杯內再加蓋，並用電磁爐中火(120°C)加熱至沸騰合計 6 分。

- 4.將加熱後鋼杯內的糯米醋倒入塑膠試管冷卻後，先測量室溫，再以砝碼測試烏魚鱗片糯米醋溶液的凝膠硬度。
- 5.烏魚鱗片用 100ml 的蒸餾水沖洗 5 秒後過篩。
- 6.將過篩後的烏魚鱗片平舖在不鏽鋼盤上面積約 108 平方公分處。
- 7.烤箱預熱到 90°C，將步驟 6 的烏魚鱗片放入烤箱烤 3 分鐘。
- 8.稱烤乾後的烏魚鱗片之重量並記錄。
- 9.將步驟 2 換成糯米醋 45ml，蒸餾水 30ml，重複步驟 1 至 8。
- 10.將步驟 2 換成糯米醋 75ml，蒸餾水 0ml，重複步驟 1 至 8。
- 11.將步驟 4 的塑膠試管 3 支冰入冰箱冷藏室(5°C)，每半小時觀察記錄一次，共觀察 6 小時。
- 12.取出步驟 11 冰箱內的 3 支塑膠試管，分別以砝碼測試凝膠硬度。
- 13.重複步驟 1 至 12 再做 2 次，求實驗後烏魚鱗片之平均重量。



步驟 1



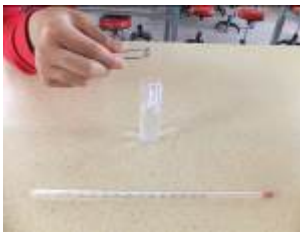
步驟 2



步驟 3



步驟 4-1



步驟 4-2



步驟 5-1



步驟 5-2



步驟 6



步驟 7-1



步驟 7-2



步驟 8



步驟 9



步驟 10



步驟 11



步驟 12

七、實驗七步驟：與實驗六步驟同，只有把糯米醋改成高粱醋。

八、實驗八步驟：與實驗六步驟同，只有把糯米醋改成檸檬汁。

九、實驗九步驟

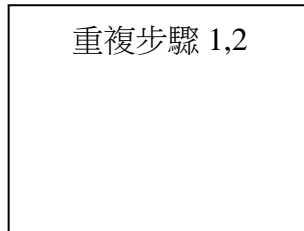
- 1.取烏魚鱗片 30 公克置入 3 匹馬力調理機內，打 1 分 30 秒。
- 2.過細篩網蒐集烏魚鱗片粉。
- 3.重複步驟 1 到 2 數次，直到烏魚鱗片粉的量超過 10 公克以上。
- 4.稱取 3 公克的烏魚鱗片粉，置入鋼杯內。
- 5.取糯米醋 50ml，倒入鋼杯內。
- 6.鋼杯以電磁爐中火(120°C)加熱至沸騰合計 3 分。
- 7.3 分鐘後，將鋼杯內的溶液倒至塑膠試管內靜置冷卻。
- 8.測量室溫，再以砝碼測試烏魚鱗片糯米醋溶液的凝膠情形。
- 9.將步驟 1 的烏魚鱗片換成吳郭魚鱗片，重複步驟 1 至 8。
- 10.將步驟 1 的烏魚鱗片換成虱目魚鱗片，重複步驟 1 至 8。
- 11.將步驟 1 的烏魚鱗片換成鱸魚鱗片，重複步驟 1 至 8。
- 12.將步驟 8 的 4 支試管放入冰箱冷藏室(5°C)，每半小時觀察並記錄一次凝膠情形，持續觀察 3 小時。
- 13.取出冰箱內的塑膠試管，以螺絲帽和砝碼測試凝膠硬度。
- 14.重複步驟 1 至 13 再做 2 次。



步驟 1



步驟 2



步驟 3



步驟 4



步驟 5



步驟 6



步驟 7



步驟 8



步驟 9



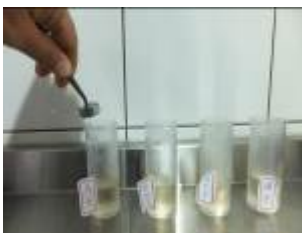
步驟 10



步驟 11



步驟 12



步驟 13

伍、研究結果

一、實驗一

(一)測量室溫得到 17°C，烏魚鱗片不論是泡蒸餾水、糯米醋或小蘇打水，靜置 1 天以後，放入 0.1 克的砝碼，砝碼都直接沉到三種溶液的底部(見下圖)。



(二)泡蒸餾水、泡糯米醋或小蘇打水的烏魚鱗片溶液冷藏後，凝膠情形分別如下：
(有凝膠以○表示，未凝膠以×表示。)

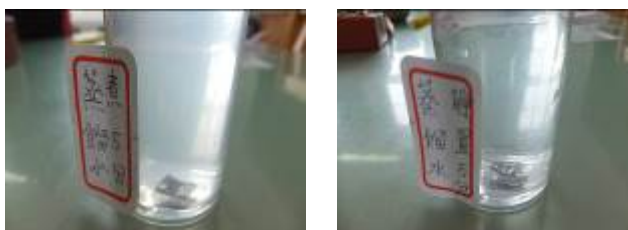
凝膠情形 溶劑種類	冷藏時間	1 至 4	4.5	5	5.5	6
		小時	小時	小時	小時	小時
蒸餾水		×	×	×	×	×
糯米醋		×	×	×	×	×
小蘇打水		×	×	×	×	×

再放入 0.1 克的砝碼，砝碼直接沉到三種溶液的底部(見下圖)。



二、實驗二

(一)三次實驗測得室溫分別是 17°C、19°C、18°C，烏魚鱗片泡蒸餾水後，無論加熱 5 分或靜置 5 分，放入 0.1 克的砝碼都沉到溶液底部(見下圖)。



(二)泡蒸餾水後加熱 5 分或靜置 5 分，再經過烤乾的烏魚鱗片重量如下:

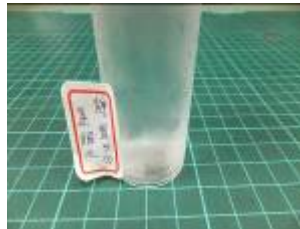
鱗片重量(克) 是否加熱	實驗次數	第一次	第二次	第三次	平均重量
		加熱	2.3	2.3	2.4
靜置		2.5	2.5	2.4	2.5

(三)加熱與靜置的烏魚鱗片蒸餾水溶液冰入冷藏後，凝膠情形分別如下:

(有凝膠以○表示，未凝膠以×表示。)

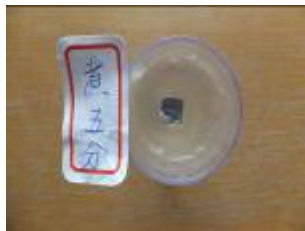
凝膠情形 是否加熱	冷藏時間	1 至 4 小時	4.5 小時	5 小時	5.5 小時	6 小時
		加熱	×	×	×	×
靜置		×	×	×	×	×

再放入 0.1 克砝碼都沉到溶液底部(見下圖)。



三、實驗三

(一)三次實驗測得室溫分別是 17°C、16°C、17°C，烏魚鱗片泡糯米醋加熱 5 分，放入 0.1 克的砝碼浮在溶液表面；烏魚鱗片泡糯米醋靜置 5 分，放入 0.1 克的砝碼沉到溶液底部(見下圖)。



(二)泡糯米醋後加熱 5 分或靜置 5 分，再經過烤乾的烏魚鱗片重量如下:

鱗片重量(克) 是否加熱	實驗次數	第一次	第二次	第三次	平均重量
		加熱	2.0	2.1	2.0
靜置		2.6	2.7	2.7	2.7

(三)加熱與靜置的烏魚鱗片糯米醋溶液冷藏後，凝膠情形分別如下：

(完全凝膠以○表示，未完全凝膠以△表示，未凝膠以×表示。)

凝膠情形 是否加熱	冷藏時間	1 至 4	4.5	5	5.5	6
		小時	小時	小時	小時	小時
加熱		△	△	△	△	○
靜置		×	×	×	×	×

(四)烏魚鱗片糯米醋溶液加熱 5 分再冷藏 6 小時後，凝膠情形如下：



←放入 2 克的砝碼不會沉



←放入 5 克的砝碼會沉

(五)烏魚鱗片糯米醋溶液靜置 5 分再冷藏 6 小時後，凝膠情形如下：



←放入 0.1 克的砝碼會沉

四、實驗四

(一)三次實驗測得室溫分別是 18℃、17℃、17℃，烏魚鱗片泡小蘇打水後，無論加熱 5 分或靜置 5 分，放入 0.1 克的砝碼都沉到溶液底部(見下圖)。



(二)泡小蘇打水後加熱 5 分或靜置 5 分，再經過烤乾的烏魚鱗片重量如下：

鱗片重量(克) 是否加熱	實驗次數	第一次	第二次	第三次	平均重量
加熱		2.1	2.2	2.2	2.2
靜置		2.4	2.3	2.4	2.4

(三)加熱與靜置的烏魚鱗片小蘇打水溶液冷藏後，凝膠情形分別如下：

(有凝膠以○表示，未凝膠以×表示。)

凝膠情形 是否加熱	冰藏時間	1 至 3	3.5	4	4.5	5.5	6
		小時	小時	小時	小時	小時	小時
加熱		×	×	×	×	×	×
靜置		×	×	×	×	×	×

(四)放入 0.1 克砝碼都沉到溶液底部(見下圖)。



五、實驗五

(一)三次實驗測得室溫分別是 17°C、17°C、18°C，烏魚鱗片泡糯米醋後，加熱 2 分或 4 分，有出現些微凝膠的現象，但無法使 0.1 克砝碼浮起來。加熱 6 分，有出現凝膠的現象，0.1 克砝碼浮在溶液中。



(二)泡糯米醋後加熱 2 分、4 分或 6 分，再經過烤乾的烏魚鱗片重量如下：

鱗片重量(克)	實驗次數	第一次	第二次	第三次	平均重量
		加熱時間(分)			
2		2.6	2.7	2.6	2.6
4		2.2	2.3	2.3	2.3
6		1.9	2	2.1	2

(三)加熱 2 分、4 分或 6 分的烏魚鱗片糯米醋溶液冷藏後，凝膠情形分別如下：

(完全凝膠以○表示，未完全凝膠以△表示。)

凝膠情形 加熱時間	冷藏時間	1 至 4	4.5	5	5.5	6
		小時	小時	小時	小時	小時
2 分		△	△	△	△	○
4 分		△	△	△	△	○
6 分		△	△	△	△	○

(四)加熱 2 分的烏魚鱗片糯米醋溶液冷藏凝膠後，硬度測試結果如下：



←放入 0.1 克砝碼會不會沉



←放入 0.2 克砝碼會沉

(五)加熱 4 分的烏魚鱗片糯米醋溶液冷藏凝膠後，硬度測試結果如下：



←放入 2 克砝碼會不會沉



←放入 5 克砝碼會沉

(六)加熱 6 分的烏魚鱗片糯米醋溶液冷藏凝膠後，硬度測試結果如下：



←放入 5 克砝碼不會沉



←放入 10 克砝碼會沉

(七)凝膠後的烏魚鱗片糯米醋溶液可以承受砝碼的重量如下：









加熱時間(分)	砝碼重量(克)	實驗次數			平均重量
		第一次	第二次	第三次	
2	0.1	0.1	0.1	0.1	
4	2	2	2	2	
6	5	5	5	5	

六、實驗六

(一)測量不同濃度的糯米醋溶液，所得到酸鹼值如下：

糯米醋濃度	酸鹼值	實驗次數			平均酸鹼值
		第一次	第二次	第三次	
糯米醋 15ml+蒸餾水 60ml(原濃度的 20%)	2.80	2.80	2.79	2.80	
糯米醋 45ml+蒸餾水 30ml(原濃度的 60%)	2.60	2.59	2.61	2.60	
糯米醋 75ml+蒸餾水 0ml(原濃度的 100%)	2.45	2.46	2.45	2.45	

(二)烏魚鱗片泡不同濃度的糯米醋並加熱 6 分後，三次實驗的凝膠情形如下：

凝膠 情形 糯米醋濃度	室溫	17°C	20°C	22°C
	20%	有凝膠  ↑放入 0.1 克砝碼不會沉  ↑放入 0.2 克砝碼會沉	無凝膠  ↑放入 0.1 克砝碼會沉	無凝膠  ↑放入 0.1 克砝碼會沉
60%	無凝膠  ↑放入 0.1 克砝碼會沉	無凝膠  ↑放入 0.1 克砝碼會沉	無凝膠  ↑放入 0.1 克砝碼會沉	
100%	無凝膠  ↑放入 0.1 克砝碼會沉	無凝膠  ↑放入 0.1 克砝碼會沉	無凝膠  ↑放入 0.1 克砝碼會沉	

(三)烏魚鱗片泡不同濃度的糯米醋，加熱 6 分再烤乾 3 分後，烏魚鱗片重量如下：

重量(克) 糯米醋濃度	實驗次數	第一次	第二次	第三次	平均重量
	原濃度的 20%		2.4	2.5	2.6
原濃度的 60%		2.2	2.3	2.3	2.3
原濃度的 100%		1.9	1.9	1.9	1.9

由上表可知，烏魚鱗片泡 20%的糯米醋加熱烤乾後，減少 0.5 克；烏魚鱗片泡 60%

的糯米醋加熱烤乾後，減少 0.7 克；烏魚鱗片泡 100%的糯米醋加熱烤乾後，減少 1.1 克。

(四)三種不同濃度的烏魚鱗片糯米醋溶液冷藏後，凝膠時間分別如下：
(完全凝膠以○表示，未完全凝膠以△表示。)

凝膠 糯米醋 濃度	冷藏時間				
	情形	1 至 4 小時	4.5 小時	5 小時	5.5 小時
原濃度的 20%	△	△	△	△	○
原濃度的 60%	△	△	△	△	○
原濃度的 100%	△	△	△	△	○

(五)20%的烏魚鱗片糯米醋溶液冷藏凝膠後，硬度測試結果如下：



←放入 0.2 克砝碼不會沉



←放入 0.5 克砝碼會沉

(六)60%的烏魚鱗片糯米醋溶液冷藏凝膠後，硬度測試結果如下：



←放入 1 克砝碼不會沉



←放入 2 克砝碼會沉

(七)100%的烏魚鱗片糯米醋溶液冷藏凝膠後，硬度測試結果如下：



←放入 5 克砝碼不會沉



←放入 10 克砝碼會沉

(八)將凝膠後的烏魚鱗片糯米醋溶液可以承受砝碼的重量列表如下：

糯米醋濃度	砝碼重量(克)	實驗次數			平均重量
		第一次	第二次	第三次	
原濃度的 20%	0.2	0.2	0.2	0.2	
原濃度的 60%	1	1	1	1	
原濃度的 100%	5	5	5	5	

七、實驗七

(一)測量不同濃度的高粱醋溶液，所得到酸鹼值如下：

高粱醋濃度	酸鹼值	實驗次數			平均酸鹼值
		第一次	第二次	第三次	
高粱醋 15ml+蒸餾水 60ml(原濃度的 20%)		2.81	2.72	2.91	2.81
高粱醋 45ml+蒸餾水 30ml(原濃度的 60%)		2.50	2.52	2.55	2.52
高粱醋 75ml+蒸餾水 0ml(原濃度的 100%)		2.52	2.41	2.51	2.48

(二)烏魚鱗片泡不同濃度的高粱醋並加熱 6 分後，三次實驗的凝膠情形如下：

凝膠 情形 高粱醋濃度	室溫	17°C	20°C	22°C
	20%	有凝膠  ↑放入 0.1 克砝碼不會沉  ↑放入 0.2 克砝碼會沉	無凝膠  ↑放入 0.1 克砝碼會沉	無凝膠  ↑放入 0.1 克砝碼會沉
60%	無凝膠  ↑放入 0.1 克砝碼會沉	無凝膠  ↑放入 0.1 克砝碼會沉	無凝膠  ↑放入 0.1 克砝碼會沉	無凝膠  ↑放入 0.1 克砝碼會沉
100%	無凝膠  ↑放入 0.1 克砝碼會沉	無凝膠  ↑放入 0.1 克砝碼會沉	無凝膠  ↑放入 0.1 克砝碼會沉	無凝膠  ↑放入 0.1 克砝碼會沉

(三)烏魚鱗片泡不同濃度的高粱醋，先加熱 6 分再烤乾 3 分後，烏魚鱗片重量如下:

鱗片重量(克) 高粱醋濃度	實驗次數	第一次	第二次	第三次	平均重量
原濃度的 20%		2.4	2.5	2.5	2.5
原濃度的 60%		2.2	2.3	2.2	2.2
原濃度的 100%		1.9	2.0	2.0	2.0

由上表可知，烏魚鱗片泡 20%的高粱醋加熱烤乾後，減少 0.5 克；烏魚鱗片泡 60%的高粱醋加熱烤乾後，減少 0.8 克；烏魚鱗片泡 100%的高粱醋加熱烤乾後，減少 1 克。

(四)三種不同濃度的烏魚鱗片高粱醋溶液冰入冰箱冷藏後，凝膠時間分別如下:

(完全凝膠以○表示，未完全凝膠以△表示。)

凝膠情形 高粱醋濃度	冷藏時間	1 至 4 小時	4.5 小時	5 小時	5.5 小時	6 小時
原濃度的 20%		△	△	△	△	○
原濃度的 60%		△	△	△	△	○
原濃度的 100%		△	△	△	△	○

(五)20%的烏魚鱗片高粱醋溶液冷藏凝膠後，硬度測試結果如下：



←放入 0.2 克砝碼不會沉



←放入 0.5 克砝碼會沉

(六)60%的烏魚鱗片高粱醋溶液冷藏凝膠後，硬度測試結果如下：



←放入 5 克砝碼不會沉



←放入 10 克砝碼會沉

(七)100%的烏魚鱗片高粱醋溶液冷藏凝膠後，硬度測試結果如下：



←放入 10 克砝碼不會沉



←放入 20 克砝碼會沉

(八)將凝膠後的烏魚鱗片高粱醋溶液可以承受砝碼的重量列表如下：








高粱醋濃度	砝碼重量(克)	實驗次數			平均重量
		第一次	第二次	第三次	
原濃度的 20%		0.2	0.2	0.2	0.2
原濃度的 60%		5	5	5	5
原濃度的 100%		10	10	10	10




八、實驗八

(一)測量不同濃度的檸檬汁溶液，所得到酸鹼值如下：

檸檬汁的濃度	酸鹼值	實驗次數			平均酸鹼值
		第一次	第二次	第三次	
檸檬汁 15ml+蒸餾水 60ml(原濃度的 20%)		2.35	2.33	2.34	2.34
檸檬汁 45ml+蒸餾水 30ml(原濃度的 60%)		2.08	2.11	2.06	2.08
檸檬汁 75ml+蒸餾水 0ml(原濃度的 100%)		1.96	1.96	1.99	1.97

(二)烏魚鱗片泡不同濃度的檸檬汁並加熱 6 分後，三次實驗的凝膠情形如下：

檸檬汁濃度	凝膠情形		
	室溫 17°C	20°C	21°C
20%	<p>有凝膠</p>  <p>↑放入 0.2 克砝碼不會沉</p>  <p>↑放入 0.5 克砝碼會沉</p>	<p>無凝膠</p>  <p>↑放入 0.1 克砝碼會沉</p>	<p>無凝膠</p>  <p>↑放入 0.1 克砝碼會沉</p>
60%	<p>無凝膠</p>  <p>↑放入 0.1 克砝碼會沉</p>	<p>無凝膠</p> 	<p>無凝膠</p> 

凝膠 情形 檸檬汁濃度	室溫			
		17°C	20°C	21°C
100%	無凝膠	無凝膠	無凝膠	無凝膠
				
	↑放入 0.1 克砝碼會沉			

(三)烏魚鱗片泡不同濃度的檸檬汁，先加熱 6 分再烤乾 3 分後，烏魚鱗片重量如下:

鱗片重量(克) 檸檬汁濃度	實驗次數	第一次	第二次	第三次	平均重量
	原濃度的 20%	1.9	1.9	1.9	1.9
原濃度的 60%		1.7	1.8	1.6	1.7
原濃度的 100%		1.2	1.3	1.2	1.2

由上表可知，烏魚鱗片泡 20%的檸檬汁加熱烤乾後，減少 1.1 克；烏魚鱗片泡 60%的檸檬汁加熱烤乾後，減少 1.3 克；烏魚鱗片泡 100%的檸檬汁加熱烤乾後，減少 1.8 克。

(四)三種不同濃度的烏魚鱗片檸檬汁溶液冷藏後，凝膠時間分別如下:

(完全凝膠以○表示，未完全凝膠以△表示。)

凝膠 情形 檸檬汁濃度	冷藏時間	0.5 小時	1 小時	1.5 小時	2 小時	2.5 小時	3 小時
	原濃度的 20%	△	△	△	△	△	○
原濃度的 60%		△	△	△	△	△	○
原濃度的 100%		△	△	△	△	△	○

(五)20%的烏魚鱗片檸檬汁溶液冷藏凝膠後，硬度測試結果如下：



←放入 5 克砝碼不會沉



←放入 10 克砝碼會沉

(六)60%的烏魚鱗片檸檬汁溶液冷藏凝膠後，硬度測試結果如下：



←放入 10 克砝碼不會沉



←放入 20 克砝碼會沉

(七)100%的烏魚鱗片檸檬汁溶液冷藏凝膠後，硬度測試結果如下：



←放入 20 克砝碼不會沉



←放入 50 克砝碼會沉

(八)將凝膠後的烏魚鱗片檸檬汁溶液可以承受砝碼的重量列表如下：

檸檬汁濃度	砝碼重量(克)	實驗次數			平均重量
		第一次	第二次	第三次	
原濃度的 20%		5	5	5	5
原濃度的 60%		10	10	10	10
原濃度的 100%		20	20	20	20

九、實驗九

(一)三次實驗測量室溫分別是 23℃、21℃ 及 22℃，烏魚鱗片糯米醋溶液、吳郭魚鱗片糯米醋溶液、虱目魚鱗片糯米醋溶液及鱸魚鱗片糯米醋溶液，放入 0.1 克的砝碼都沉到溶液底部(見下圖)。



←放入 0.1 克砝碼會沉



←放入 0.1 克砝碼會沉



←放入 0.1 克砝碼會沉



←放入 0.1 克砝碼會沉

(二)四種鱗片糯米醋溶液冰入冰箱冷藏後，凝膠情形分別如下：
(完全凝膠以○表示，未完全凝膠以△表示。)

凝膠情形 溶液種類	冷藏時間				
	0.5 小時	1 小時	1.5 小時	2 小時	2.5 小時
烏魚鱗片糯米醋溶液	△	△	○	○	○
吳郭魚鱗片糯米醋溶液	△	△	△	△	○
虱目魚鱗片糯米醋溶液	△	○	○	○	○
鱸魚鱗片糯米醋溶液	△	△	△	△	○

(三)烏魚鱗片糯米醋溶液冷藏凝膠後，硬度測試情形如下：



↑放入 50 克砝碼和 144 克螺絲帽不會沉到底



↑放入 50 克砝碼和 160 克螺絲帽會沉到底

(四)吳郭魚鱗片糯米醋溶液冷藏凝膠後，硬度測試情形如下：



↑放入 50 克砝碼和 64 克螺絲帽不會沉到底



↑放入 50 克砝碼和 80 克螺絲帽會沉到底

(五)虱目魚鱗片糯米醋溶液冷藏凝膠後，硬度測試情形如下：



↑放入 50 克砝碼和 176 克螺絲帽不會沉到底



↑放入 50 克砝碼和 192 克螺絲帽會沉到底

(六)鱸魚鱗片糯米醋溶液冷藏凝膠後，硬度測試情形如下：



↑放入 50 克砝碼和 64 克螺絲帽不會沉到底



↑放入 50 克砝碼和 80 克螺絲帽會沉到底

(七)將凝膠後的四種鱗片糯米醋溶液可以承受砝碼的重量列表如下：

魚鱗種類	砝碼重量(克)	實驗次數			平均重量
		第一次	第二次	第三次	
烏魚		194	194	194	194
吳郭魚		114	114	114	114
虱目魚		226	226	226	226
鱸魚		114	114	114	114

陸、討論

一、實驗一

烏魚鱗片蒸餾水溶液、烏魚鱗片糯米醋溶液及烏魚鱗片小蘇打水溶液，在室溫 17°C 時都沒有出現凝膠的現象。三種烏魚鱗片溶液冷藏後，也都沒有出現凝膠的現象。經查資料及曾見過食物湯汁會凝膠的經驗而聯想—加熱可以幫助凝膠，於是著手設計下一個實驗。

二、實驗二

- (一)烏魚鱗片蒸餾水溶液加熱 5 分或靜置 5 分後，在 17°C 時都沒有出現凝膠的現象。
- (二)烏魚鱗片泡蒸餾水後加熱 5 分再烤乾 3 分，重量減少 0.7 克；烏魚鱗片泡蒸餾水後靜置 5 分再烤乾 3 分，重量減少 0.5 克。
- (三)烏魚鱗片蒸餾水溶液加熱 5 分或靜置 5 分後，冷藏後都沒有出現凝膠的現象。

三、實驗三

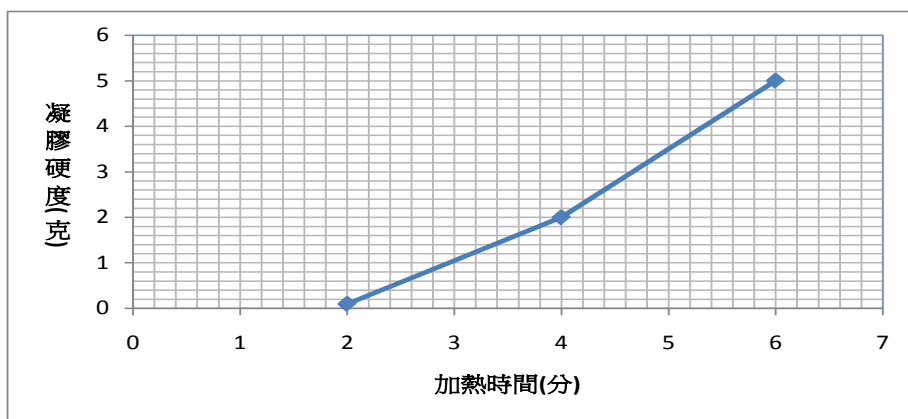
- (一)烏魚鱗片糯米醋溶液加熱 5 分後，在 17°C 時，有出現凝膠的現象。烏魚鱗片糯米醋溶液靜置 5 分後，在 17°C 時，沒有出現凝膠的現象。經過查資料得知，魚鱗主要成分中含有 45% 的膠原蛋白和 55% 的氫氧基磷灰石。膠原蛋白可經由酵素或酸、鹼作用而形成蛋白水解物，包含二肽、三肽、寡胜肽（2~20 個胺基酸）及多胜肽（20~50 個胺基酸）。因此加熱並加糯米醋會使烏魚鱗片中的膠原蛋白分解出來，於室溫 17°C 時，烏魚鱗片糯米醋溶液容易產生凝膠現象。
- (二)烏魚鱗片泡糯米醋後加熱 5 分再烤乾 3 分，重量減少 1 克；烏魚鱗片泡糯米醋後靜置 5 分再烤乾 3 分，重量減少 0.3 克。
- (三)烏魚鱗片糯米醋溶液加熱 5 分再冷藏後有出現凝膠的現象。烏魚鱗片糯米醋溶液靜置 5 分再冷藏後沒有出現凝膠的現象。

四、實驗四

- (一)烏魚鱗片小蘇打水溶液加熱 5 分或靜置 5 分後，在 18°C 時，都沒有出現凝膠的現象。
- (二)烏魚鱗片泡小蘇打水後加熱 5 分再烤乾 3 分，重量減少 0.8 克；烏魚鱗片泡小蘇打水後靜置 5 分再烤乾 3 分，重量減少 0.6 克。
- (三)烏魚鱗片小蘇打水溶液加熱 5 分或靜置 5 分再冷藏後都沒有出現凝膠的現象。

五、實驗五

- (一)烏魚鱗片泡糯米醋後，加熱 2 分或 4 分，凝膠現象不明顯；烏魚鱗片泡糯米醋後，加熱 6 分，有明顯的凝膠現象。
- (二)烏魚鱗片泡糯米醋加熱 2 分再烤乾 3 分，重量減少 0.4 克；烏魚鱗片泡糯米醋加熱 4 分再烤乾 3 分，重量減少 0.7 克；烏魚鱗片泡糯米醋加熱 6 分再烤乾 3 分，重量減少 1 克。
- (三)加熱 2 分、4 分或 6 分的烏魚鱗片糯米醋溶液，冷藏 6 小時後，都可以完全凝膠，但完全凝膠的時間快慢沒有差別。加熱時間與凝膠硬度的關係圖如下：



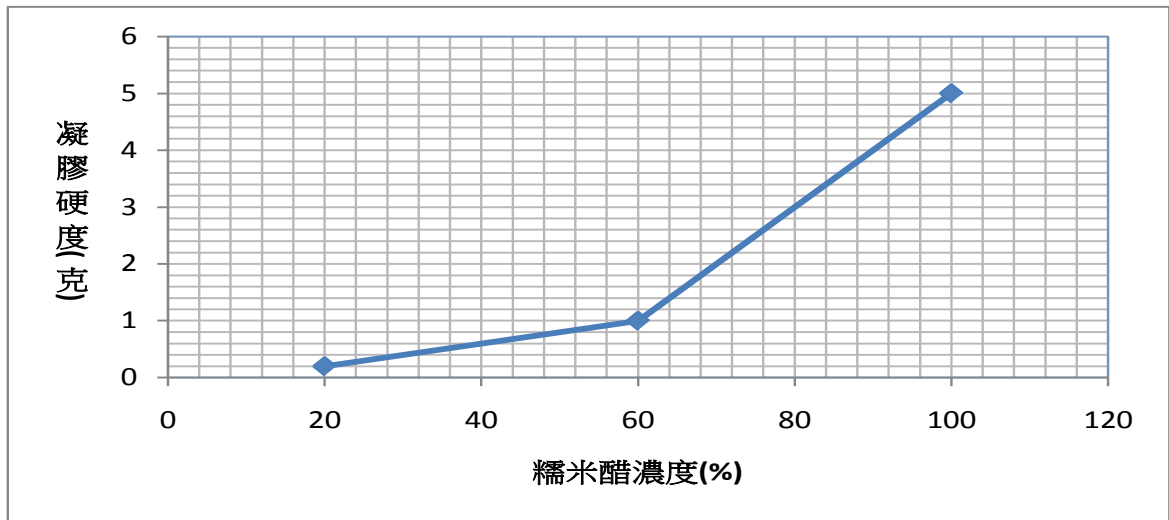
由上圖可知加熱時間越長，凝膠硬度越硬。

六、實驗六

(一)糯米醋濃度越大，酸鹼值越小，酸性越酸。

(二)濃度 20%、60%或 100%的糯米醋，在 19、21℃時，不會使烏魚鱗片糯米醋溶液凝膠。
在 17℃時，只有 20%烏魚鱗片糯米醋溶液會有凝膠現象，60%和 100%的烏魚鱗片糯米醋溶液沒有出現凝膠的現象。

(三)三種濃度的烏魚鱗片糯米醋溶液，冷藏 6 小時後，都可以完全凝膠，但完全凝膠的時間快慢沒有差別。糯米醋濃度與凝膠硬度的關係圖如下：



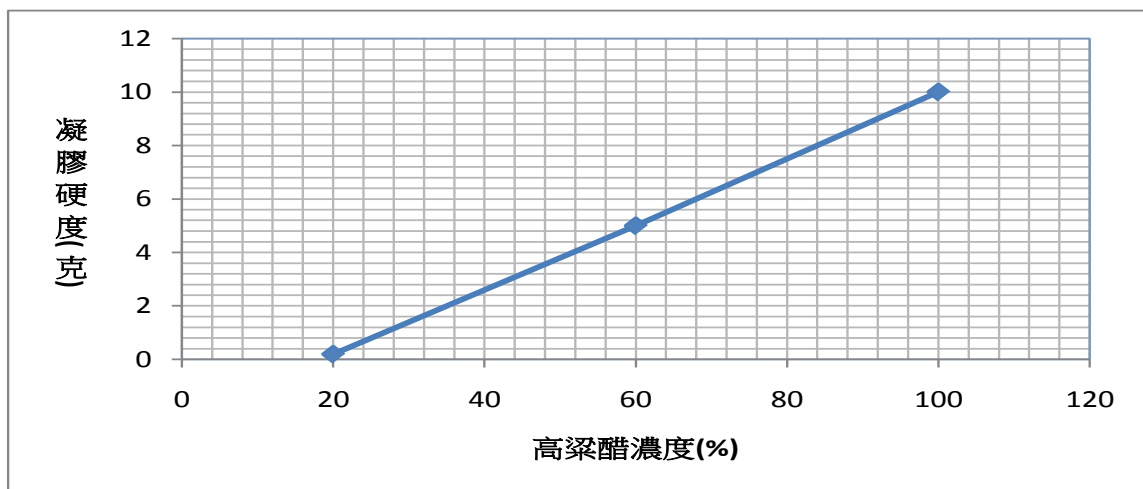
由上圖可知糯米醋濃度越濃，凝膠硬度越硬。

七、實驗七

(一)高粱醋濃度越大，酸鹼值越小，酸性越酸。

(二)濃度 20%、60%或 100%的高粱醋，在 19、21℃時，不會使烏魚鱗片糯米醋溶液凝膠。
在 17℃時，只有 20%烏魚鱗片高粱醋溶液會有凝膠現象，60%和 100%的烏魚鱗片高粱醋溶液沒有出現凝膠的現象。

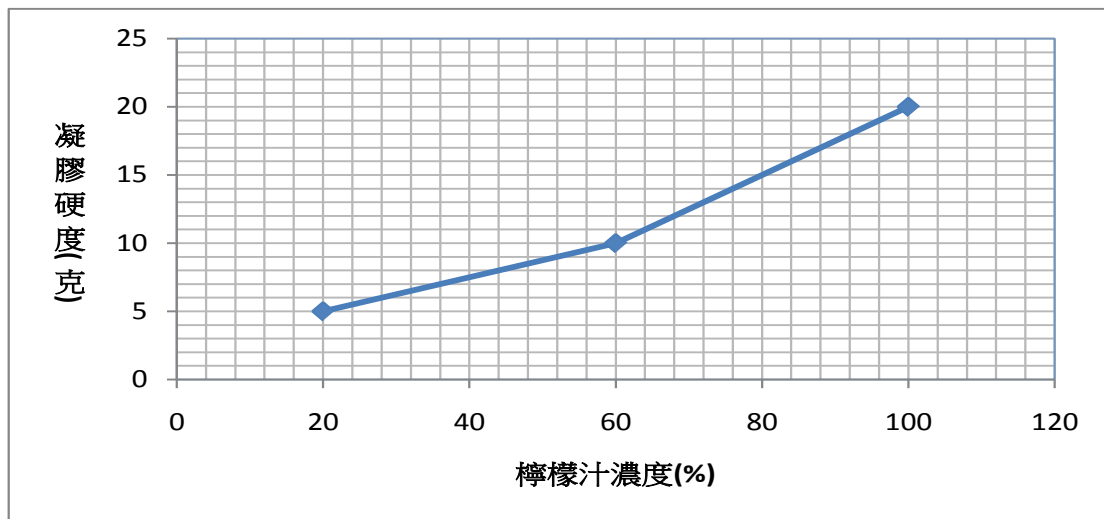
(三)三種濃度的烏魚鱗片高粱醋溶液，冷藏 6 小時後，都可以完全凝膠，但完全凝膠的時間快慢沒有差別。高粱醋濃度與凝膠硬度的關係圖如下：



由上圖可知高粱醋濃度越濃，凝膠硬度越硬。

八、實驗八

- (一)檸檬汁濃度越大，酸鹼值越小，酸性越酸。
- (二)濃度 20%、60%或 100%的檸檬汁，在 19°C、21°C時，不會使烏魚鱗片檸檬汁溶液凝膠。在 17°C時，只有 20%烏魚鱗片檸檬汁溶液會有凝膠現象，60%和 100%的烏魚鱗片檸檬汁溶液沒有出現凝膠的現象。
- (三)三種濃度的烏魚鱗片檸檬汁溶液，冷藏 6 小時後，都可以完全凝膠，但完全凝膠的時間快慢沒有差別。檸檬汁濃度與凝膠硬度的關係圖如下：



由上圖可知檸檬汁濃度越濃，凝膠硬度越硬。

九、實驗九

- (一)烏魚、吳郭魚、虱目魚及鱸魚鱗片糯米醋溶液在 23°C、21°C、22°C時都沒有出現凝膠的現象。
- (二)虱目魚鱗片糯米醋溶液完全凝膠時間是 1 小時，烏魚鱗片糯米醋溶液完全凝膠時間是 1.5 小時，吳郭魚和鱸魚鱗片糯米醋溶液完全凝膠時間是 2.5 小時。
- (三)四種鱗片糯米醋溶液冷藏後，都有出現凝膠的現象，而且虱目魚溶液凝膠硬度最硬，其次是烏魚，吳郭魚和鱸魚最軟。

柒、結論

- 一、不加熱的條件下，無論是在 17°C 或 5°C，蒸餾水、糯米醋或小蘇打水都不會使烏魚鱗片溶液凝膠。
- 二、加熱並冷藏後，烏魚鱗片蒸餾水溶液不容易凝膠。
- 三、加熱並冷藏後，烏魚鱗片糯米醋溶液容易凝膠。這與市面上的膠原蛋白飲喝起來有酸味，而且室溫下是液態的現象有關連。



密封式膠原蛋白飲



罐裝式膠原蛋白飲

- 四、加熱並冷藏後，烏魚鱗片小蘇打水溶液不容易凝膠。
- 五、加熱時間越長，實驗後的烏魚鱗片重量越輕，且烏魚鱗片糯米醋溶液的凝膠硬度越硬。
- 六、糯米醋濃度越高，酸性越酸，實驗後的烏魚鱗片重量越輕，且烏魚鱗片糯米醋溶液的凝膠硬度越硬。
- 七、高粱醋濃度越高，酸性越酸，實驗後的烏魚鱗片重量越輕，且烏魚鱗片高粱醋溶液的凝膠硬度越硬。
- 八、檸檬汁濃度越高，酸性越酸，實驗後的烏魚鱗片重量越輕，且烏魚鱗片檸檬汁溶液的凝膠硬度越硬。
- 九、虱目魚鱗片糯米醋溶液最快凝膠，其次是烏魚鱗片糯米醋溶液，最慢的是吳郭魚和鱸魚鱗片糯米醋溶液；虱目魚鱗片凍最硬，其次是烏魚鱗片凍，最軟的是吳郭魚鱗片凍和鱸魚鱗片凍。

捌、參考資料及其他

王美芬（2013）。自然與生活科技六上。臺北市：康軒文教。

傅之烜（2007）。吃的膠原蛋白。臺北市：元氣齋出版社有限公司。

剛特·鮑利（2013）。藍色革命:愛地球的 100 個商業創新。臺北市：天下雜誌股份有限公司。

蔡慧君、吳純衡(2010)可點石成金的水產資源。科學發展，448，34-41。2014年1月15日，

取自：http://ejournal.stpi.narl.org.tw/NSC_INDEX/Journal/EJ0001/9904/9904-05.pdf

【評語】 080209

題目生活化，能利用魚鱗來製備魚鱗凍，構想很好，相當實用具經濟價值。但對酸鹼度的變因影響可再深入探討。