

中華民國第四十八屆中小學科學展覽會
作品說明書

高中組 生活與應用科學科

040802

謎樣寒天

學校名稱：桃園縣私立治平高級中學

<p>作者：</p> <p>高二 鍾政毅</p> <p>高二 陳品君</p> <p>高二 官宸澤</p> <p>高二 吳一峰</p>	<p>指導老師：</p> <p>林文進</p>
--	-------------------------

關鍵詞： 寒天

摘要

本次實驗的主題是有關「寒天」性質的測定，想了解寒天是否真有一包覆油脂、幫助體內環保的功效。另外同樣是海藻抽出物的「洋菜」，它的特性與寒天非常相近，二者差別又在哪裡。基於此，設計了一連串實驗，探討它們的成分是否相同？不同的添加物對凝結效果的影響？在不同溫度下是否能凝結？能包覆油脂？其他膠質添加物是否也有此效果？

實驗中發現各種膠質添加物的吸水能力不同，故以市售布丁的高度為標準，製作出高度相近的凝膠凍，以利實驗進行。

一、研究動機

近年來，國人漸漸重視健康問題，尤以肥胖問題最受關注，所以市面上充斥許多誇大不實的廣告，近日更常看到許多關於「寒天」的資訊，寒天到底有多神奇？為什麼有這麼多人趨之若鶩？有人說洋菜就是寒天，有人說寒天是洋菜中的極品，也有人說洋菜與寒天是兩種不同的東西，但事實是什麼呢？食用後是否真如廣告內容所言，能包覆油脂、幫助體內環保呢？而成分與寒天相似的食品，又差在哪呢？這一串一串的問題，引起我們強烈的好奇心。

二、研究目的

1. 探討各種膠質添加物是否含有水溶性纖維。
2. 探討各種膠質添加物之熔點與凝固點。
3. 探討各種膠質添加物包覆油脂的能力。
4. 探討不同的添加物對膠質添加物凝結狀態的影響。
5. 探討各種膠質添加物礦物質含量。

三、研究設備及器材

材料：寒天、洋菜、蒟蒻、愛玉、明膠、咖啡粉、柳丁汁、紅茶、鮮奶、糖

藥品：硫酸、硫酸銅、酒石酸鉀鈉、氫氧化鈉

器材：燒杯、溫度計、玻璃棒、電磁攪拌器、本生燈、精密天平、秤量紙、冰箱、量筒、陶瓷纖維網、鐵架、鐵環、尺、安全吸球、刻度吸量管、塑膠滴管、pH計



四、研究過程或方法

〈一〉吸水能力測試

1. 以市售布丁的高度為標準，製作出高度相近的凝膠凍。
2. 在燒杯中加入 150ml 的蒸餾水及 1 克膠質添加物，加熱至完全溶解。
3. 隔水降溫至 50°C，放入冰箱冷藏一小時。
4. 待其完全凝固後測量凝膠凍在燒杯內高度。
5. 將凝膠凍倒出燒杯，測量其高度。
6. 比較膠質添加物的高度，較小則增加膠質添加物含量，較大則減少之。

〈二〉纖維測定

1. 秤取 2g 膠質添加物置於燒杯中，並加入 3.0M 硫酸水溶液 20ml。
2. 隔水加熱上述溶液，並攪拌之。
3. 待膠質添加物完全水解後，加入 5.0M 氫氧化鈉液至 pH 值為 11-12。

4. 取 10ml 斐林試劑檢驗是否生成還原糖(產生磚紅色氧化亞銅沉澱)。

註：斐林試劑的配製

A. 硫酸銅溶液：3.50 克硫酸銅溶解于 100ml 水中。

B. 酒石酸鹽溶液：11.7 克酒石酸鉀鈉溶解于 100ml 水中。

使用測試時，把等量的斐林試劑 A 和斐林試劑 B 加進樣品裏，搖勻後再放到沸水裏加熱之。

5. 將步驟 3 之溶液，置於蒸發皿，加熱蒸發之。

〈三〉凝固點和熔點測定

1. 在燒杯中加入 150ml 的蒸餾水及 1 克膠質添加物。

2. 加熱至完全溶解，記錄完全溶解之溫度。

3. 待溶液完全溶解後，靜置觀察凝膠開始凝固的溫度。

〈四〉包覆油脂能力測試

1. 在燒杯中加入 150ml 的水，加熱到沸騰，再加入 1g 的膠質添加物。

2. 待膠質添加物完全溶解後，再加入 1ml 植物油，攪拌 3 分鐘。

3. 隔水降溫至 50°C，再放入冰箱冷藏一小時，觀察並紀錄之。

4. 於上述溶液中加入 20ml 蒸餾水，觀察並紀錄之。

5. 改變加入順序，待溶液降溫至 50°C 後，再加入植物油，重複上述實驗。

〈五〉不同添加物測試

1. 在燒杯中加入 100ml 的蒸餾水，加熱至沸騰。

2. 分別加入 50ml 的 0.01M $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ 、0.01M $\text{NaOH}(\text{aq})$ 、咖啡、柳丁汁、紅茶、鮮奶、糖，並攪拌 3 分鐘。

3. 隔水降溫至 50°C，再放入冰箱冷藏一小時，觀察並紀錄之。

4. 改變加入順序，待溶液降溫至 50°C 後，再加入步驟 2 之添加物，重複上述實驗。

〈六〉硬度測試

1. 在燒杯中搓揉肥皂，調置肥皂水溶液。

2. 在燒杯中加入 100ml 的水，加熱到沸騰，再加入 0.1g 的膠質添加物。

3. 待膠質添加物完全溶解後，隔水降溫至 50°C。

4. 以肥皂水溶液滴定上述溶液。

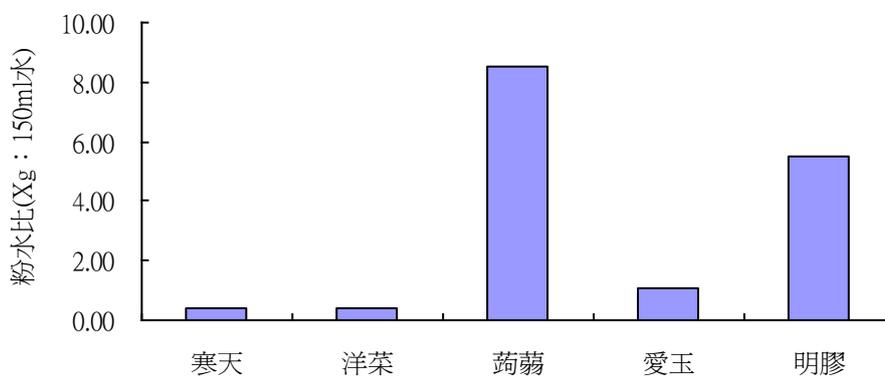
5. 以玻璃棒攪拌燒杯中溶液，直到起泡後即不再加入肥皂水，紀錄加入肥皂水之體積。

五、研究結果

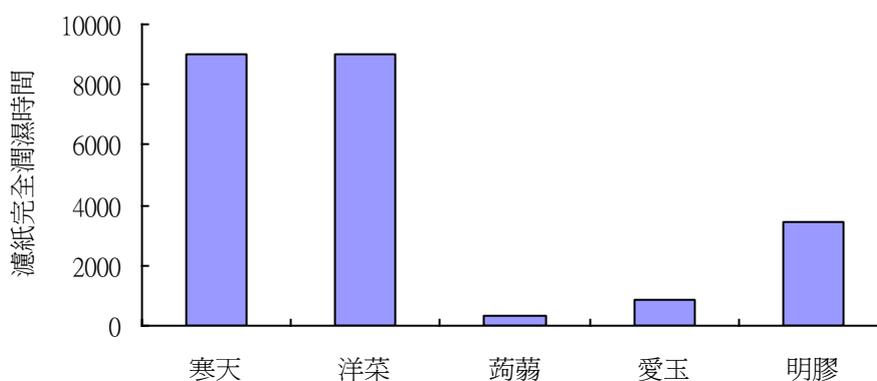
〈一〉吸水能力測試

	布丁		寒天		洋菜		蒟蒻		愛玉		明膠	
秤取重量(g)			0.4050	0.4010	0.4060	0.4050	8.5020	8.5350	1.1030	1.1070	5.5420	5.5120
燒杯內高度(cm)	4.42	4.44	4.41	4.38	4.26	4.32	4.33	4.13	4.32	4.08	4.49	4.45
燒杯外高度(cm)	3.16	3.2	3.29	3.27	3.35	3.33	3.20	3.09	3.43	3.14	3.56	3.51
高度比 = $\frac{\text{燒杯內高度}}{\text{燒杯外高度}}$	0.71	0.72	0.75	0.75	0.79	0.77	0.74	0.75	0.79	0.77	0.79	0.79
高度比平均	0.72		0.75		0.78		0.74		0.78		0.79	
粉水比 7 : 150，測量凝膠凍出水將濾紙完全潤濕時間(秒)			9000(無法完全潤濕)		9000(無法完全潤濕)		317		880		3430	

吸水能力(高度比0.74~0.79)



出水時間(粉水比7g:100ml)



結果討論：

1. 要達高度比 0.74~0.79 所需添加的粉水比為：

寒天：洋菜：珣蒟：愛玉：明膠：水=0.40：0.40：8.50：1.10：5.50：150，

所以吸水能力：寒天=洋菜>愛玉>明膠>珣蒟。

2. 凝膠凍凝固後經一段時間皆會有出水現象，體積變小使得測量誤差變大，因此從冰箱取出應立即測量，減少出水造成的測量誤差。

3. 以粉水比 7：150 的比例，測量凝膠凍出水將濾紙完全潤濕所需時間：

寒天=洋菜>>明膠>愛玉>珣蒟，其中寒天與洋菜經 2.5 小時仍無法完全潤濕濾紙，濾紙表面已風乾僅留下水痕，如圖一，顯示其吸水能力比一般膠質添加物強許多；而珣蒟則出水狀況明顯，隨著出水量愈多，形狀愈鬆軟，如圖二。



圖一、寒天凍經 2.5 小時仍無法完全潤濕濾紙，濾紙表面已風乾僅留下水痕。



圖二、珣蒟經 3 分鐘後出水量多，形狀鬆軟。

〈二〉纖維測定

		寒天粉	洋菜粉	薺蕪粉	愛玉粉	明膠粉
外觀		米黃色粉末狀 	米黃色粉末狀 	白色結晶狀 	白色粉末狀 	淡黃色結晶狀 
加入濃硫酸		脫水成焦炭 	脫水成焦炭 	脫水成焦炭 	劇烈反應並產生刺激性氣體，脫水成焦炭 	溶於濃硫酸中，無反應 
pH 值		12.0	12.3	11.4	12.2	11.3
加入斐林試劑	加熱前	變成綠色，靜置後底部有磚紅色沉澱	變成綠色，靜置後底部有磚紅色沉澱	變成藍色，無沉澱	變成藍色，無沉澱	變成深藍色，無沉澱
	加熱後	產生磚紅色沉澱	產生磚紅色沉澱	產生磚紅色沉澱	產生磚紅色沉澱	不反應
加熱蒸發		有焦糖味	有焦糖味	有焦糖味	有焦糖味	

結果討論：

- 寒天和洋菜加入斐林試劑馬上變成綠色，靜置後底部有磚紅色氧化亞銅沉澱物，如圖三、四，表示還原糖含量較薺蕪及愛玉多。



圖三、寒天加入斐林試劑，靜置後產生磚紅色沉澱



圖四、洋菜加入斐林試劑，靜置後產生之磚紅色沉澱

2. 蚶蕨和愛玉加熱過程中，從藍色先變成綠色，再變成混濁的黃橙色，靜置後產生磚紅色氧化亞銅沉澱物。而明膠則無反應，溶液維持原來澄清藍色的狀況，如圖五。



圖五、膠質添加物(由左而右依序為寒天、洋菜、蚶蕨、愛玉和明膠)水解後加入斐林試劑(左圖)、搖勻後(中圖)、加熱後(右圖)。

3. 纖維水解時，加入的硫酸濃度不可太高，水溫亦不可太高，需除除加熱，否則纖維會快速水解成深棕色，甚至完全碳化成黑色。
4. 溶液若未調整至中性或鹼性，直接加熱會使纖維與硫酸迅速反應，碳化呈黑色且有濃烈焦糖味。
5. 加氫氧化鈉中和至鹼性後，濾液加熱蒸發過程中，皆有濃烈焦糖味。



圖六、膠質添加物(由左而右依序為寒天、洋菜、蚶蕨、愛玉)水解後，濾液加熱蒸發後產生之結晶物。

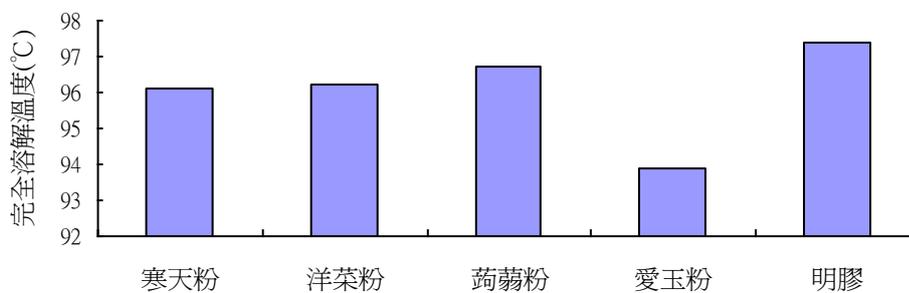


圖七、市售寒天茶水解後加入斐林試劑(左圖)、加熱後(中圖)、靜置後產生之磚紅色沉澱(右圖)。

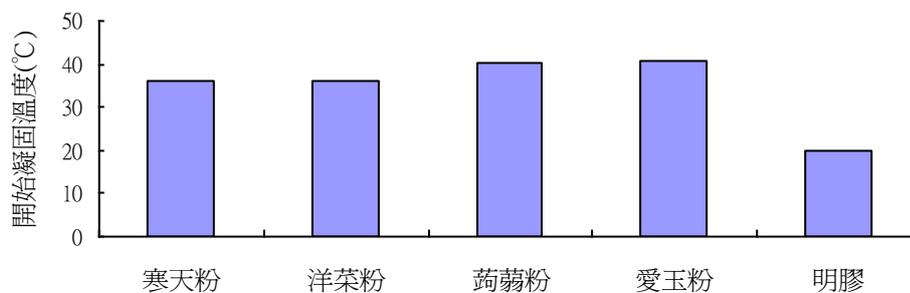
〈三〉凝固點和熔點測定

	寒天粉	洋菜粉	蒟蒻粉	愛玉粉	明膠粉
完全溶解溫度	96.1℃	96.2℃	96.7℃	93.9℃	97.4℃
開始凝固溫度	36.1℃	36.0℃	40.5℃	40.9℃	20.0℃

熔點測定



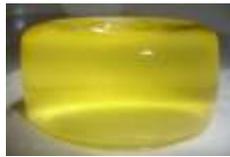
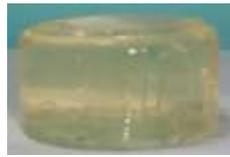
凝固點測定



結果討論：

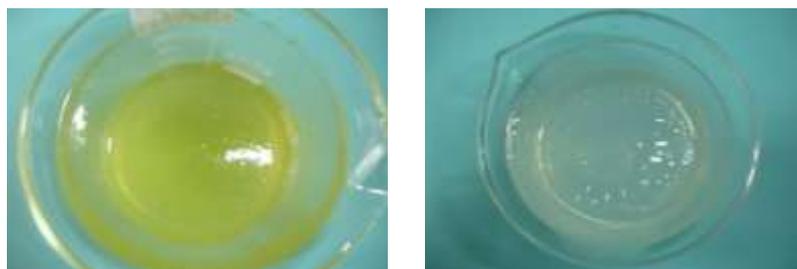
1. 膠質添加物加熱至 95℃ 以上皆能溶解。
2. 蒟蒻、愛玉降溫至約 40℃；寒天、洋菜降溫至約 36℃；明膠則需降溫至約 20℃ 以下才開始凝固。
3. 因明膠需降溫至 20℃ 以下才能凝固，故以後實驗皆隔水降溫至 50℃，再放入冰箱冷藏，以利實驗進行。

〈四〉包覆油脂能力測試

	寒天粉	洋菜粉	蒟蒻粉	愛玉粉	明膠粉
未加油脂					
50℃時加入油脂					
100℃時加入油脂					

結果討論：

1. 50℃時包覆油脂效果：愛玉>蒟蒻>寒天=洋菜>明膠。
2. 100℃時包覆油脂效果：愛玉>蒟蒻>寒天=洋菜=明膠。
3. 蒟蒻及愛玉不管在50℃或100℃皆有良好包覆油脂的效果，尤以愛玉粉最佳，加入去離子水，水面沒有油漬漂浮，如圖八。

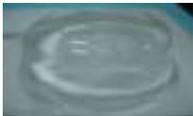


圖八、愛玉凝膠凍(左圖)加入蒸餾水，水面並沒有油漬漂浮，而洋菜凝膠凍(右圖)則有明顯油漬漂浮在水面上。

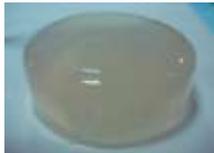
4. 寒天粉及洋菜粉在50℃時皆有包覆油脂的效果，但加入蒸餾水，水面上有較多油漬漂浮，而在100℃時則沒有包覆油脂的效果。
5. 明膠不管何溫度皆無包覆油脂的效果。

〈五〉不同添加物測試

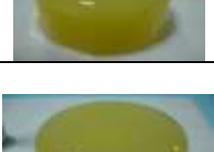
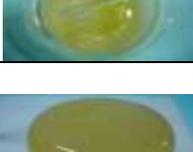
硫酸(pH=2.5)

	寒天粉	洋菜粉	蒟蒻粉	愛玉粉	明膠
50 °C			 	 	
					

NaOH(pH=12.8)

	寒天粉	洋菜粉	蒟蒻粉	愛玉粉	明膠
50 °C					
100 °C			 		

柳丁汁(pH=4.0)

	寒天粉	洋菜粉	蒟蒻粉	愛玉粉	明膠
50 °C	 		 	 	
					

紅茶(pH=4.9)

	寒天粉	洋菜粉	蒟蒻粉	愛玉粉	明膠
50 °C					
					
100 °C					
					

糖水(pH=6.3)

	寒天粉	洋菜粉	蒟蒻粉	愛玉粉	明膠
50 °C					
					
100 °C					

低脂鮮奶(pH=7.0)

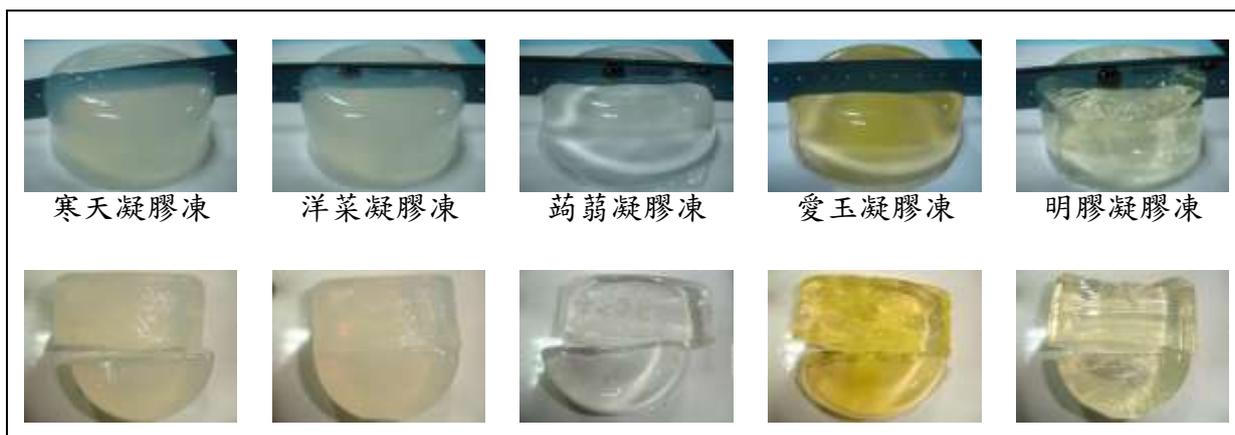
	寒天粉	洋菜粉	蒟蒻粉	愛玉粉	明膠
50 °C					
					
100 °C					
					

咖啡粉(pH=4.9)

	寒天粉	洋菜粉	蒟蒻粉	愛玉粉	明膠
50 °C					
					
100 °C					
					

結果討論：

1. 除明膠外其它膠質添加物在 100°C 時加入強酸(pH=2.5)，都很難凝固，而怕鹼，其中蒟蒻無法完成溶於鹼中，產生絲狀物，但仍能凝固。
2. 50°C 時加入膠質添加物的條件下，除蒟蒻在柳丁汁中，及愛玉在強酸、柳丁汁和咖啡中，無法凝固外，其它皆可凝固。
3. 明膠中含有油脂，遇空氣容易氧化，產生油耗味。明膠凝膠凍除鮮奶凍外皆有明顯的油耗味。
4. 愛玉遇水會凝結成塊狀，不易溶解，需邊攪拌邊加入，才不會凝結成塊。

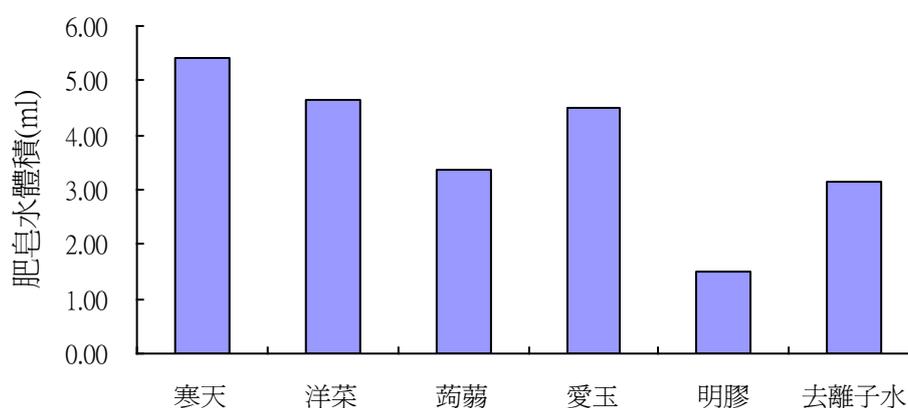


圖九、上圖由左而右依序為寒天、洋菜、蒟蒻、愛玉和明膠在 100°C 時加入 0.01M NaOH 之凝膠凍，下圖為各凝膠凍之橫切面圖，切口平滑有光澤，寒天與洋菜感覺較脆，蒟蒻、愛玉和明膠偏軟有彈性。

〈六〉硬度測試

	寒天		洋菜		蒟蒻		愛玉		明膠		去離子水	
秤取重量(g)	0.1020		0.1020		0.1020		0.1010		0.1000			
pH 值	7.2		7.4		6.8		5		5.2		7.0	
肥皂水體積(ml)	5.50	5.30	4.60	4.70	3.40	3.35	4.40	4.61	1.49	1.50	3.12	3.20
平均(ml)	5.40		4.65		3.38		4.51		1.50		3.16	

硬度測試



結果討論：

- 實驗結果顯示硬度大小：寒天 > 洋菜 > 愛玉 > 蒟蒻，其中明膠滴加肥皂水體積較去離子水少，可能與其本身攪拌易產生泡沫有關，故本實驗不適合探討明膠之硬度。
- 膠質添加物中含有 Ca^{+2} 、 Mg^{+2} 等離子使肥皂水不易產生泡沫，肥皂水添加量愈多，則表示膠質添加物硬度越高，所含礦物質越多。

六、結論

1. 寒天、洋菜吸水性強，能吸收大量的水分，同樣吸收 150ml 的水形成高度比約 0.75 的凝膠凍，只需添加 0.4g、是均蒟的 0.0471 倍、愛玉的 0.3636 倍、明膠的 0.0727 倍，顯見吸水能力顯著，在胃中能包覆水分膨脹而成為果凍狀，所以能抑制空腹感，避免過度飲食，增進飽足感。
2. 膠質添加物溶解凝固後會有出水的現象，而寒天及洋菜亦有此現象，但出水量不多，均蒟、愛玉、明膠則出水明顯且多，鎖水能力較差。
3. 膠質添加物加入斐林試劑後，除明膠外，皆產生磚紅色氧化亞銅沉澱物，表示樣品中含有還原糖。其中寒天及洋菜未加熱即產生磚紅色沉澱，顯見水溶性膳食纖維含量較均蒟和愛玉都高。
4. 膠質添加物在冷水中不易溶解，溶於 95°C 以上熱水，能吸水膨脹，放冷到約 40°C 就會凝固成果凍狀，而明膠在常溫下並無法凝固，使用上較不便；再加熱皆會溶化成溶膠，為可逆性的親水膠體。
5. 凝膠凍的黏稠特性可包覆油脂，能減少其他食物油脂的吸收，尤以愛玉最為出色，高溫下亦能包覆油脂。
6. 明膠為蛋白質型凝膠質，在強酸、強鹼、高溫條件下黏度明顯下降，但亦能凝固；寒天、洋菜、均蒟和愛玉為植物型凝膠質，怕酸，在酸度過高溶液中不易凝固，因此要先把凝膠質加水溶解，待溫度稍降後再加入酸性溶液才能凝固。
7. 肥皂水進行硬度測試，發現寒天所含礦物質最多。
8. 綜合以上結果，寒天與其它膠質添加物功能相似，為水溶性膳食纖維，纖維含量豐富，吸水能力強，能包覆油脂，幫助體內環保，且富含礦物質。與洋菜不管是成分〔海藻抽出物〕、功能皆極為相似的食品，但單價較貴，在考慮成本下不妨使用洋菜來達到瘦身效果。

七、參考資料

1. 周文釗，基礎化學，龍騰文化，95 年。
2. 水試專訊第 20 期 即溶洋菜之溶解特性及其應用。
3. http://www2.hkedcity.net/sch_files/a/phc/phc-ltp/public_html/c_bccx.html 還原糖的定性測試。
4. <http://nknush.kh.edu.tw/~jiaowu/shebeizu/> 愛玉~愛在凍結時。
5. <http://tw.myblog.yahoo.com/feikung-agar/> 高纖之王-寒天、洋菜的高纖世界。
6. <http://www.jkes.tp.edu.tw/92/presentation30.html> 如何做出好吃的果凍。
7. <http://lib.fg.tp.edu.tw/science/92/A03.doc> 仙草「密」。

【評語】 040802

本研究對於目前坊間系列膳食纖維食品做探討，相關實驗結果頗有參考價值，惟對於實驗目的與結論的相關性可更另加強些。