

# 中華民國第 57 屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

---

高級中等學校組 農業與食品學科

佳作

最佳團隊合作獎

052210

「藻」到「膠」點

--探討海藻膠安定性與應用性之研究

學校名稱：基隆市立暖暖高級中學

作者：  高二 張宸瑋  高二 謝宜鈺  高二 陳奕蓉	指導老師：  王嘉萍  蕭惠玲
---	-----------------------------

關鍵詞：石花菜、海藻膠、凍膜

## 摘 要

石花菜乾料復水性佳，膠質量多，且可反覆抽取，產值高。以平板加熱器煮沸再持續加熱 60 分鐘後，其黏度可比原來增加五倍以上。且以抽取比例 1:25，可達最佳的產值。在常溫做海藻原液觀察石花菜膠的安定性最好。經過 50℃ 烘乾 16 小時後，可得到易保存乾燥的海藻面膜，經 40℃ 復水 5 分鐘後，即可形成海藻凍膜，敷在皮膚上 5 分鐘後，其保水度迅速可從 30% 提升至 45%。由圖表可知，石花凝膠(配方 D)於敷凝膠第五分鐘保濕力高於仿市售蘆薈凝膠(配方 E)，而兩者皆有相同的保濕持久性。將石花凍直接裁切 0.5 公分厚度烘乾 4 小時，要使用前復水 1 分鐘，即可成為容易保存、製作成本低、膠強度好、可至少維持 7 小時的內膜傷口敷料，是個極具開發潛力的敷料原料。

## 壹、研究動機

從小到大，每到了炎熱的夏日，奶奶就開始呼朋引伴，到和平島公園附近採石花菜回來準備熬煮冰涼又退火的石花凍給家人吃，但每次卻都有煮太多吃不完了的問題，於是心想，這由海藻煮成的石花凍，除了當作食品吃了能夠消暑、成為減肥者喜愛的寒天飲品外，是否還能有什麼樣的應用？查找資料過程中，很少發現有關石花凍以外的應用，但卻發現曾有人將海藻做成止血敷料，這引起了我的好奇，於是我找了和我有著相同信念的二位夥伴，共同展開一連串的探討與實驗！



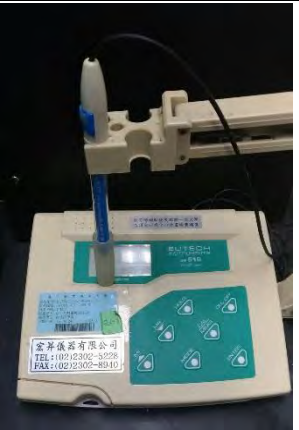
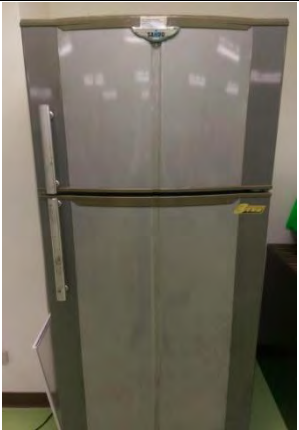
## 貳、研究目的

- 一、不同種類海藻膠原液之安定性比較
- 二、儲存時間對不同種類海藻膠原液之安定性探討
- 三、石花菜膠原液（石花凍）與自製蘆薈原液之安定性比較
- 四、石花凍膜製程與皮膚保濕功效之評估
- 五、石花凝膠配方與蘆薈凝膠對皮膚保濕功效之影響
- 六、石花凍膜傷口敷料之應用性探討

## 參、研究設備及器材

一、器材：燒杯、量筒、玻棒、廣用試紙、紗布、溫度計、錫箔紙、淺水盆、培養皿、試管、試管夾、三腳架、鐵台、三叉夾、針筒、淺水盆、刮杓、去離子水、透氣膠布。

二、設備：

			
AJ-420E 電子天平	DV-II+ 黏度計	pH510 pH 計	SAMPO 冰箱

			
B300 水浴槽	PC-420D 電磁加熱攪拌器	MAX-MIXER PRO 3P 果汁機	D-80H 烘箱
			
SK-03 膚質計	QUBEAQD-1x 3D 列印機		

### 三、實驗藥品及食品：蘆薈、石花菜、紫菜、昆布、冰晶凝膠、甘油

食品及藥品	採購地點	備註
蘆薈	基隆市區某中藥行	新鮮可食用
石花菜	基隆和平島採集 烘乾製成	食用乾料
紫菜	基隆市仁愛市場	食用乾料
昆布	基隆市仁愛市場	食用乾料
冰晶凝膠	城乙化工	化妝品級 成份： 去離子水、丙二醇、三乙醇胺、丙烯酸、 烷基丙烯酸聚合物、甲基異噻唑啉酮
甘油	城乙化工	實驗級

## 肆、研究過程與方法

### 一、海藻膠原液抽取

依照乾料與水的比例為 1：25、1：50、1：70、1：100 及 1：150，以電子天平秤取適量的乾料及水重。以加熱板定溫加熱攪拌，達煮沸後持續加熱 60 分鐘，以篩網過濾之，所得濾液即為海藻膠原液。

### 二、pH 值測定

pH 計量測設備包含 pH 電極、溫度補償探棒、pH 計主機，pH 電極一般為玻璃電極，電極底部為特殊玻璃薄膜，對氫離子具有高選擇性。pH 量測牽涉溶液的未知  $[H^+]$  電位與已知參考電位之比較，簡單的說，當 pH 電極浸入樣品溶液中，電極玻璃薄膜外側表面電位的改變正比於待測溶液中氫離子活性（或濃度），利用玻璃電極及參考電極測定樣品之電位，可得知氫離子活性（或濃度），而儀器讀值將以氫離子濃度指數（pH 值）表示，我們就可以直接在儀器上讀出 pH 值。測量樣品前，須先以 pH4 及 pH7 做校正，再以蒸餾水沖洗電極後，即可開始測定。

### 三、黏度測定

根據 Brookfield 黏度計的進階使用手冊進行定溫的黏度測量。Webster's Dictionary 定義流變學為「材料流動與形變的研究，其中包含彈性、黏度與塑性」。而黏度是測量流體內在摩擦力所獲得的數值。當某一層流體的移動會受到另一層流體移動的影響時，此摩擦力就顯得很重要，因為此摩擦力會抵抗流體的流動，故摩擦力越大，就必須施予更大的剪切力讓流體移動。

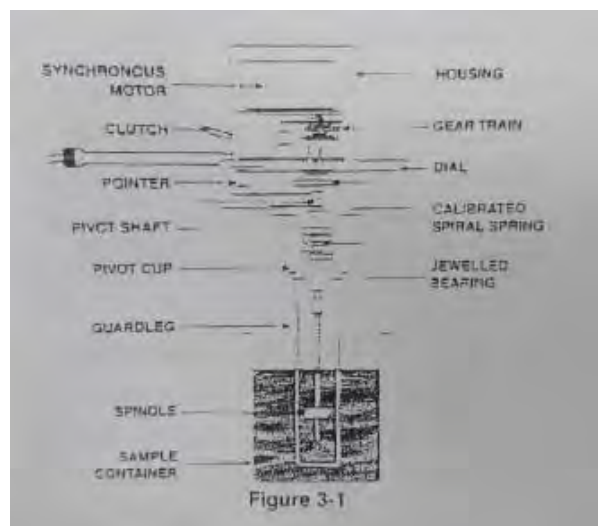
$$\eta = \text{黏度} = F/S = \text{剪力} / \text{剪速}$$

單位：Pa · s 或 mPa · s

$$1 \text{ Pa} \cdot \text{s} = 10 \text{ poise} ; 1 \text{ mPa} \cdot \text{s} = 1 \text{ cP}$$

Brookfield 黏度計可以調整不同的轉速(此次選擇的轉速為 200 rpm)，經由一個沉浸入樣品中的轉子測得其扭力，而此轉子由一個馬達彈簧所帶動，此彈簧的偏離由指針(或數位儀表)所顯示，因此，藉由變速箱調整不同速度與使用不同轉子可以測得不同範圍的黏度。

此次所使用的黏度計(型號：DV-II+)為數位式黏度計，其是由數個機械裝置所組成，馬達與變速箱是裝置在儀器頂端的機殼內，此機殼外貼有品牌標誌。而主機包含了一個精確的鈹銅合金的彈簧，另一端接在軸承上，另一端接在指針上，指針與軸承直接相連。這個指針是由變速箱所驅動並且經由彈簧控制軸承。在主機的下方，下端軸承進入軸杯(pivot cup)中。一個嵌入的軸承隨著指針與位移轉換器旋轉，下端軸承與黏度計的轉子直接相連。(如圖一所示)



圖一、黏度計裝置結構圖

開始測量時，要先確保膠體(流體)樣品必須避免氣泡在其中，且樣品須保持在恆定且均勻地的溫度下，因此，我們在黏度計的軸杯上連接了恆溫水槽來使系統溫度達到其要求，並在讀取數據之前，須確保樣品、轉子與保護框架都已達到預定的溫度。

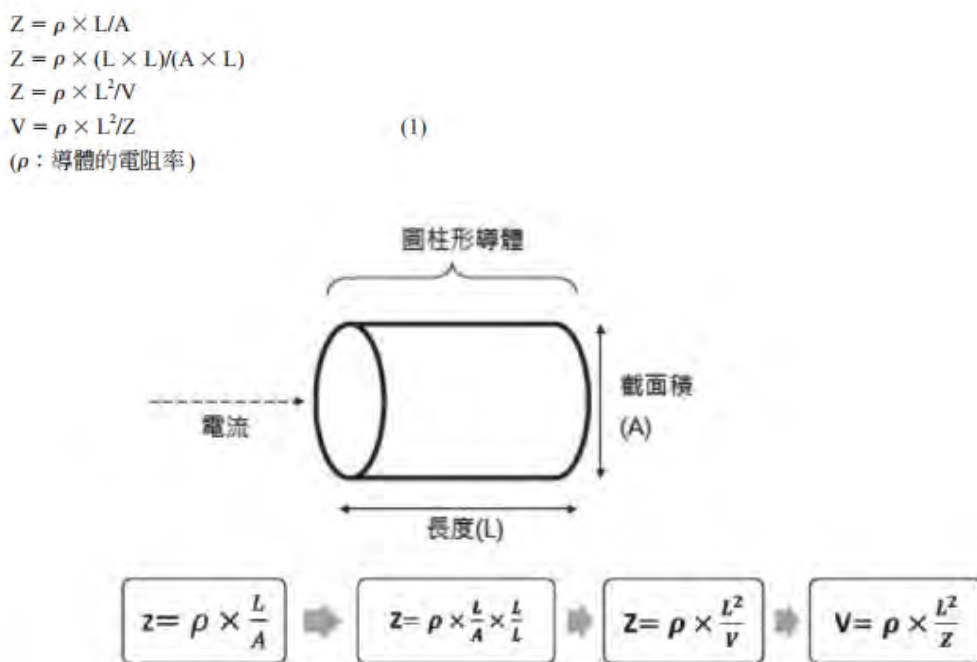
#### 四、保濕度測試

- (一) 先畫一個區塊測定皮膚原本的保濕度
- (二) 在那個區塊上塗上待測樣品(如石花凍膜及各凝膠配方)
- (三) 敷五分鐘後輕輕擦掉一半測保濕度
- (四) 再敷五分鐘後輕輕擦掉全部測保濕度
- (五) 在十分鐘內每隔兩分鐘，測區塊內之保濕度，以了解其保濕持久性

#### 五、SK-03 膚質計原理與操作

本 SK-03 膚質計是運用生物阻抗分析量測法(BIA)來量測與分析皮膚的膚質狀況，如水分、油質及皮膚柔軟與粗糙。生物阻抗分析優於其他檢測方法的原因在於便宜、安全，非侵入性及操作簡單。早期利用生物阻抗分析來測量人體組成是應用在運動員體適能評估、減重及營養學。近期生物阻抗分析則著重於體液狀態監測，利用生物阻抗分析來測量體內水分的多寡及變化，可作為疾病指標。其生物阻抗分析的原理如下：

對於均勻的圓柱型導體，其阻抗(Impedance,Z) 與導體的長度(L) 成正比，但與導體的截面積(A) 成反比(圖二)。導體的體積(V) 可由測得的阻抗算出(公式1)。



圖二：生物阻抗測定人體組成之原理。當電流通過圓柱形導體時，其產生的阻抗和導體的長度成正比，和導體的截面積成反比。因此可利用測得的阻抗值來反推圓柱形導體的體積。(Z：阻抗， $\rho$ ：導體的電阻率，L：長度，A：截面積，V：體積)。

想像人體是一等向圓柱形導體(isotropic cylindrical conductor)，身高(H) 就同等於導體的長度(參考公式1)。因此人體的體積(Volume) 會正比於電阻指數(resistance index= $H^2/Z$ )。

阻抗(Z) 可以分成兩個部分：

電阻(Resistance, R) (單位為歐姆 Ohm)

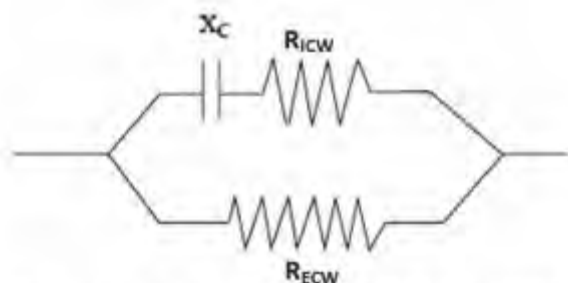
電抗(Reactance, X) (單位為歐姆 Ohm)

電阻和電抗不能直接相加變成阻抗，他們必須以「電抗」與「電阻」垂直的向量相加，所以  $Z^2 = X^2 + R^2$ 。

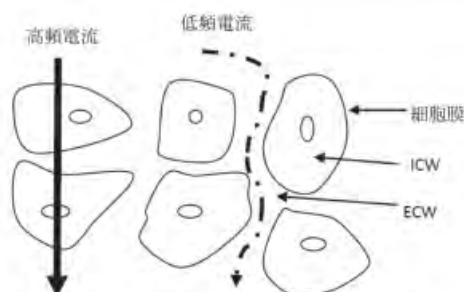
單一生物細胞的電流迴路可以 Fricke's circuit 來表示(圖三)。ICW 的電阻(RICW) 與

ECW 的電阻( $R_{ECW}$ ) 彼此是以平行的方式相連接，並以細胞膜為電容抗作為分隔。

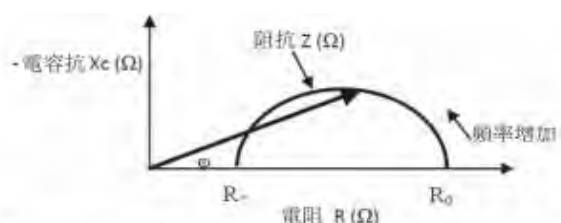
各種身體組成在電流通過時，導電性有很大的差異。人體的肌肉和體液富含電解質溶液，因而具有良好的導電性。但脂肪組織和骨骼卻是電流的不良導體。利用各種組織生物電阻的差異性，可用於身體組成的測定，原理如圖四所示。而當電流頻率改變時，導體的阻抗也會隨之改變，其之間的關係可以 Cole-Cole plot 來表示 (圖五)。



圖三：Fricke's circuit. 細胞內水分的電阻( $R_{ICW}$ )與細胞外水分的電阻( $R_{ECW}$ )彼此是以平行的方式相連接，並以細胞膜為電容抗( $X_c$ )作為分隔。



圖四：高頻與低頻電流通過細胞路徑示意圖。當低頻電流通過細胞時，僅能通過 ECW，但若電流頻率提高時，則可穿透細胞膜，ECW 與 ICW。



圖五：Cole-Cole plot. 阻抗和頻率的关系圖。 $R_0$ : 頻率為 0 時的電阻， $R_\infty$ : 頻率為  $\infty$  時的電阻，相角  $\varphi = \arctan(\text{reactance/resistance}) \times 180^\circ/\pi$ 。

## 六、以自製簡易物性儀進行膠強度測定

### (一)測定自製探針管與鐵夾間的最大靜摩擦力

選擇三種不同材質表面的物質(影印紙、透明膠帶、鐵夾上原本的塑膠膜)包覆在鐵夾上，逐滴加入甘油，並在探針管剛滑動時，紀錄當時物性儀探針的載重量(A)，此時的 A 質量，應為其最大靜摩擦力。

### (二)膠強度測定

- 1.使用 3D 列印機列印出圓形直徑 12 公分、中空直徑 4 公分的圓盤(如圖六所示)
- 2.將不同厚度(0.3cm、0.5cm 及 1cm)的石花凍敷料復水 1 分鐘後，以餐巾紙將敷料外周圍(寬度約 0.8cm)處的水分吸乾
- 3.將敷料黏貼在空心圓盤上後，置放於三腳架上
- 4.將棉花沾濕水量 1.5 克後，放在敷料上 1 分鐘，維持石花敷料的濕潤度
- 5.用試管夾將自製載重物輕輕夾住維持鉛直與重心
- 6.以滴管逐滴滴入甘油，直到敷料被探針穿刺 (penetration) 時，則紀錄當時物性儀探針的載重量(B)。



圖六、透氣膠布貼法示例

### (三)石花敷料的膠強度(C, force(克))







$$C=B-A$$

## 伍、研究結果與討論

### 一、不同種類之海藻膠原液之安定性比較

#### (一)不同種類海藻膠原液之形態描述或特徵比較

表一、不同種類海藻膠原液之形態描述或特徵比較

乾燥原料照片			
原液照片			
膠體名稱	紫菜原液	昆布原液	石花菜原液
乾重(g)	15	8	15
膠體重量(g)	174	50	580
產值(膠 g/乾料 g)	11.6	6.25	38.7
原液 形態描述	原液為紅色透明狀摸起來會有滑膩感	原液為綠色透明狀但膠質量較少，濃度較稀薄	石花菜乾料復水性佳，產值高，復水後的膠質量很多，且可反覆多次抽取

根據文獻資料顯示，海藻植物主要可分為四大類：綠藻(*Chlorophyceae*)、褐藻(*Phaeophyceae*)、紅藻(*Rhodophyceae*)和藍綠藻(*Cyanophyceae*)。但綠藻與藍綠藻這兩種藻類較少被作為食用膠體原料供應來源，而褐藻與紅藻主要是鹹水生植物，由於其含有多醣類且數量足以供應工業化需求，因此極具商業價值，是食用膠體原料供應的主要來源。故本實驗除了石花菜(紅藻)是自己家裡採集乾製的，我們另選用了市場可輕易購得的紫菜(紅藻)與昆布(褐藻)來進行以下的實驗觀察。

透過肉眼觀察及操作時的觸覺可知，這三種原液在抽取過程中都會有黏性液體產生，在相同的抽取過程(乾料與水比例為 1:50)中，石花菜的產值較高，且冷卻後即成凍狀，故

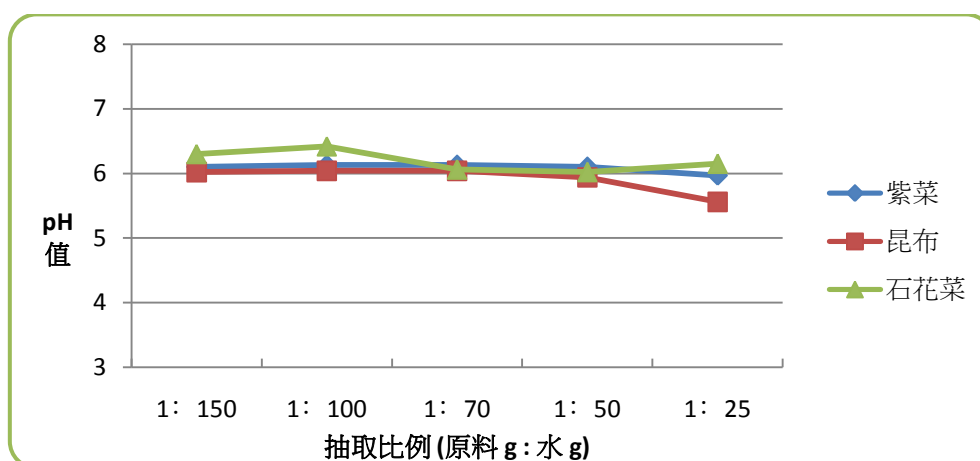
推測其膠體的硬度應該較高。而膠體的品質安定性可視黏度的表現而判定，一般而言，隨著溫度升高，其黏度會有下降的趨勢，因此，溫度是一個重要的控制變因，另外，膠體的 pH 值觀察亦是掌握膠體品質安定性的一個指標，因此，我們接下來的實驗，將會從膠體黏度與 pH 值的觀察作為藻膠安定性的討論評估。

## (二)不同抽取比例對海藻膠原液安定性之比較

表二、不同抽取比例對海藻膠原液安定性 pH 值之比較

不同比例 原液	1:150	1:100	1:70	1:50	1:25
紫菜	6.10 (0.05)	6.13 (0.03)	6.13 (0.01)	6.10 (0.00)	5.97 (0.03)
昆布	6.02 (0.01)	6.04 (0.02)	6.04 (0.04)	5.94 (0.06)	5.56 (0.04)
石花菜	6.31 (0.05)	6.42 (0.07)	6.06 (0.04)	6.03 (0.03)	6.15 (0.12)

\*以上數據為測試八次取六次值之平均值，括號內為標準差



圖七、不同抽取比例對海藻膠安定性 pH 值之比較

從 pH 值的數值可知，海藻膠為中性偏弱酸，隨著膠的抽取量越多，其呈現弱酸性的趨勢越強，以紫菜、昆布而言，在乾料與水較高的比例 1:25 時，其 pH 值在 5—6 之間，而石花菜在各種抽取比例下，皆能維持在 6 以上。根據資料顯示，洋菜浸泡復水或煮沸加熱時應保持 pH 中性條件，才能有最佳解離溶解效果。而洋菜在水中分散溶解會受原物料種類和加工條件的影響，如：45℃ 條件下，洋菜溶液黏度在 pH4.5—9.0 間相對較穩定；在 pH 值 6.0—8.0 間放置時間和離子強度不會影響黏度。而我們的實驗結果都與文獻資料相符合，表示就 pH 值而言，我們所抽取的海藻膠安定性佳。

從文獻資料可知，洋菜是許多多糖物質中唯一凝膠溫度相對來說遠遠低於熔膠溫度的膠體，一般洋菜凝膠濃度為 1% 時，在 30—40℃ 即可凝膠，但其熔膠溫度高達 85—95℃。且一旦開始凝膠，恆溫下黏度隨時間增加而變大，相反地，熔膠黏度卻隨溫度增加成對數變小，所以，測量黏度時，溫度必須高於凝膠溫度，因此，我們在進行黏度測定時，都將

溫度控制在 40℃，恆溫後才開始進行測定。另外，在以熱水煮沸方法抽取海藻膠時，確實亦能觀察到文獻資料所陳述的凝膠溫度與熔膠溫度範圍，表示我們石花菜膠的理化特性與文獻資料相符合。

表三、不同抽取比例對海藻膠安定性黏度之比較

不同 比例 原液		1:150	1:100	1:70	1:50	1:25
紫菜	20 分	1.50 (0.00)	1.50 (1.25)	1.75 (0.00)	2.00 (0.25)	2.25 (0.50)
	40 分	2.75 (0.50)	4.75 (0.25)	2.50 (1.00)	6.50 (0.25)	7.50 (1.75)
	60 分	3.00 (0.25)	7.00 (1.00)	6.00 (0.5)	10.0 (0.25)	55.0 (1.25)
昆布	20 分	1.75 (0.25)	1.25 (0.50)	3.75 (0.25)	1.25 (0.25)	1.25 (0.25)
	40 分	1.25 (1.00)	1.25 (0.25)	1.25 (0.00)	1.25 (0.00)	3.5 (0.50)
	60 分	1.00 (0.00)	1.25 (0.25)	1.25 (0.25)	1.50 (0.50)	1.75 (0.25)
石花 菜	20 分	4.79 (0.33)	6.29 (0.10)	11.3 (0.26)	21.97 (1.10)	65.4 (0.38)
	40 分	5.17 (0.13)	10.53 (0.03)	34.82 (1.22)	57.03 (1.95)	222.3 (0.82)
	60 分	11.55 (0.71)	11.78 (0.26)	33.70 (0.57)	160.80 (1.21)	355.83 (0.57)

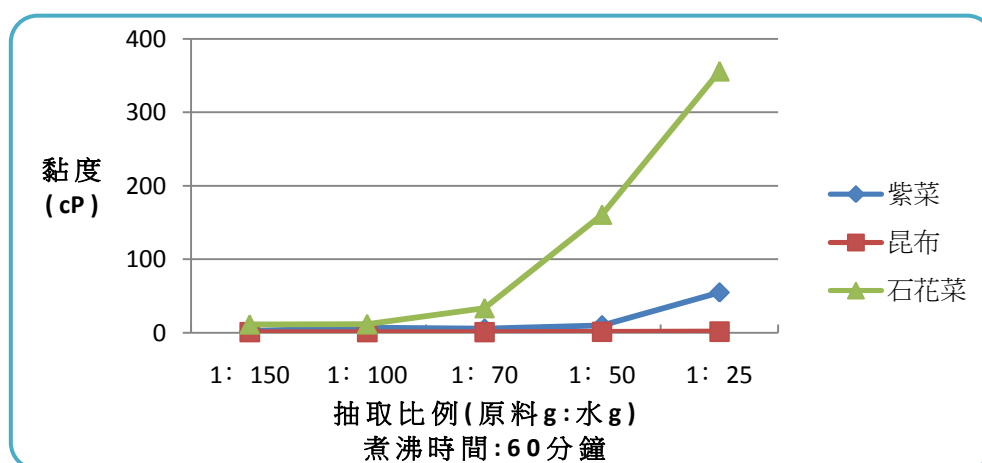
\*以上數據為測試八次取六次值之平均值，括號內為標準差

洋菜可從不同種類紅藻科的紫紅色海藻中獲得，它以碳水化合物形式存在於細胞壁中，幾個世紀來，人們只是簡單地將海藻放入沸水中熬煮而得到膠質，古時傳統的洋菜加工方式，基本上是家庭式作業，在海邊採集石花菜，經日曬一週後，大多數設備為一至兩個蒸煮器具及手工作坊，除去了沙和雜質的紅藻每 8 公斤一批，搗爛 20 分鐘後，將大約每 200 公斤海藻加到 2000 公升開水中，粗洋菜便可萃出。這些粗洋菜混合物可加入硫酸或多聚酸鹽來調整 pH 值在 5 到 6 之間，在 80 度下連續萃取 8 到 9 個小時，不斷熬煮，再加次氯酸鈣和亞硫酸鈉進行漂白，總萃取時間大約 15 小時。熬煮後的液體用網孔布過濾，未通過濾層餅狀物壓乾後可再次用來熬煮。經冷卻後洋菜膠塊被切割成帶狀，卷成簇。為

控制品質，必須注意天氣變化，快速凝凍會導致較差的口感和風味。要是乾燥速度太快，洋菜顏色將很差。但因為我們想要開發的是天然膠，故以萃出粗洋菜的方式進行實驗設計。

在反覆做過多次預備實驗中發現，在不同抽取比例及抽取時間中，其膠體的黏度表現常有數值上下跳動或是同一膠體黏度值差異很大的情形，因此，我們推測不同抽取時間對膠體抽取量多寡應該有影響，因此進行了以上的實驗，結果發現，原料與水的比例越小，對膠的抽取量確實有明顯上升的趨勢，而煮沸後的持續加熱時間，以一個小時為佳，以石花菜而言，持續加熱 60 分鐘後，其黏度已達 355.83 cP，與一開始 20 分鐘的抽取量相比，已增加五倍以上。因此，我們認為以平板加熱器煮沸後持續加熱一小時，可將抽取比例 1:25 中大部分的海藻膠(如：石花菜、紫菜)抽取出來，以達最佳的產值。但實驗過程中，可觀察到以這種直接煮沸方式抽取昆布的效果較差，這可能的原因，透過文獻資料可知，昆布(褐藻)中能成膠的褐藻酸是不可溶的，必須轉化成鹽類才可溶於水，其經轉化後萃取的可溶性鹽類稱為褐藻酸鹽(alginates)，純褐藻酸鹽溶於蒸餾水中可形成滑順流體，但能與鈣鹽形成膠體，所以，以直接煮沸的方式是不易抽取大量褐藻膠的。

過程中我們發現有許多引起我們注意與值得探究的地方，如：不同的加熱工具與加熱時間對海藻膠的抽取量真的會有影響，而經過參考及訪談資料也發現，以瓦斯爐加熱較快沸騰，第一次抽取時間約需 40 分鐘；以電鍋加熱，大約需反覆加水 2-3 次，而以平板加熱器進行加熱時，以高溫(刻度 6)加熱，約需加熱 20 分鐘才會開始沸騰，故經組員間與老師共同討論後，決定以實驗室的平板加熱器進行加熱實驗，因為實驗室的加熱裝置較能精準的控溫，對我們而言，是較好的操作方式，而上表的加熱時間是以沸騰後才開始計算，這與一般的主婦在家煮石花凍的方法相仿，但為了考量有較好的口感，主婦們會在瓦斯煮沸後持續小火煮 20 分鐘，將膠用篩網濾出，將石花菜渣再加入原先第一次一半的水量進行第二次的烹煮，煮後將兩者的膠混合，會使石花凍的口感較柔軟好吃，在研究過程中，我們也曾這樣做過，但發現持續第二次加熱時，其膠抽取量並沒有繼續大量被抽取出來的趨勢，既然我們著重的是產值與爾後的應用，因此，我們不考慮做第二次抽取再混合的作法。



圖八、不同抽取比例對海藻膠安定性黏度之比較

以三種海藻膠而言，抽取比例越小，對膠的產出量確實有明顯增加的趨勢，其中以 1:25 的比例表現最佳，就三者間比較，又以石花菜的表現最好，在 1:25 的抽取比例下，煮沸後持續加熱 60 分鐘，其黏度已達 355.83 cP 之高。

## 二、儲存時間對不同種類之海藻膠原液安定性之探討

### (一) 不同種類之海藻膠原液儲存時間安定性之探討







表四、不同種類之海藻膠原液儲存時間安定性之探討

天數 原液		第一天	第二天	第三天	第四天	第五天
紫 菜	pH	6.10 (0.00)	6.15 (0.05)	5.59 (0.01)	5.58 (0.02)	—
	黏度	10.0 (0.00)	10.25 (0.25)	10.0 (0.00)	10.0 (0.00)	—
	觀察 記錄	紫紅色表面 有一層透明 微白漂浮物 質新鮮的紫 菜味	褐紅色其他 沒有太大變 化	深褐色漂浮 物質從微透 明漸轉白其 他沒有太大 異狀	淡褐色有酸 臭味溢出其 他沒有太大 異狀	顏色混濁白 色漂浮物變 多酸臭味更 濃厚
昆 布	pH	5.94 (0.06)	5.90 (0.02)	4.76 (0.04)	4.37 (0.03)	—
	黏度	1.75 (0.25)	1.75 (0.25)	1.50 (0.50)	1.50 (0.50)	—
	觀察 記錄	暗綠色濃昆 布味	青綠色有沉 澱物在杯底 其他沒有異 狀	淡綠色沉澱 物增加有酸 味溢出其他 沒有異狀	微綠幾乎為 白色沉澱物 增加其他沒 有異狀	顏色更淡更 為混濁酸臭 味更濃厚底 下沉澱更多
石 花 菜	pH	6.05 (0.02)	6.09 (0.02)	6.10 (0.02)	6.10 (0.01)	6.13 (0.03)
	黏度	51.67 (1.28)	71.51 (1.39)	62.56 (0.63)	56.78 (0.29)	51.73 (0.29)
	觀察 記錄	褐黃色凍狀 濃石花菜味 膠體有彈性	黃色凍狀 濃石花菜味 膠體有彈性	淡黃色凍狀 濃石花菜味 膠體有彈性	石花菜味道 有減弱，其 他沒有異狀	有些微酸味 其他沒有異 狀

\*常溫儲存\*抽取比例(乾料:水)1:50

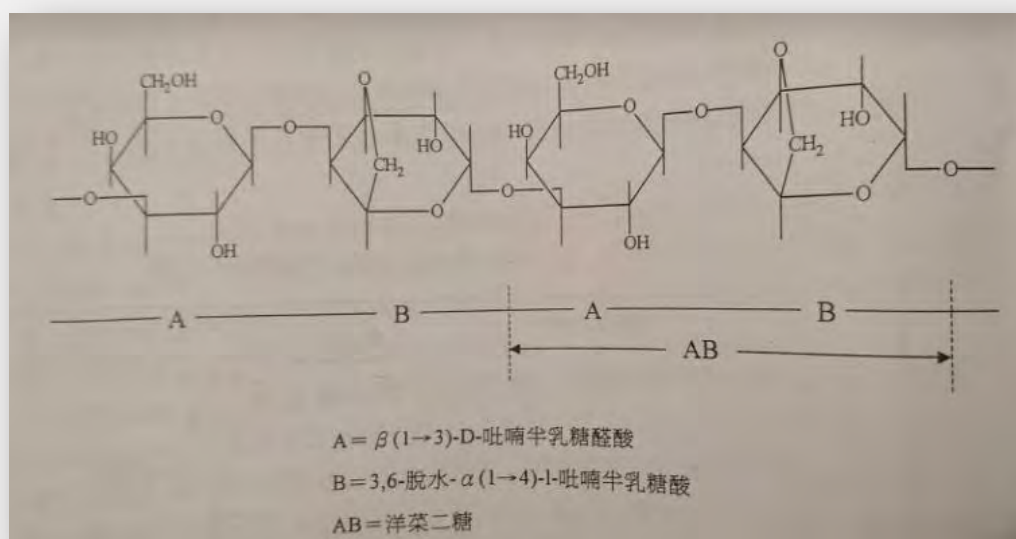
\*以上數據為測試八次取六次值之平均值，括號內為標準差

表五、不同種類之海藻膠原液儲存時間安定性之探討

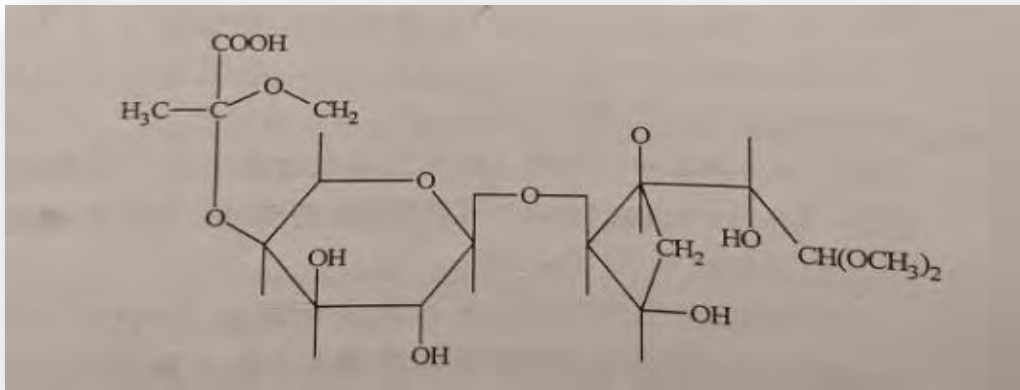
紫菜		昆布		石花菜	
					
第一天 新鮮原液	第四天 酸味、腐敗	第一天 新鮮原液	第四天 有沉澱、酸味	第一天 新鮮原液	第五天 顏色變淡、 結凍狀

以常溫保存海藻膠，確實不是一個明智之舉，一般應該會以冷藏保存，但為了讓實驗有明顯差異，我們在常溫下做觀察記錄，發現石花菜膠(石花凍)的安定性最好，pH 值和黏度都沒有太大的變化。此外，紫菜與昆布都在第四天就有酸敗與沉澱的情形，這表示紫菜膠與昆布膠的安定性較差，評估其膠的應用性也較小。

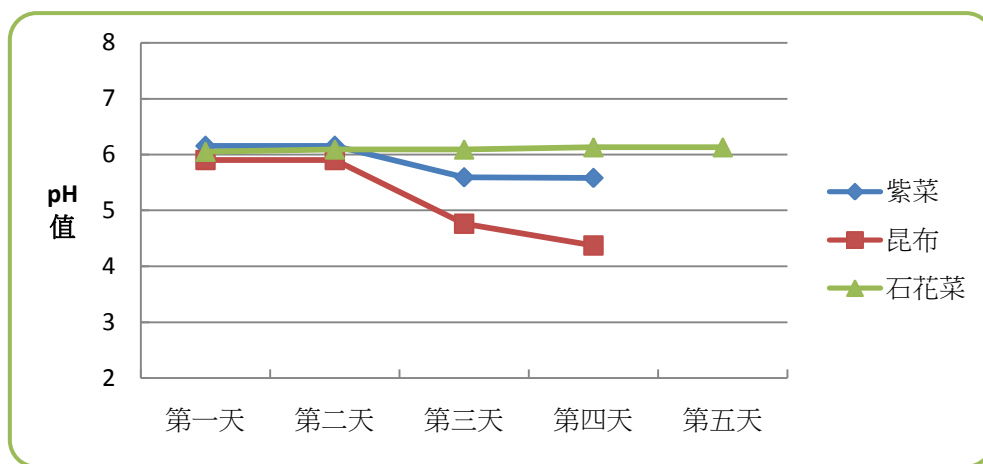
透過文獻資料，我們了解到洋菜糖(agarose or agaran)是一種非離子性中性多醣體，可形成一種較強的凝膠物質。之後研究證實洋菜含有兩種主要結構，除了洋菜糖(如圖九)之外，還有一種含高硫酸基和高灰分的非凝膠物質洋菜膠(agarpectin)(如圖十)，它是一種較沒有商業價值的成份，一般生產洋菜時會想辦法去除。洋菜糖被認為是洋菜最重要的凝膠成份，藉由氫基提供分子內氫鍵維持構型，在高溫時洋菜糖呈無序排列，冷卻時 3,6-脫水- $\alpha$ -L-半乳糖基水平軸上三個氫原子藉由靜電引力使分子形成雙螺旋狀膠體。而洋菜膠(agarpectin)仍以洋菜二糖為主鏈，但是為混合型多醣體，它含有 5~10%硫酸基，葡萄糖醛酸和丙酮酸是以乙醯基鍵結為主，結構較為複雜且所知較少。



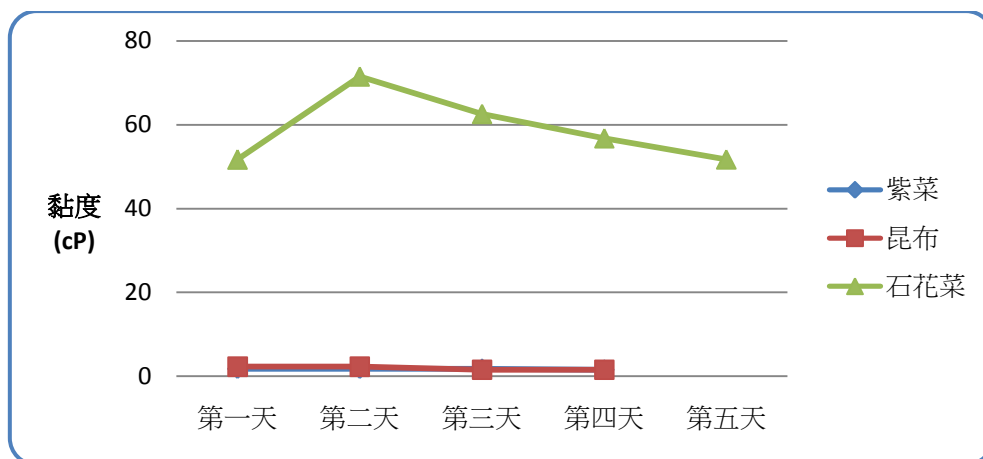
圖九、洋菜組成基本單位結構



圖十、洋菜膠可能組成基本單位結構



圖十一、儲存時間對不同種類之海藻膠原液安定性 pH 值比較



圖十二、儲存時間對不同種類之海藻膠原液安定性黏度之比較

### 三、石花菜膠原液(石花凍)與自製蘆薈原液之安定性比較

#### (一)石花菜膠原液(石花凍)與自製蘆薈原液之儲存時間比較

表六、石花菜膠原液(石花凍)與自製蘆薈原液之儲存時間比較

天數 原液		第一天	第二天	第三天	第四天	第五天
蘆薈*	pH 值	4.45 (0.04)	4.37 (0.02)	4.51 (0.06)	4.34 (0.02)	—*
	黏度	36.00 (0.87)	34.46 (0.47)	30.58 (0.71)	31.13 (0.28)	—*
石花菜	pH 值	6.05 (0.02)	6.09 (0.02)	6.10 (0.02)	6.10 (0.01)	6.13 (0.03)
	黏度	51.67 (1.28)	71.51 (1.39)	62.56 (0.63)	56.78 (0.29)	51.73 (0.29)

\*常溫下蘆薈第四天呈酸敗狀態

\*以上數據為測試八次取六次值之平均值，括號內為標準差

蘆薈膠是市面上常見的美容聖品，其對美白、保濕多有功效，加上有資料顯示，蘆薈膠在燙傷的處理上也有很好的效果，所以，我們想將蘆薈膠當作我們石花凍的對照組，比較其安定性做個參考，結果發現，依照網路資料所自製出來的蘆薈膠，其新鮮時的 pH 值為 4.45，與參考資料中顯示的 pH 值 4.2~4.6 之間的結果是相符的，但蘆薈膠在第四天就崩壞了，雖然我們在文獻中看到洋菜二糖(agarobiose)(AB 單元)因為 3,6-脫水- $\alpha$ -L-吡喃半乳糖醛酸幾乎在每一個 B 單元都有，因此洋菜變得較不穩定容易水解，而石花菜膠在常溫下到第五天都還很穩定，從 pH 值與黏度的表現上都能看到這樣的結果，而值得一提的是，石花菜膠在第二天黏度較第一天增加了 20cP，到第五天才降至跟第一天的黏度相當，因此，推測石花菜膠到第二天仍有繼續成膠的現象發生。

#### 四、石花凍膜製程與皮膚保濕功效評估

表七、石花凍膜烘製過程

圖片				
				
製程說明	石花菜原液	放進烘箱	烘乾溫度：50℃ 烘乾時間：40 分鐘	烘乾溫度：50℃ 烘乾時間：16 小時

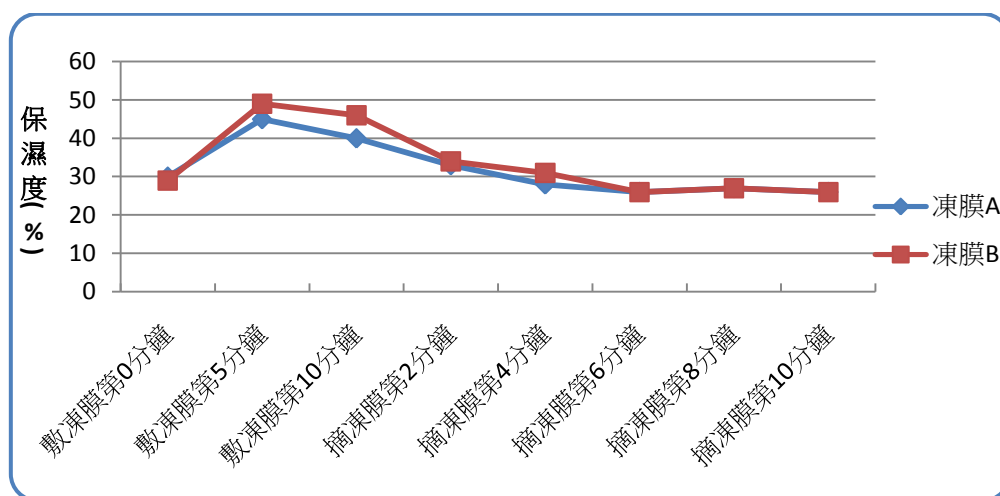
將石花菜原液(即石花凍)與石花菜凝膠(有添加冰晶凝膠與甘油)送進烘箱烘乾，以製成面膜，結果發現，有同時添加冰晶凝膠與甘油的石花菜凝膠，其烘乾效果不佳，在烘箱裡烘乾超過一天仍很難製成乾燥的面膜，且高溫烘乾的效果也不佳，用玻璃培養皿烘乾的效果，雖然會乾，但會沾黏在玻璃上，不易完整取下，須直接復水才能完整下，我們認為這樣不符合一般大眾使用凍膜的經驗，因此，我們在反覆測試後發現，石花菜原液經過 50℃ 烘乾 16 小時後，可得到完整片狀且乾燥的海藻面膜。再經浸泡清水 1 分鐘後，即可形成海藻凍膜，敷在皮膚上 5 分鐘後，發現其保水度迅速可從 30% 提升至 45%。由此可知，石花凍膜是個有潛力、值得開發的新商品。

表八、石花凍膜皮膚保濕功效之評估

時間 項目	敷上凍膜			摘掉凍膜				
	第 0 分 鐘	第 5 分 鐘	第 10 分 鐘	第 2 分 鐘	第 4 分 鐘	第 6 分 鐘	第 8 分 鐘	第 10 分 鐘
凍膜 A	30%	45%	40%	33%	28%	26%	27%	26%
凍膜 B	29%	49%	46%	34%	31%	26%	27%	26%

\*面膜 A：1%石花凍膜

\*面膜 B：2%石花凍膜



圖十三、石花凍膜皮膚保濕功效之評估

由圖表可得知，凍膜 B 保濕力較凍膜 A 好，但無法維持較長的保濕能力，甚至比原本沒有敷凍膜的保濕度還要低，根據資料顯示，這可能是原先敷在皮膚上未吸收的石花面膜溶液揮發時，連同將原先皮膚較淺層表面的水分一併帶走了，以致於摘凍膜後 10 分鐘後，會出現比未敷凍膜時的保濕度下降 3—4%。

因此為了改善凍膜的保濕度，經過資料的搜尋與討論，發現可以添加少許比例的保濕劑來增加其保濕度，而保濕劑我們選擇以市售配方中最常用使用的保濕劑—甘油，以 5% 的比例加入到配方中，但在相同的製程中發現，石花凍膜添加 5% 甘油與 10% 冰晶凝膠後，其非常不易烘乾，很難製成乾燥的凍膜，經過幾次測試後，推測是因為甘油有保濕功效，所以水分不易散失，而冰晶凝膠為高分子物質，主要功用為增加膠體的穩定性，因此我們決定進行研究五，以凝膠配方的方式繼續進行以下的實驗，以改善凍膜無法再提升更多保濕度的原因。

## 五、石花凝膠配方與蘆薈凝膠皮膚保濕功效之評估比較

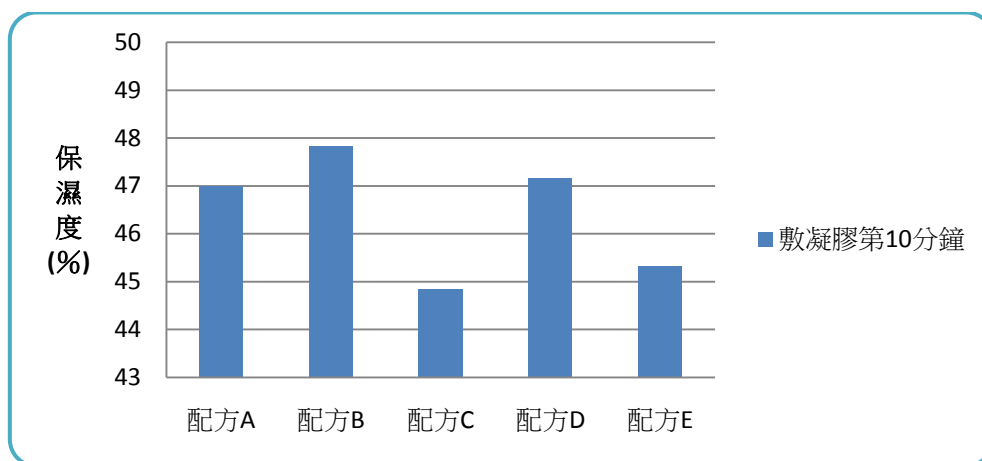
表九、自製凝膠配方表

	配方 A	配方 B	配方 C	配方 D	配方 E
名稱	石花凝膠	石花凝膠	石花凝膠	石花凝膠	蘆薈凝膠
石花菜原液	40%	40%	40%	40%	0
蘆薈原液	0	0	0	0	1%
水	60%	50%	55%	45%	74%
冰晶凝膠	0	10%	0	10%	20%

表十、石花凝膠配方與蘆薈凝膠皮膚保濕功效之評估比較

項目	敷上凝膠			擦掉凝膠				
	第 0 分鐘	第 5 分鐘	第 10 分鐘	第 2 分鐘	第 4 分鐘	第 6 分鐘	第 8 分鐘	第 10 分鐘
配方 A	34% (3.16)	46% (2.07)	47% (2.45)	40% (3.16)	38% (3.89)	36% (2.93)	35% (2.79)	34% (3.46)
配方 B	37% (4.08)	47% (3.06)	48% (2.14)	41% (2.34)	38% (2.94)	37% (3.06)	37% (3.27)	36% (2.01)
配方 C	36% (4.18)	46% (2.79)	45% (1.47)	41% (0.98)	38% (1.86)	38% (2.80)	36% (3.38)	36% (3.39)
配方 D	36% (3.16)	45% (3.27)	47% (1.17)	44% (1.76)	42% (1.67)	42% (1.21)	41% (1.47)	41% (0.89)
配方 E	37% (2.66)	46% (3.03)	45% (1.51)	42% (1.72)	42% (1.52)	42% (1.21)	41% (0.89)	41% (0.75)

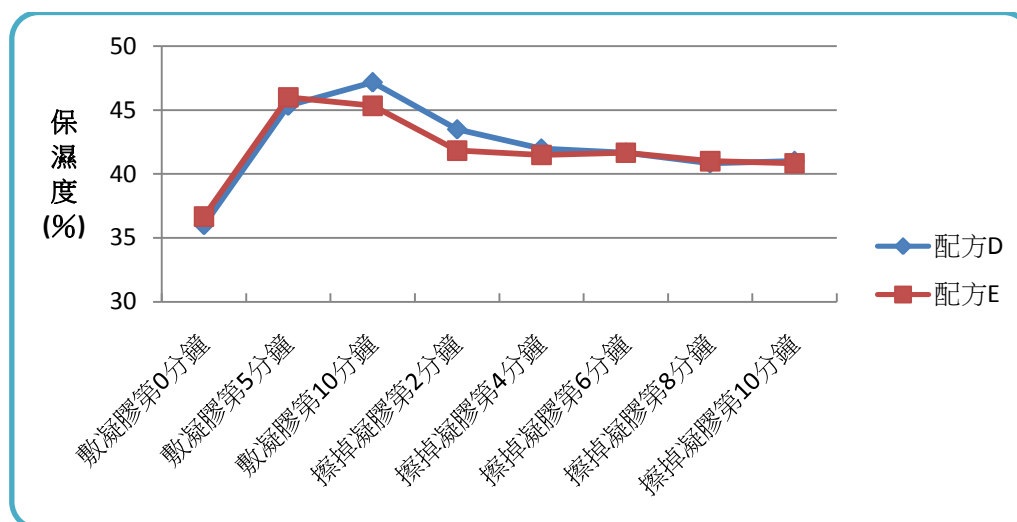
\*以上所有配方比例參考書籍與市售配方所設計\*以上數據為測試六次之平均值



圖十四、石花凝膠配方與皮膚保濕功效之評估

\*以上所有配方皆參考書籍與市售配方所設計

配方 B 雖然在 10 分鐘後保濕度為最高，但是保濕力不持久，但因為冰晶凝膠配方內仍有一小部分比例的保濕劑成分，故其保濕度較配方 D 及 E 多了 3—4%。有趣的是，只添加甘油的配方 C，其保濕力反而低於其他配方，甚至比配方 A(空白組)低了 2%，推測只添加甘油對石花凝膠的保濕力提升沒有直接影響，而將甘油與冰晶凝膠一起添加時，或許可使石花菜膠更加穩定，而提升了保濕力與保濕持久力。



圖十五、石花凝膠與蘆薈凝膠皮膚保濕功效之評估

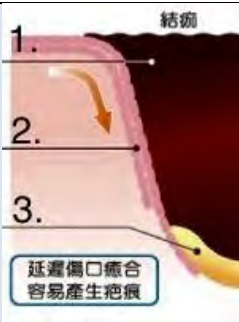
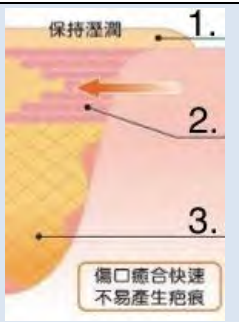
由圖表可得知，配方 D 於敷凝膠第十分鐘保濕力高於配方 E，而測試保濕持久性的實驗，配方 D 與配方 E 能夠達到同樣的效果，證明石花凝膠(配方 D)能夠與仿市售蘆薈凝膠(配方 E)達到同樣的效果。

根據期刊資料顯示，蘆薈凝膠中有 12 種蒽醌類(Anthraquinones)，其有消炎、消腫、有效抑制多種細菌滋長並具有止痛、止癢的效用，另具多醣(Saccharides)的黏液素有抗衰老、旺盛精力的作用；多種維生素(Vitamins)亦能幫助上皮組織之合成防止氧化和細胞老化預防壞血病，形成膠原蛋白促進新陳代謝等。而石花菜為多年生藻類。藻體直立，多分枝，下部有假根狀固着器附在淺海海底的岩石上，一般高 20~30 釐米，紫紅色或深紅色。藻體由表皮細胞、表層和髓構成，表皮細胞排列緊密，皮層和髓比較疏鬆，細胞里面充滿膠質；且石花菜含有豐富的維生素與礦物質、多醣類等，希望可以從中再探討其成分對保濕功效的成因，是否像蘆薈成分這般還是有其他特別的成分所影響？另外，也有文獻說加醋酸可以提升膠的抽取率，但對保濕功效的提升如何？也是我們想再接再著探究的，最終，我們是希望可以就這篇研究為基礎，往天然燙傷敷料研究的方向繼續發展。

## 六、石花凍膜傷口敷料之應用性探討

### (一)使用傷口敷料的機制與原理

表十一、使用傷口敷料的機制與原理

圖片		
第一部分	傷口直接接觸空氣，乾掉後形成結痂。	使用敷料覆蓋傷口，隔絕空氣保持傷口濕潤。
第二部分	結痂塊使細胞無法增生，延遲傷口修復速度。	傷口濕潤狀態下，細胞游動加快表皮修復速度。
第三部分	滲出的體液少，傷口無法保持濕潤狀態。	滲出的體液多保持傷口濕潤，加速傷口修復。

由資料顯示，一般傷口在濕潤的環境下，容易讓滲出的體液自行修復傷口，加速痊癒，而市售傷口敷料通常都有保護傷口、保濕、降低感染機會等功能。其中，保濕又為加速痊癒的關鍵，因此我們想知道，若將石花凍敷料作為傷口敷料，其功效會如何呢？與市售的傷口敷料又有何差異？由此我們進行了以下的觀察實驗。

### (二)石花凍膜傷口敷料之製程探討

#### 1.烘乾時間對不同厚度石花凍膜傷口敷料之保濕功效比較

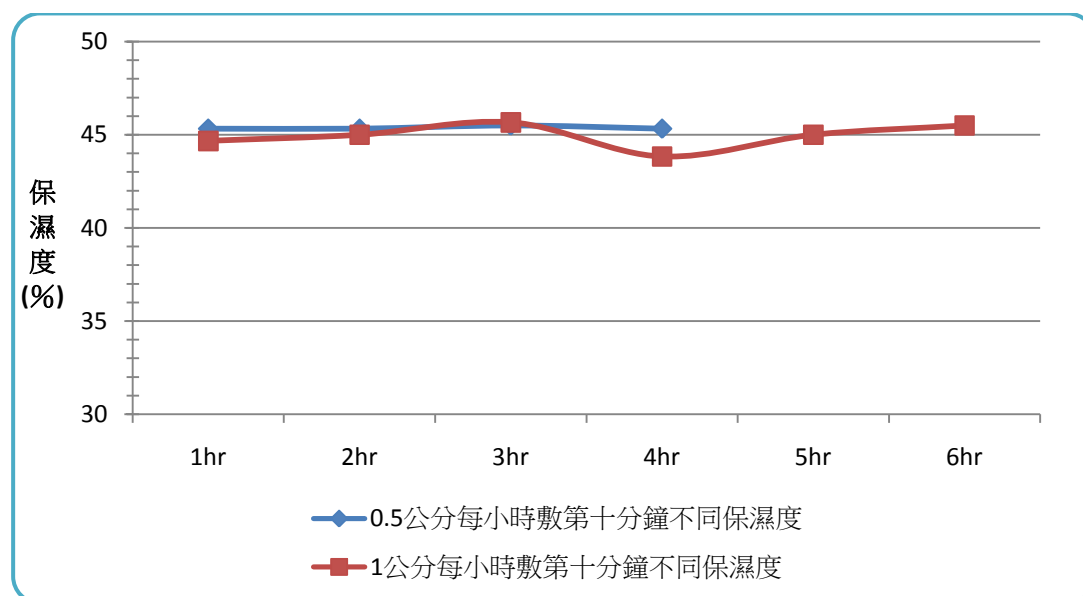
表十二、烘乾時間對不同厚度石花凍膜傷口敷料之保濕功效比較

項目		時間	敷上凍膜			摘掉凍膜				
			第 0 分鐘	第 5 分鐘	第 10 分鐘	第 2 分鐘	第 4 分鐘	第 6 分鐘	第 8 分鐘	第 10 分鐘
烘乾 1 小時	0.5 公分厚 石花凍膜	34% (2.45)	45% (2.80)	45% (2.66)	38% (2.25)	36% (1.22)	34% (1.10)	34% (1.63)	33% (1.97)	
	1 公分厚 石花凍膜	34% (2.04)	45% (1.79)	45% (2.25)	39% (3.82)	37% (2.93)	35% (3.02)	34% (1.47)	34% (1.52)	
烘乾 2 小時	0.5 公分厚 石花凍膜	34% (3.19)	46% (2.17)	45% (2.66)	39% (2.42)	35% (2.14)	34% (2.37)	34% (2.23)	33% (1.97)	
	1 公分厚 石花凍膜	34% (3.08)	43% (3.56)	45% (2.45)	38% (1.94)	35% (2.19)	34% (1.94)	33% (3.27)	33% (3.16)	
烘乾 3 小時	0.5 公分厚 石花凍膜	33% (3.87)	45% (1.47)	46% (3.02)	38% (1.10)	35% (1.83)	34% (1.83)	33% (2.32)	33% (2.42)	

	1 公分厚 石花凍膜	33% (3.22)	45% (2.64)	47% (2.16)	38% (2.14)	35% (1.63)	34% (1.22)	33% (1.10)	33% (1.47)
烘乾 4 小時	0.5 公分厚 石花凍膜	32% (1.51)	45% (0.98)	45% (2.34)	38% (2.71)	36% (3.08)	34% (2.64)	33% (2.83)	32% (2.42)
	1 公分厚 石花凍膜	33% (1.97)	44% (2.93)	44% (2.04)	38% (1.79)	35% (1.37)	34% (1.75)	34% (1.37)	33% (1.03)
烘乾 5 小時	0.5 公分厚 石花凍膜	—*							
	1 公分厚 石花凍膜	34% (1.21)	44% (2.07)	45% (2.37)	36% (3.67)	34% (3.66)	33% (2.48)	33% (1.17)	32% (1.37)
烘乾 6 小時	0.5 公分 石花凍膜	—*							
	1 公分厚 石花凍膜	34% (2.40)	45% (2.58)	46% (3.67)	38% (3.06)	37% (3.08)	34% (3.54)	33% (3.01)	32% (2.99)

\*已成膜 \*以上數據為測試八次取六次值之平均值，括號內為標準差

由表十二可得知，厚度為 0.5 公分和 1 公分的石花凍膜在敷第十分鐘後，保濕度都上升 11% 以上，且保濕度相當，而厚度 0.5 公分的石花凍膜在第 5 小時就已烘乾成膜，厚度 1 公分的石花凍膜則要在第 7 小時才會成膜，因為水分較多故需比較長的時間。而且厚度 0.5 公分的石花凍膜烘完後，厚薄剛好，敷在皮膚上較為服貼，與市面上販售的透明敷料敷起來很相似，因此，我們認為以厚度 0.5 公分的石花凍膜作為探討石花凍膜作為傷口敷料的開發原料，應該是有其可行性。於是，我們接著進行以下的實驗。



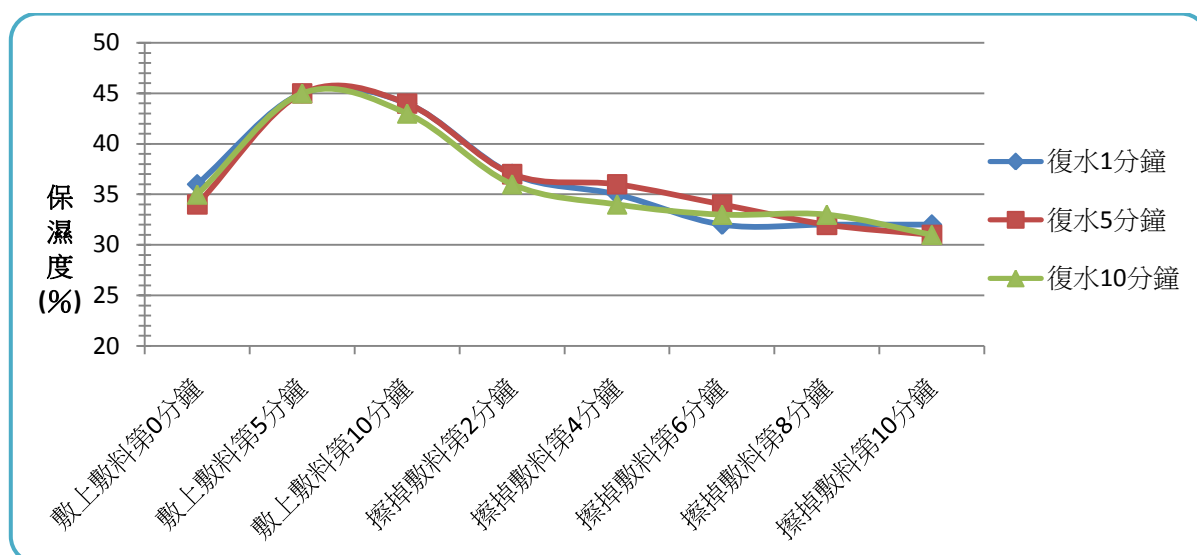
圖十六、烘乾時間對石花凍膜皮膚保濕功效之比較

厚度 0.5 公分的石花凍膜在烘乾不同時間下的皮膚保濕度與厚度 1 公分的凍膜相比較，是相對較穩定的。經過多次測試，我們認為其較不穩定的原因是，厚度 1 公分的石花凍膜本身的含水量較高，因此在烘箱內烘乾的過程中，發現厚度 1 公分石花凍膜的保濕度測定出來的結果較不穩定，這更加深我們決定將凍膜成膜後再進行復水，一方面可以增加保存時間，二來能避免水分分布不均的問題。

## 2.不同復水時間對石花凍膜傷口敷料皮膚保濕功效之影響

表十三、復水時間對石花凍膜皮膚保濕功效之影響

項目		時間	敷上凍膜			摘掉凍膜				
		第 0 分鐘	第 5 分鐘	第 10 分鐘	第 2 分鐘	第 4 分鐘	第 6 分鐘	第 8 分鐘	第 10 分鐘	
0.5 公分石花凍膜	復水 1 分鐘	36% (3.81)	45% (3.81)	44% (2.25)	37% (3.31)	35% (3.48)	32% (3.76)	32% (3.43)	32% (2.99)	
	復水 5 分鐘	34% (3.61)	45% (2.48)	44% (3.50)	37% (2.60)	36% (2.65)	34% (3.82)	32% (3.92)	31% (3.31)	
	復水 10 分鐘	35% (3.97)	45% (2.36)	43% (2.52)	36% (3.89)	34% (3.61)	33% (3.25)	33% (2.48)	31% (3.77)	



圖十七、復水時間對石花凍膜皮膚保濕功效之評估

由圖表可得知，復水不同時間對石花凍膜在的皮膚保濕功效皆可達到 43% 以上的保濕提升，因此得知，復水時間對石花凍膜並沒有直接的影響，短短 1 分鐘就可以有相同的保濕效果！因此以下實驗設計，皆以復水 1 分鐘進行之。

## 3. 不同水溫復水石花凍膜對皮膚保溼度功效之影響

表十四、不同水溫復水石花凍膜對皮膚保溼度功效之影響

項目		時間	敷凍膜			摘凍膜				
		第 0 分鐘	第 5 分鐘	第 10 分鐘	第 2 分鐘	第 4 分鐘	第 6 分鐘	第 8 分鐘	第 10 分鐘	
凍 膜	8℃ 水溫復水	33%	44%	40%	35%	33%	30%	31%	31%	
	24℃ 水溫復水	35%	41%	41%	36%	35%	33%	31%	31%	
	40℃ 水溫復水	36%	45%	44%	37%	35%	32%	32%	32%	

想知道凍膜乾燥後，復水時是否還是需要在 40℃ 下才能順利地復水？因為考量若要讓民眾在家就能輕鬆 DIY 天然海藻膠復水使用的話，40℃ 溫水較不易精準量測，因此設計了這組實驗，結果發現，石花凍膜烘乾後，在常溫下就能成功復水，不受 40℃ 洋菜結構的限制，真好！而在冰箱中復水也可以，但我們發現復水的凍膜反而較常溫復水的更快乾掉，因此，我們建議用常溫復水最便利。

### (三)不同厚度之石花凍膜傷口敷料之膠強度比較

依自製簡易物性儀進行穿刺實驗。在自製的過程中，我們嘗試了許多方式與模型設計，整理成下圖表示：

表十五、自製簡易物性儀之探針管研究與演進

自製簡易物性儀	探針管第一代	探針管第二代	探針管第三代
圖片			
改進原因	測試後發現，接觸面積較大，與物性儀測定膠體穿刺的原理較不相符，且站立在敷料上時不易穩定。	紙黏土可增加探針管重量，但為站立時穩定，紙黏土的接觸面積亦會接觸敷料表面，與穿刺的原理較不相符。	改良接觸面積為直徑 1 公分之圓柱，但因重量不夠無法穿刺。
自製簡易物性儀	探針管第四代	探針管第五代	探針管第六代
圖片			
改進原因	利用 3D 列印修改成較平滑之探頭，但重量不足仍無法穿刺。	接觸面積直徑 1 公分的圓形探頭，但因量筒高度的載重量無法穿刺厚度 1 公分石花敷料，故再改良。	以 3D 列印機製作直徑 1 公分圓形探頭，內直徑 3 公分一體成型的高度 30 公分的探針管，以達到可成功穿刺進行測定。




表十六、不同厚度之石花敷料膠強度測定

敷料厚度 項目	0.3 公分	0.5 公分	1.0 公分
膠強度(g)	67.34	243.23	>470.02
敷料膜下降 (cm)	1.4	1.6	1.3
石花敷料狀態	穿刺成功	穿刺成功	仍未穿刺成功

經過多次的穿刺測試，結果可知，厚度 0.3 公分的石花凍膜傷口敷料的膠強度較弱，所能承受的最大重量為 67.34 克，而隨著厚度的增加，其膠強度皆有增加的趨勢，厚度 0.5 公分的石花凍膜傷口敷料其膠強度表現為厚度 0.3 公分的 3.6 倍，而厚度 1 公分的石花凍膜傷口敷料其膠強度達 470 克還無法穿刺，已是厚度 0.3 公分的 7 倍之多，表示我們製作出來的石花凍膜作為傷口敷料內層水膠的可行性頗高，因其不會與液體互溶，且當傷口若有組織液滲出時，推測其膠強度的表現應可支撐部分的組織液滲出。

#### (四) 透氣膠布的密合度對石花凍膜傷口敷料之保濕度功效探討

表十七、透氣膠布的密合度對石花凍膜傷口敷料之保濕度功效探討

名稱	三層透氣膠 (含凍膜)	兩層透氣膠 (含凍膜)	一層透氣膠 (含凍膜)
圖片			
0 小時	26%	36%	37%
3 小時	30%	38%	40%
6 小時	30%	36%	40%

我們以最敏感的手臂內側皮膚進行透氣膠布對凍膜保濕度的測試，結果發現，膠布越多層，密合度越高，但皮膚保濕度越低，而兩層透氣膠的密合度好，且保濕度在 6 小時後，皮膚仍有 36% 保濕度，且與一開始未黏貼時的保濕度一樣，這表示，將石花凍膜黏貼在皮膚上並不會造成過敏現象，甚至在黏貼一層透氣膠布時，其凍膜還可提升 3% 的保濕度，另外，在本實驗中亦能觀察到凍膜黏貼到 6 小時後才乾掉失去效用，且黏貼至 24 小時，都不會有發癢紅腫的過敏現象，但只黏貼透氣膠布的皮膚，在貼 24 小時後有同學有皮膚乾癢的感覺與現象。

(五)石花凍膜傷口敷料在不同變因下之觀察記錄

表十八、石花凍膜傷口敷料不同變因之觀察記錄

	放置 0 分鐘	放置 10 分鐘	放置 1 小時	放置 6 小時
				
觀察記錄	對照組: 將蘋果去皮後， 暴露在空氣中， 開始實驗。	10 分鐘後，果皮 顏色漸深，呈黃 色。	1 小時後，顏色 加深呈褐色。	6 小時後，顏色 呈深褐色。
				
觀察記錄	實驗 A: 將蘋果去皮後， 暴露在空氣中， 開始實驗。	10 分鐘後，果皮 顏色漸深，這時 將敷料敷上。	敷上 50 分鐘 後，顏色漸深呈 淺褐色。	6 小時後，氧化 後顏色呈淺褐 色。
				
觀察記錄	實驗 B: 去皮後直接將石 花凍敷料敷上， 開始實驗。	10 分鐘後，顏色 呈淺黃色。	1 小時後，顏色 呈淺褐色。	6 小時後，顏色 呈褐色。
				
觀察記錄	實驗 C: 去皮後將石花凍 敷料敷上後，再 使用保鮮膜包覆 石花凍敷料。	10 分鐘後，顏色 呈淺黃色。	1 小時後，顏色 呈淺褐色。	6 小時後，顏色 呈褐色，

我們還做了石花凍膜黏貼在皮膚上的過敏測試，發現將凍膜以 3M 透氣膠布密封黏貼在皮膚上，經過 24 小時以上，凍膜與皮膚接觸的地方都沒有發生過敏或紅腫發癢的現象，但同樣時間已有同學對透氣膠布有發癢的感覺。且實驗過程中經過 6 小時之後，雖然仍有 3M 膠布的保護，但凍膜已乾

掉了。因此，我們想，可能是因為我們是黏貼在健康的皮膚上，而非受傷的傷口，所以，跟老師們討論之後，決定以蘋果來進行接下來的一連串實驗。以蘋果作為傷口模擬的原因是，蘋果氧化效果好且易觀察，另外，水果有水分，就像身體有組織液一樣，當有傷口出現時，其組織液滲出的速度緩慢，因此，我們想評估將石花凍膜作為內層傷口敷料的可行性，因此，我們設計了三組實驗組，一組對照組，結果發現，敷上石花凍膜確實會延緩蘋果的氧化速度，從實驗 B 蘋果表面暴露在空氣中的時間少實驗 A 10 分鐘來看，其表面氧化的顏色較淺即可了解，且石花凍膜在 6 小時後，只有外圍乾燥翹起的情形，若以保鮮膜再包裹石花凍膜的話，不但可看出延緩氧化的情形，還能觀察到石花凍膜外圍乾燥速度變慢，直至 8 小時才開始有外圍乾燥的情形。因此，以石花凍膜當作內層傷口敷料像 3M 水膠一樣，是非常可行的。

## (六)石花凍膜成本計算與市售品牌做比較

表十九、凍膜成本計算與市售品牌做比較

石花凍膜* 成本明細	厚度 0.5 公分	厚度 1 公分	市面上人工敷料
凍膜成本	0.78 元	1.56 元	-
烘箱電費	17.93 元	25.10 元	-
3M 透氣膠帶	0.16 元	0.16 元	-
總價	18.87 元	26.82 元	45 元

\*仿市面上品牌面積  $6 \times 10 = 60 \text{ cm}^2$ 。

### 1.凍膜成本計算說明:

- (1)石花菜乾料一斤 600 元  $\rightarrow 600 \text{ 元} / 600 \text{ 公克} \rightarrow 1 \text{ 元} / 1 \text{ 克}$
- (2)石花菜乾料 1 克產生 38.7g 膠體  $\rightarrow 0.026 \text{ 元} / 1 \text{ 克膠體}$
- (3)1  $\text{cm}^3$ 凍膜為 1 克，直徑 5 公分的凍膜，面積  $78.5 \text{ cm}^2$ ，仿市面上品牌面積  $6 \times 10 = 60 \text{ cm}^2$ 。
- (4)厚度  $0.5 \text{ cm} \times 60 \text{ cm}^2 = 30 \text{ cm}^3 \rightarrow$  相當於 30 克膠體，故乾料成本為 0.78 元。  
厚度  $1.0 \text{ cm} \times 60 \text{ cm}^2 = 60 \text{ cm}^3 \rightarrow$  相當於 60 克膠體，故乾料成本為 1.56 元。

### 2.烘箱電費計算：

- (1)每一小時消耗 1000W(瓦)為 1 度電，每度電為 1.63 元。
- (2)烘箱為 2200W( $W=VA=220 \times 10$ )每小時 2.2 度電。

綜觀以上結果，以熱水直接煮沸抽取石花菜膠是一個經濟實惠又簡單的方法，在夏天想消暑製作石花凍之餘，將剩餘未吃完的膠裁切厚度 0.5 公分的厚度，烘乾 4 小時，就能得到乾燥的石花凍膜，裝袋置入冰箱保存，哪天有需要，就直接復水 1 分鐘，用簡單易取得的透氣膠布黏貼兩層，將凍膜包覆在其中，即成為簡單好用的傷口敷料，因為成本較市售品牌低很多，所以，每六個小時更換一次石花敷料也不心疼，且敷料既天然、有黏性、彈性、密合度又好，可以讓傷口的組織液慢慢滲出，自行修復傷口，真是一舉數得！研究過程雖然忙碌、辛苦，但能在不斷解決問題的過程中，學習了嚴謹的研究態度與實驗設計，真是一個很好的科學之旅！

## 陸、結論

- 一、石花菜乾料復水性佳，復水後的膠質量很多，且可反覆多次萃取，產值很高。
- 二、以石花菜而言，以平板加熱器煮沸再持續加熱 60 分鐘後，其黏度可比原來增加五倍以上。且以抽取比例 1:25 抽取，可達最佳的產值。
- 三、在常溫下做海藻原液的觀察，發現石花菜膠(石花凍)的安定性最好，雖然 pH 值有下降，

但到第五天仍有 6.13，與原先第一天新鮮時，只差了 0.08。

- 四、在反覆測試後發現，石花菜原液經過 50℃ 烘乾 16 小時後，可得到完整片狀且乾燥的海藻面膜。再經浸泡 40℃ 溫水復水 5 分鐘後，即可形成海藻凍膜，敷在皮膚上 5 分鐘後，發現其保水度迅速可從 30% 提升至 45%。
- 五、由圖表可知，石花凝膠(配方 D)於敷凝膠第五分鐘保濕力高於仿市售蘆薈凝膠(配方 E)，而兩者皆有相同的保濕持久性。
- 六、將石花凍直接裁切厚度 0.5 公分厚度烘乾 4 小時，要使用前復水 1 分鐘，即可成為容易保存、製作成本低、膠強度好、可至少維持 7 小時的內膜傷口敷料，是個極具開發潛力的敷料原料。

## 柒、參考資料及其他

莊志仁(民 94)。食用膠之技術與應用。台北市：華香園。

趙坤山、張效銘(民 95)。化妝品化學。臺北市：五南。

張效銘、趙坤山(民 104)。化妝品原料學。臺中市：滄海圖書。

廖家祥、徐令儀、李柏堅(2009.06)。蘆薈修護保濕凝膠製備與使用經驗分析。China Institute of Technology Vol.40：441-454。

林嘉鴻(民 103)。靈芝多醣生物敷料開發及促進傷口癒合之應用。宜蘭大學食品科學系碩士論文。

Algae (chlorella growth factor) 藻類 - 多醣類、生長因子。

<http://niufood.niu.edu.tw/oar/book/Algae.pdf>

林宇平。食品質地分析原理與應用。東方技術學院食品科技系。<http://www1.tf.edu.tw/>

凝膠作法 <http://www.shs.edu.tw/works/essay/2013/11/2013111219115676.pdf>

流變學。複雜流體分子流變實驗室

[http://www.che.ccu.edu.tw/~rheology/Reaearch\\_Index\\_Rheology.html](http://www.che.ccu.edu.tw/~rheology/Reaearch_Index_Rheology.html)

鄭先祐。pH 值－有那麼重要嗎？環境檢驗所。<http://www.niea.gov.tw/>

使用鯖魚漿混合不同食物塊開發新穎之魚漿煉製品，桃園創新學報 第三十二期。

<http://web.tiit.edu.tw/acof/acen/Word/Tiit32/35.pdf>

黃穎斐(2004)。膠原蛋白：生醫敷料及人工皮膚。科技大觀園。<https://scitechvista.nat.gov.tw/>

3M 人工皮 <http://solutions.3m.com.tw/>

## 【評語】 052210

1. 以石花菜多醣製作敷料原料及其應用於保濕及傷口敷料之探討。
2. 成員分工明確且對整體實驗架構理解。
3. 宜使用適當之統計分析方法來處理數據並據以解釋。

作品海報

摘要

石花菜具有豐富膠質，是可運用在不同日常生活產品的重要海洋資源。本實驗探討由石花菜抽取藻膠取代燙傷敷料的可能性。石花菜以平板加熱器煮沸後持續加熱60分鐘，其黏度可比原來增加五倍以上，以乾料與水比例1:25抽取，膠體可達最佳的產值。常溫下做海藻原液觀察時石花菜膠的安定性最好。經過50℃烘乾後，可得到片狀易保存的海藻膜，再經復水可形成海藻凍膜，敷在皮膚上5分鐘後，其保濕度迅速提升10%至15%。在敷石花凝膠第十分鐘時，其保濕度高於仿市售蘆薈凝膠。而將石花凍裁切0.5公分厚度烘乾5小時後，復水1分鐘，即可成為成本低、拉張力好、可服貼皮膚，維持較長時間的傷口敷料，是個極具開發潛力的海洋資源。

研究目的

- 一、三種海藻膠原液之安定性比較
- 二、儲存時間對海藻膠原液之安定性探討
- 三、石花菜膠原液（石花凍）與自製蘆薈原液之安定性比較
- 四、石花凝膠配方與蘆薈凝膠對皮膚保濕功效之影響
- 五、石花凍膜製程與皮膚保濕功效之評估
- 六、石花凍膜傷口敷料之應用性探討

研究結果與討論

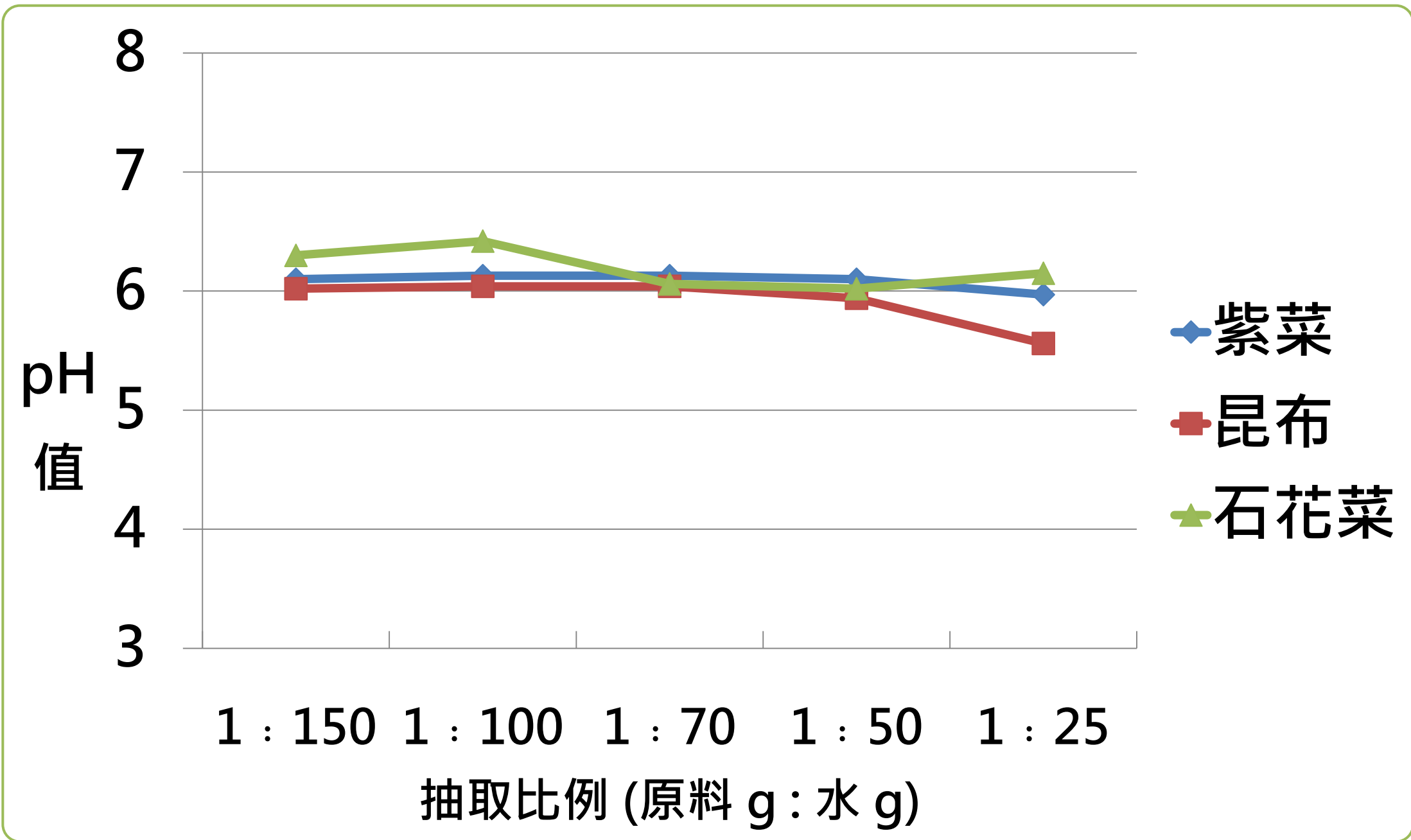
一、三種海藻膠原液之安定性比較

(一)三種海藻膠原液之形態描述或特徵比較

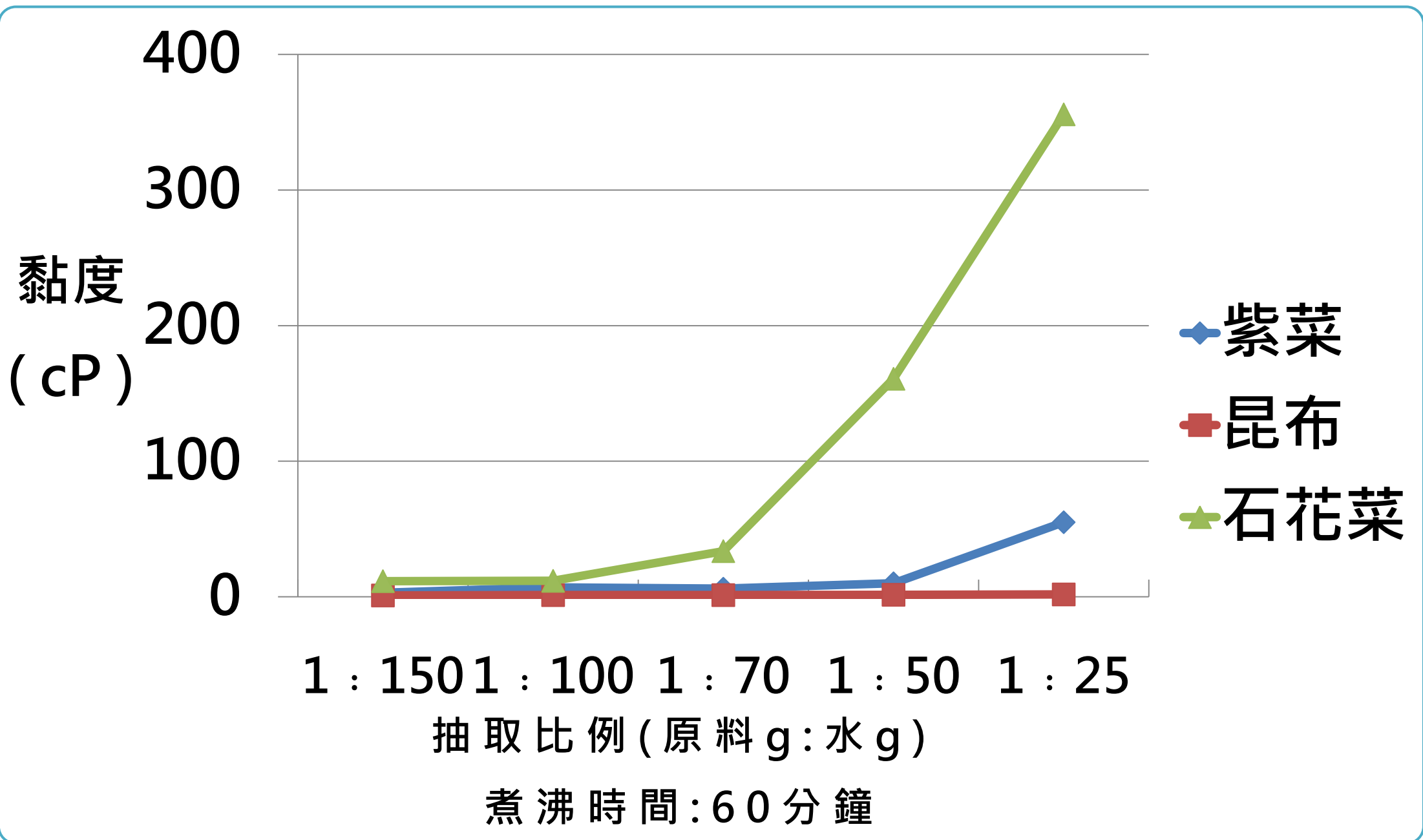
表一、三種海藻膠原液之形態描述或特徵比較

乾燥原料照片			
原液照片			
膠體名稱	紫菜原液	昆布原液	石花菜原液
乾重(g)	15	8	15
膠體重量(g)	174	50	580
產值(膠g/乾料g)	11.6	6.25	38.7
原液形態描述	原液為紅色透明狀摸起來會有滑膩感	原液為綠色透明狀但膠質量較少，濃度較稀薄	石花菜乾料復水性佳，產值高，復水後的膠質量很多，且可反覆多次抽取

(二)不同抽取比例對海藻膠原液安定性之比較



圖一、不同抽取比例對海藻膠安定性pH值之比較



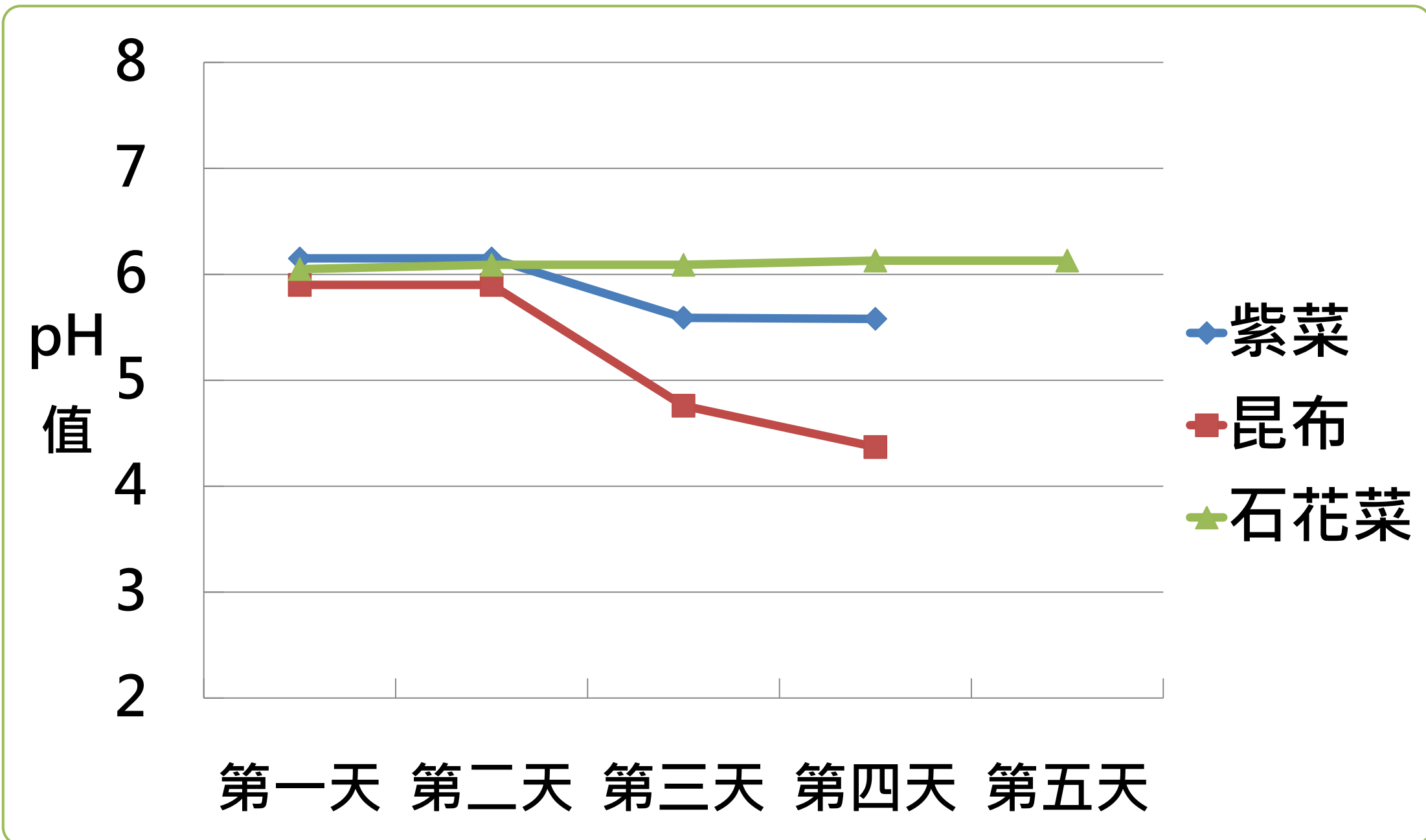
圖二、不同抽取比例對原液安定性黏度之比較

二、儲存時間對海藻膠安定性之探討

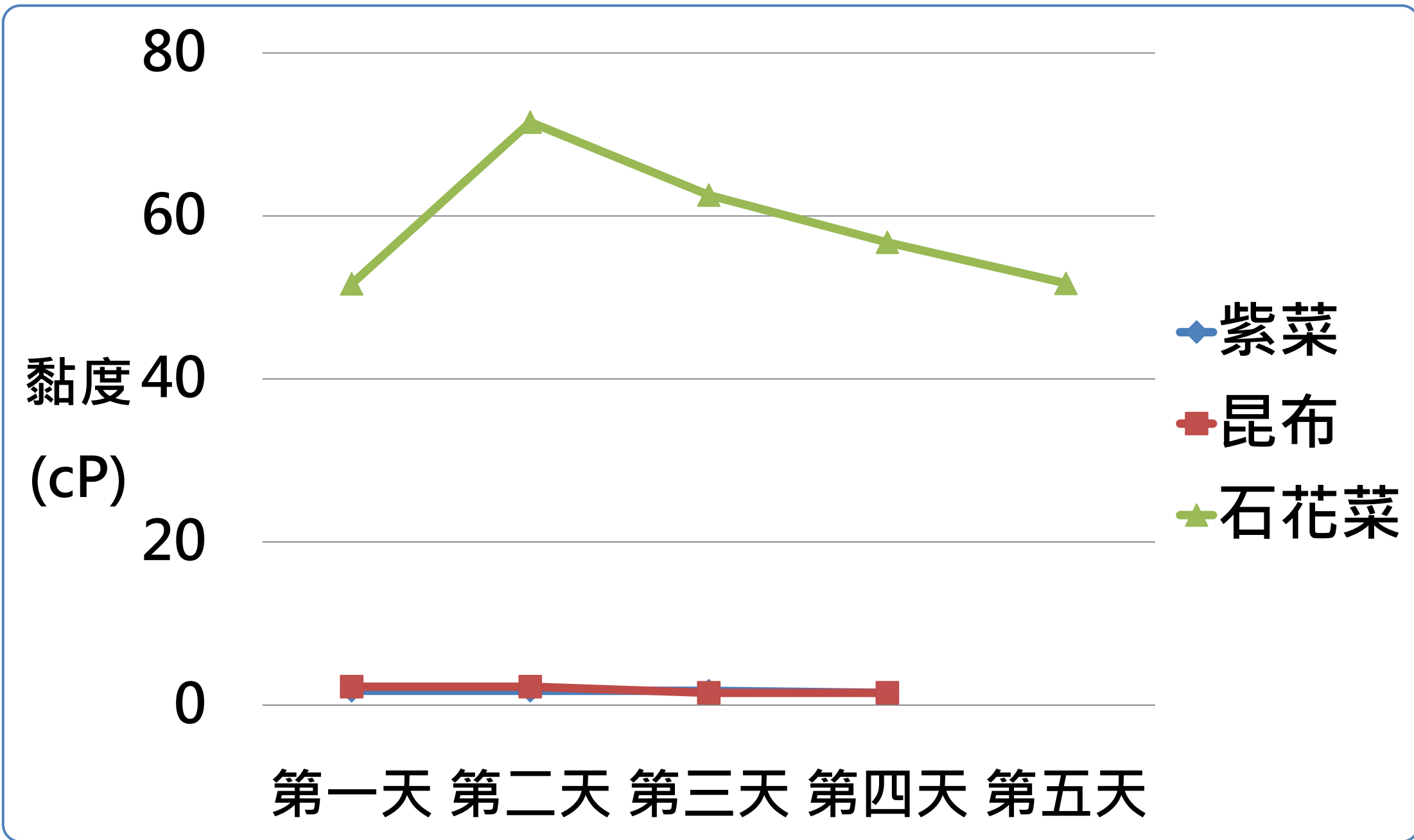
(一)海藻膠原液儲存時間安定性之探討

表二、三種海藻膠儲存時間安定性之比較

紫菜		昆布		石花菜	
第一天 新鮮 原液	第四天 酸味、 腐敗	第一天 新鮮 原液	第四天 有沉澱 、酸味	第一天 新鮮 原液	第五天 顏色變 淡、結 凍狀



圖三、儲存時間對海藻膠安定性pH值比較



圖四、儲存時間對海藻膠安定性黏度之比較

三、石花菜膠原液與自製蘆薈原液之安定性比較

(一)石花菜膠原液與自製蘆薈原液之儲存時間比較

表三、石花菜膠原液與自製蘆薈原液之儲存時間比較

天數		第一天	第二天	第三天	第四天	第五天
原液	第一					
	二					
蘆薈	pH值	4.45 (0.04)	4.37 (0.02)	4.51 (0.06)	4.34 (0.02)	—*
	黏度	36.00 (0.87)	34.46 (0.47)	30.58 (0.71)	31.13 (0.28)	—*
石花菜	pH值	6.05 (0.02)	6.09 (0.02)	6.10 (0.02)	6.10 (0.01)	6.13 (0.03)
	黏度	51.67 (1.28)	71.51 (1.39)	62.56 (0.63)	56.78 (0.29)	51.73 (0.29)

註1: \*為常溫下蘆薈第四天呈酸敗狀態

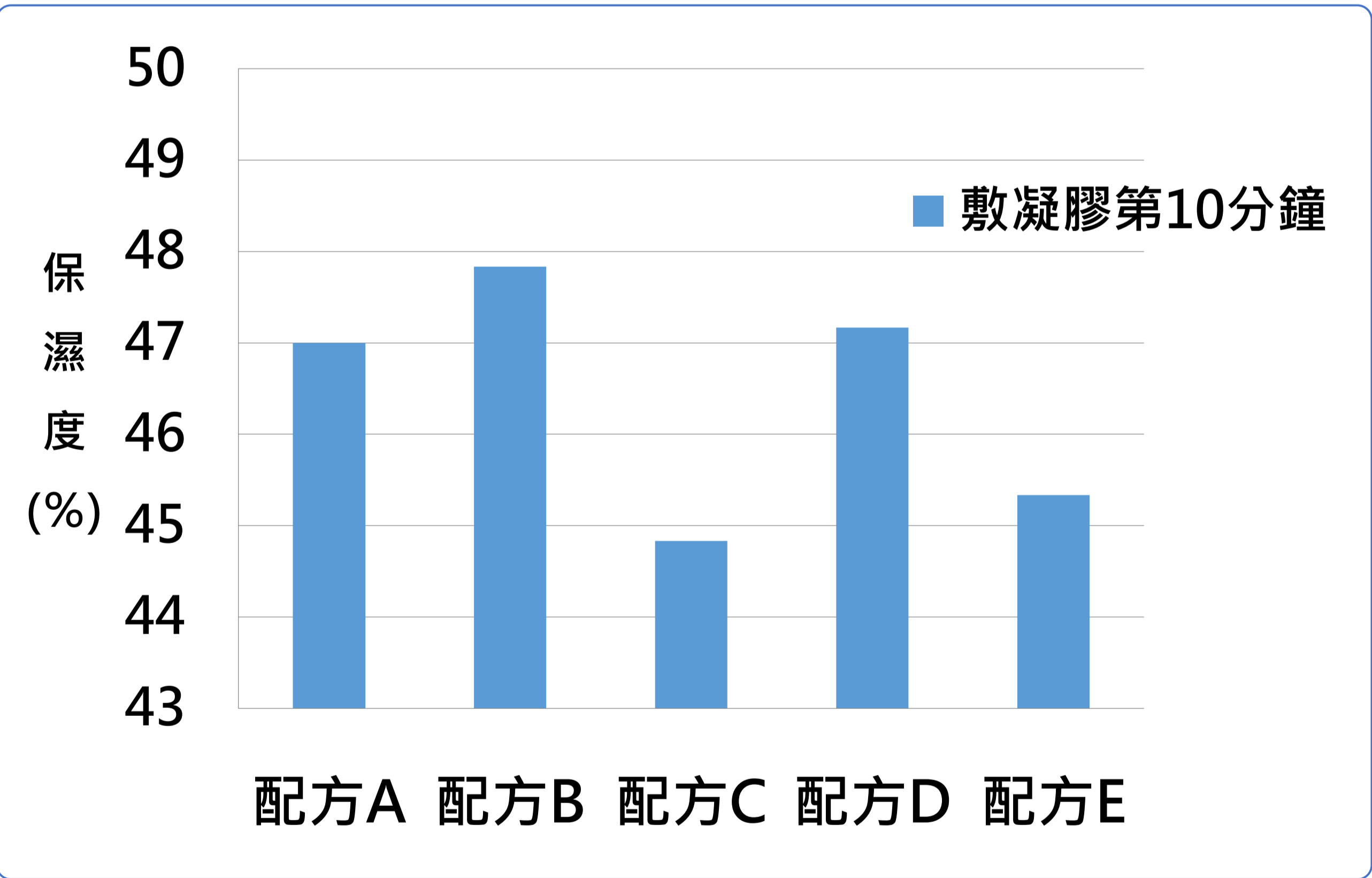
註2: 以上數據為測試八次取六次值之平均值，括號內為標準差

四、石花凝膠配方與蘆薈凝膠皮膚保濕功效之評估

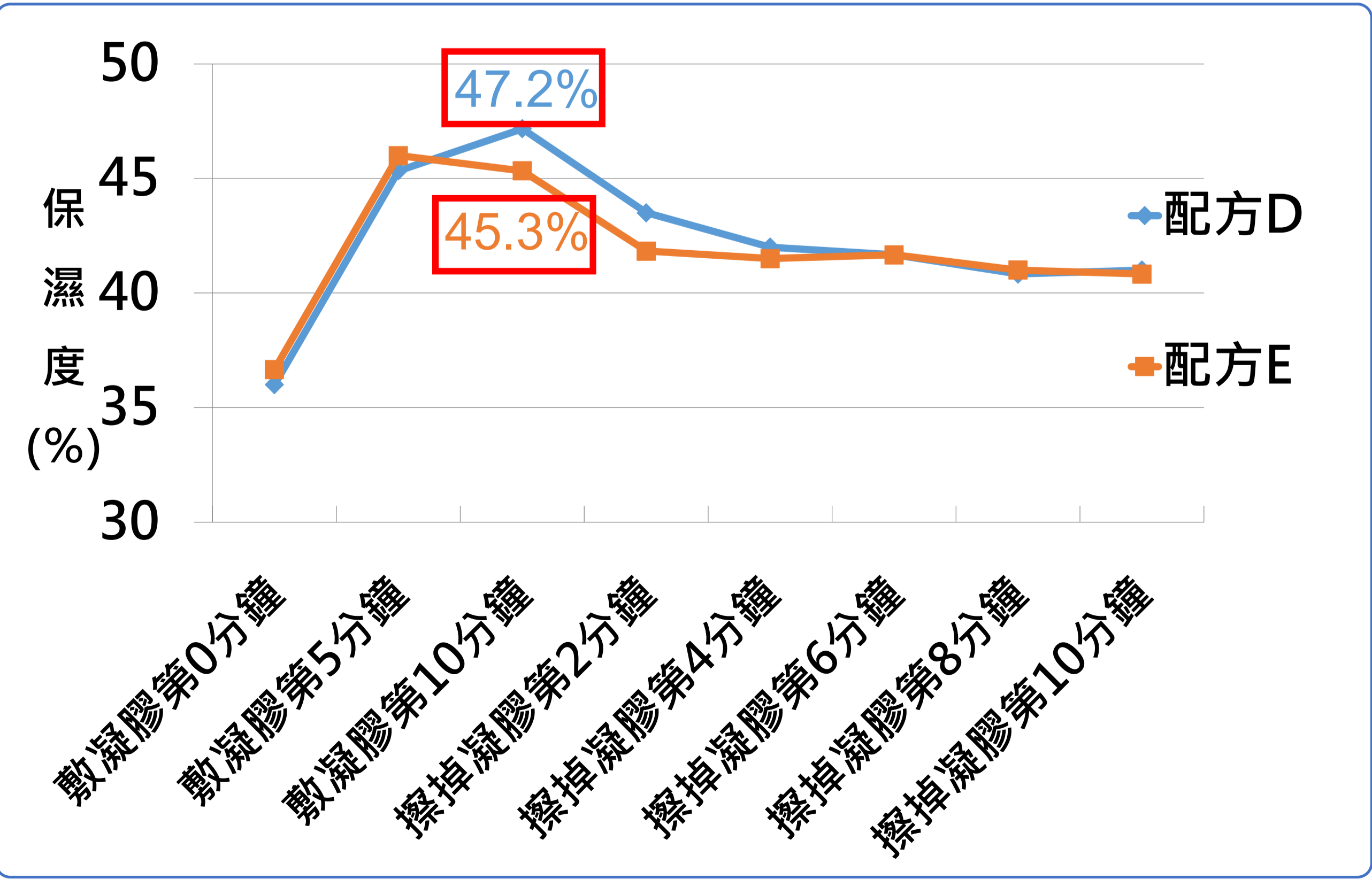
表四、自製凝膠配方表

配方	配方A	配方B	配方C	配方D	配方E
項目					
名稱	石花凝膠	石花凝膠	石花凝膠	石花凝膠	蘆薈凝膠
石花菜原液	40%	40%	40%	40%	0
蘆薈原液	0	0	0	0	1%
水	60%	50%	55%	45%	74%
冰晶凝膠	0	10%	0	10%	20%
甘油	0	0	5%	5%	5%

註: 以上所有配方皆參考書籍與市售配方所設計



圖五、石花凝膠配方與皮膚保濕功效之評估

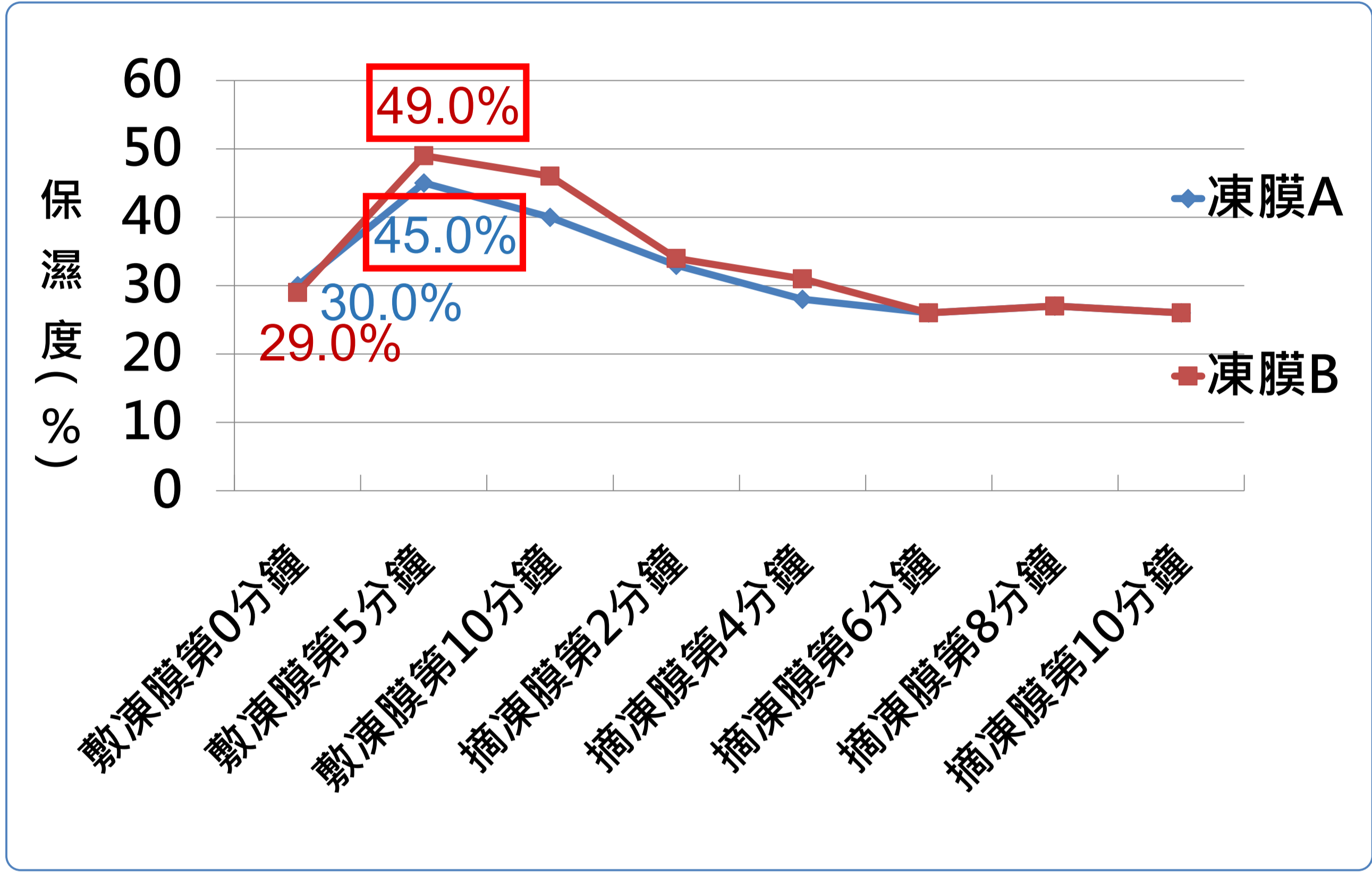


圖六、石花凝膠與蘆薈凝膠皮膚保濕功效之評估

五、石花凍膜製程與皮膚保濕功效評估

表五、石花凍膜烘製過程

圖片				
製程說明	石花菜原液	放進烘箱	溫度：50℃ 時間：40分鐘	溫度：50℃ 時間：5小時



註1: 凍膜A：1%石花凍膜

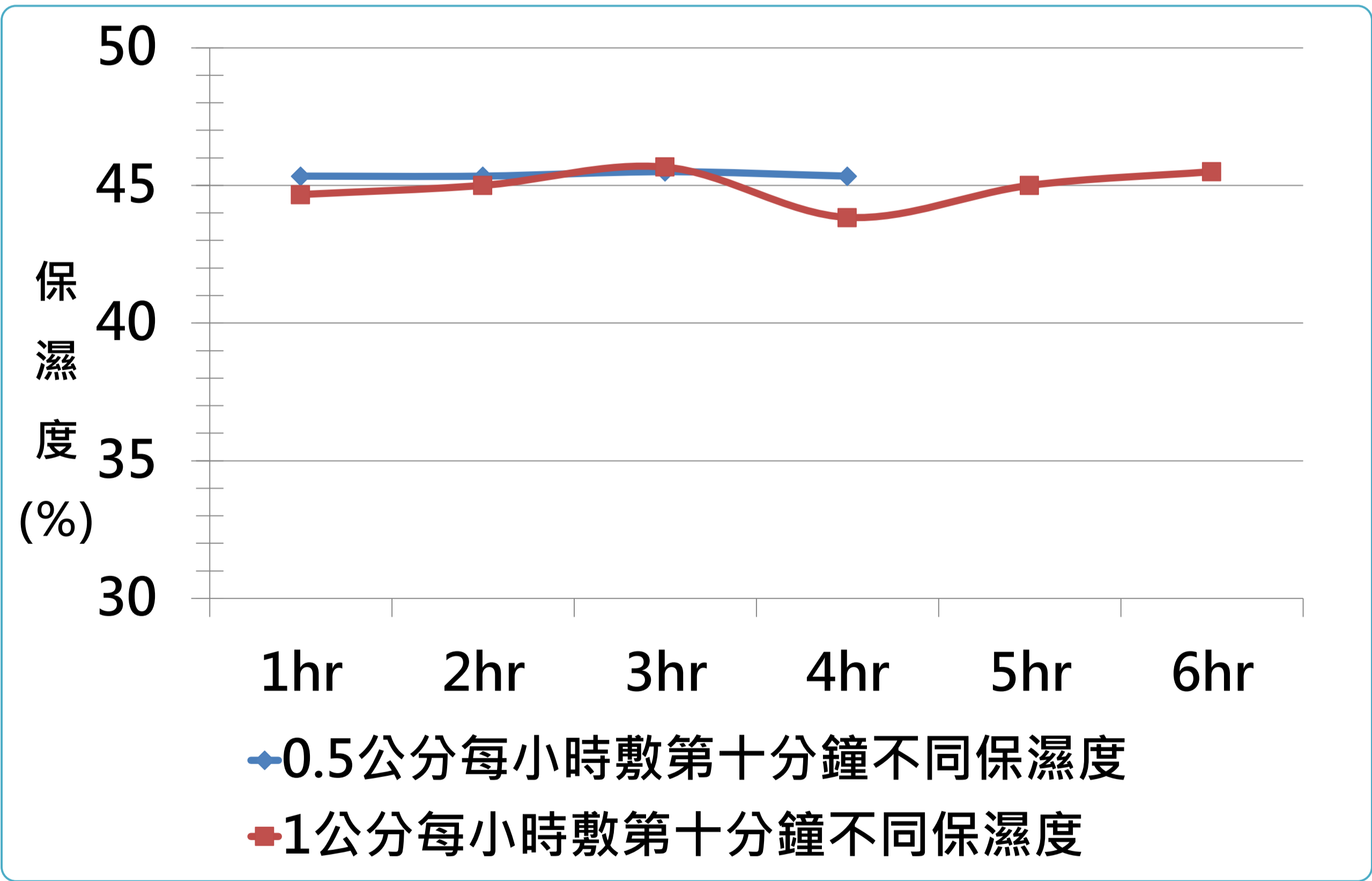
註2: 凍膜B：2%石花凍膜

圖七、石花凍膜皮膚保濕功效之評估

六、石花凍膜傷口敷料之應用性探討

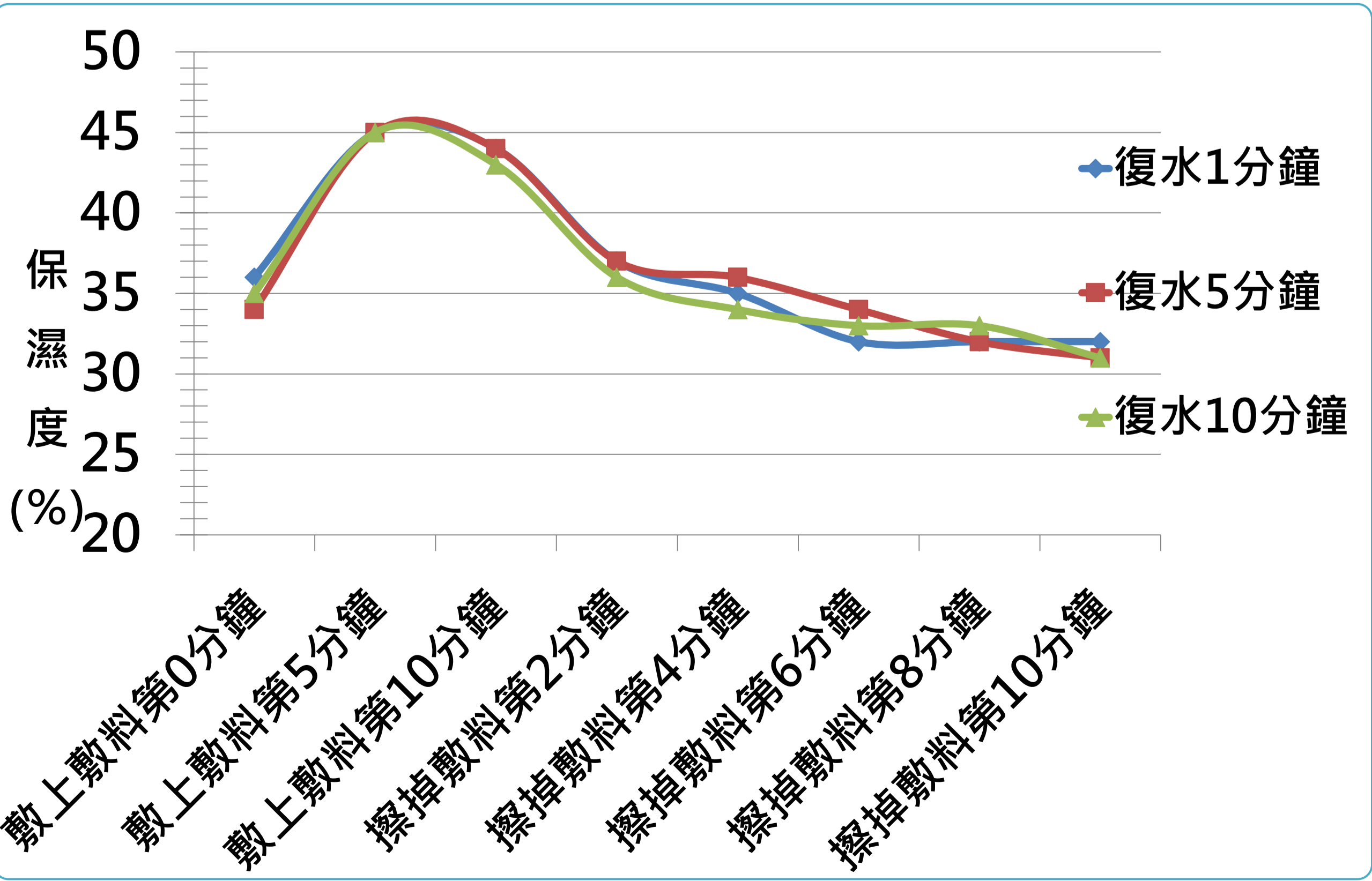
(一)石花凍膜傷口敷料之製程探討

1. 烘乾時間對不同厚度石花凍膜傷口敷料之保濕功效比較



圖八、烘乾時間對石花凍膜皮膚保濕功效之比較

2. 不同復水時間對石花凍膜傷口敷料皮膚保濕功效之影響



圖九、復水時間對石花凍膜皮膚保濕功效之評估

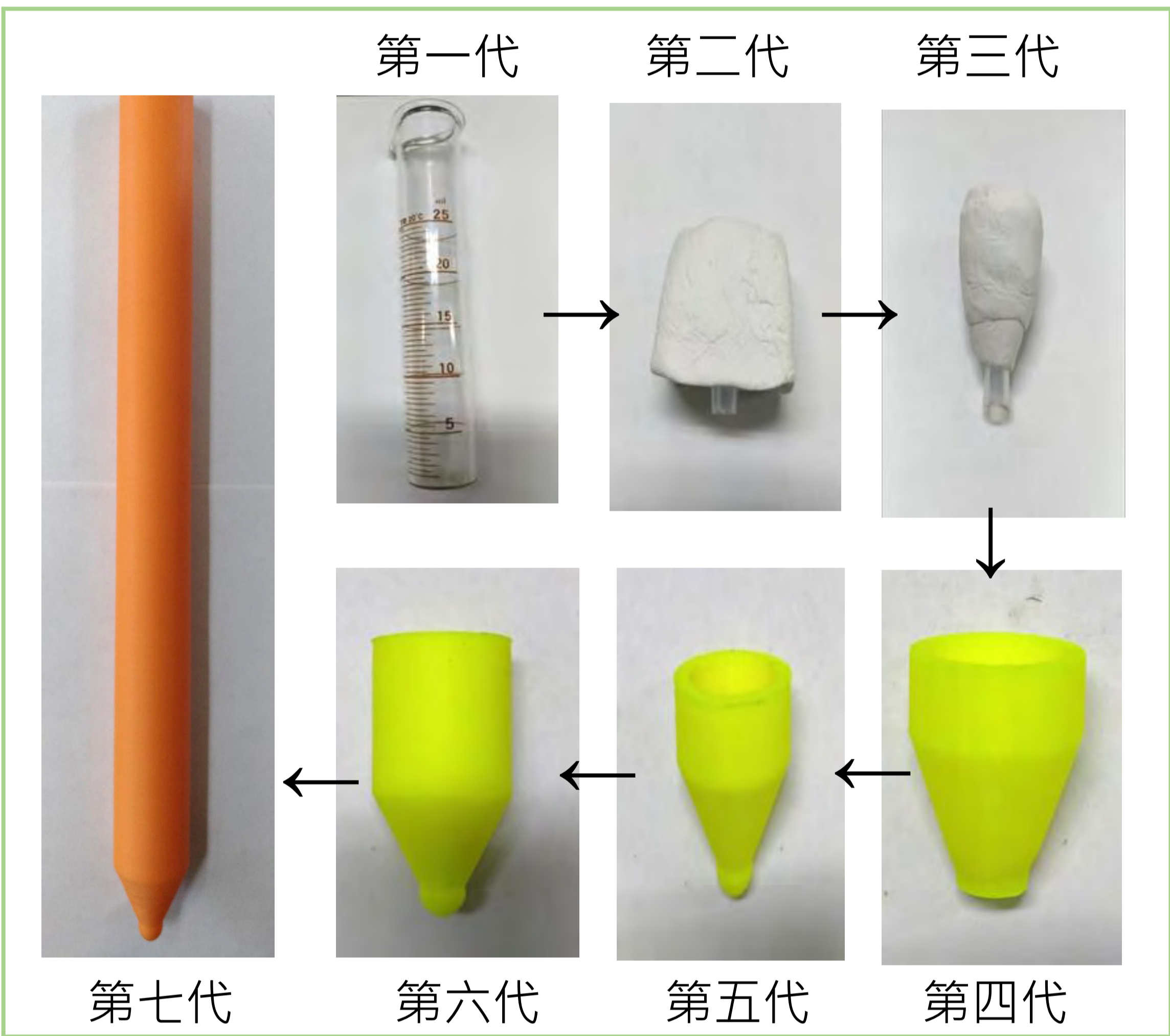
3. 不同水溫復水石花凍膜對皮膚保濕度之影響

表六、不同水溫復水石花凍膜對皮膚保濕之影響

時間 保濕 項目 度		敷凍膜			摘凍膜				
		第0分鐘	第5分鐘	第10分鐘	第2分鐘	第4分鐘	第6分鐘	第8分鐘	第10分鐘
石花凍膜	水溫8℃復水	33%	44%	40%	35%	33%	30%	31%	31%
	水溫24℃復水	35%	41%	41%	36%	35%	33%	31%	31%
	水溫40℃復水	36%	45%	44%	37%	35%	32%	32%	32%

(二)不同厚度之石花凍膜傷口敷料之膠強度比較

表七、自製簡易物性儀之探針管研究與演進



表八、不同厚度之石花敷料膠強度測定

敷料厚度項目	0.3公分	0.5公分	1.0公分
膠強度(g)	72.45	259.40	>419.08
敷料膜下降(cm)	1.4	1.6	1.5
石花敷料狀態	穿刺成功	穿刺成功	仍未穿刺成功

(三)透氣膠布密合度對凍膜敷料之保濕功效探討

表九、透氣膠布密合度對凍膜敷料之保濕功效探討

名稱	三層透氣膠(含凍膜)	兩層透氣膠(含凍膜)	一層透氣膠(含凍膜)
圖片			
0小時	26%	36%	37%
3小時	30%	38%	40%
6小時	30%	36%	40%

(四)石花凍膜傷口敷料在不同變因下之觀察記錄

表十、石花凍膜傷口敷料不同變因之觀察記錄

時間組別	放置0分鐘	放置10分鐘	放置1小時	放置6小時
對照組				
實驗組 A				
實驗組 B				

註1:實驗A為去皮後直接將石花凍敷料敷上

註2:實驗B為去皮後將石花凍敷料敷上再使用保鮮膜包覆

(五)石花凍膜成本計算與市售品牌做比較

表十一、凍膜成本計算與市售品牌做比較

石花凍膜 價錢 成本明細	厚度0.5公分	厚度1公分	市面上人工敷料
凍膜成本	0.78元	1.56元	-
烘箱電費	17.93元	25.10元	-
3M透氣膠帶	0.16元	0.16元	-
總價	18.87元	26.82元	45元

註:凍膜仿市面上品牌面積6X10=60 cm<sup>2</sup>

結論

- 一、石花菜乾料復水性佳，復水後的膠質量很多，且可反覆多次抽取，產值很高。
- 二、以平板加熱器煮沸後持續加熱60分鐘後，其黏度可比原來增加五倍以上。且以乾料與水比例1:25抽取，膠體可達最佳的產值。
- 三、在常溫下做海藻原液的觀察，石花菜膠(石花凍)的安定性最好，pH值沒有太大變化，第五天時仍有6.13。
- 四、在敷凝膠第十分鐘保濕比較中，石花凝膠(配方D)高於仿市售蘆薈凝膠(配方E)。
- 五、石花菜原液經過50℃烘乾5小時後，可得到片狀易保存海藻膜。再經復水後可形成海藻凍膜，敷在皮膚上5分鐘後，發現其保水度迅速提升10%至15%。
- 六、將石花凍直接裁切0.5公分厚度烘乾5小時，復水1分鐘，即可成為製作成本低、拉張力好、可服貼皮膚，維持較長時間的傷口敷料，是個極具開發潛力的海洋資源。