

# 中華民國第 55 屆中小學科學展覽會 作品說明書

---

國中組 生活與應用科學科

最佳團隊合作獎

030815

蒼不蒼防曬?—蘆薈應用在防曬乳可行性之研究

學校名稱：高雄市立五福國民中學

作者：  國二 曾俊諺  國二 黃楷媿  國二 莊軒宇	指導老師：  許芳雪  黃慧龍
---	-----------------------------

關鍵詞：蘆薈、防曬、蒽醌類物質

## 摘要

本研究主要是探討蘆薈的防曬效果。我們以蘆薈萃取液進行紫外線 UVA 和 UVB 照射，量測穿透的紫外線強度並計算相對遮蔽率及 SPF 值。

實驗結果證實蘆薈葉皮部分有很好的防曬效果，且蘆薈葉皮萃取液厚度愈厚及濃度愈高，皆可提升防曬效果。2~3 年無斑點蘆薈老葉的防曬效果也比有斑點蘆薈嫩葉好；上表皮液的防曬效果優於下表皮液，因為長期照射 UVB 可增加蒽醌類物質的含量(王紅星等，2010 年驗證此結果)；與蘆薈同樣含蒽醌類物質的決明子也有防曬效果。我們將蘆薈萃取液以冷凍乾燥法製成乾品進行薄層防曬係數量測，經日曬後第 1 小時防曬效果降低，之後便趨於定值。

最後，我們以蘆薈老葉上表皮萃取液添加 5%TiO<sub>2</sub> 防曬效果優於添加 5%ZnO，且與市售標示 SPF50+ 的防曬乳相當接近。

## 壹、 研究動機

有一次上課生物老師在介紹到蘆薈的時候，問同學知道蘆薈在生活中有那些功用？同學七嘴八舌地爭相回答，可以保濕、製作清潔劑…等，此時我就想到每次家人不小心燙傷的時候，都會拿蘆薈葉敷在燙傷部位，回家問了之後得知蘆薈有大家所熟知的鎮熱及保濕功效，進一步參考一些相關文獻後發現蘆薈有好多不同的功效，可內服兼外用，更意外的發現了從來沒聽過的功能—防曬，因此我們想要研究蘆薈防曬的效果，並希望能進一步應用在生活防曬用品中。

## 貳、文獻探討

### 一、蘆薈簡介

蘆薈為百合科 (Liliaceae)，蘆薈屬 (Aloe)。原產於地中海、非洲，為獨尾草科多年生草本植物。據考證的野生蘆薈品種 300 多種，主要分布於非洲等地。這種植物頗受大眾喜愛，主因其易於栽種，為花葉兼備的觀賞植物。可食用的品種只有六種，而當中具有藥用價值的主要有：

- (一)庫拉索蘆薈，分布於非洲北部、西印度群島，又名洋蘆薈、巴貝多蘆薈或翠葉蘆薈
- (二)好望角蘆薈，分布於非洲南部
- (三)元江蘆薈等

蘆薈有短莖、長莖；葉常綠，肥厚多汁，邊沿疏生有刺，葉片長漸尖，長達 15 至 40 公分，厚有 1.5 公分，草綠色；夏秋開花，總狀花序從葉叢中抽出，高達 60 至 90 公分，其中花序長達 20 公分，上有疏離排列的黃色小花；蒴果種子多數，不同的品種之間的形狀差異較大。

在台灣栽培最為普遍的是庫拉索蘆薈(*Aloe vera* (L.) Burm. f.)，在國外直接稱之為 Medicinal Aloe (藥用蘆薈)，足見其在人們心中的地位。庫拉索蘆薈幼株葉片表面帶有不規則的白色斑點，在除去表皮的操作過程中容易引起皮膚癢、發紅等過敏反應；2~3 年生的葉片顏色變深，葉片表面的斑點消失了，可以長到 50 公分以上，其膠質部豐厚，所含的刺激物質較少，比較不會引發過敏反應，適合作為藥用或食用。

據科學研究，發現蘆薈中有不少成分對人體皮膚有良好的營養滋潤作用，且刺激性少，用後舒適，對皮膚粗糙、面部皺紋、疤痕、雀斑、痤瘡等均有一定療效。至於輕度的撞傷、挫傷、香港腳、凍傷、皮膚龜裂、疣子等，都可以使用蘆薈來治療。

以下為蘆薈的藥理作用簡介：

- 1.殺菌作用：蘆薈酐(Aloetin)，是抗菌性很強的物質，能殺滅真菌、黴菌、細菌、病毒等病菌，抑制和消滅病原體的發育繁殖。
- 2.抗炎作用：蘆薈的緩激肽酶與血管緊張來聯合可抵抗炎症。

- 3.濕潤美容作用：蘆薈多醣和維生素對人體的皮膚有良好的營養、滋潤和增白作用。蘆薈大黃素等屬蒽醌甙物質，這類物質能使頭髮柔軟而有光澤、輕鬆舒爽。
  - 4.健胃下泄作用：蘆薈中的蘆薈大黃素甙(aloin)、蘆薈大黃素(emodin)等有效成分具增進食慾、大腸緩泄作用。服用蘆薈，能強化胃功能，增強體質，體質衰弱缺乏食慾的病危患者，服用蘆薈也能恢復食慾。
  - 5.強心活血作用：蘆薈中的異檸檬酸鈣等具有強心、促進血液循環、軟化硬化動脈、降低膽固醇含量、擴張毛細血管的作用，使血液循環暢通，減少膽固醇值，減輕心臟負擔，使血壓保持正常，清除血液中的「毒素」。
  - 6.免疫和再生作用：蘆薈大黃素 A、創傷激素和聚糖肽甘露(Ke-2)等具有抗病毒感染，促進傷口癒合復原的作用，有消炎殺菌、吸熱消腫、軟化皮膚、保持細胞活力的功能。
  - 7.免疫與抗腫瘤作用：蘆薈中的乙醯化葡甘聚糖、甘露聚糖、乙醯化甘露聚糖、aloe mannan、alocutin、alomicin 等具有提高免疫力和抑制、破壞異常細胞的生長的作用，進而達到抗癌目的。
  - 8.解毒作用：抗體蘆薈中的 aloetin alomicin 等成分具有分解生物體內有害物質的作用，還能消除生物體外部侵入的毒素。
  - 9.抗衰老作用：蘆薈中的黏液(mucin，就是蛋白質)，是以多醣類為核心成分，粘液類物質是防止細胞老化和治療慢性過敏的重要成分。
  - 10.鎮痛、鎮靜作用：手指腫痛、牙痛而難以忍受時，在患部貼上蘆薈生葉，能消除疼痛，神經痛、痛風、筋肉痛等，內服加外用蘆薈，也有鎮痛效果。蘆薈還能預防和治療宿醉、暈車、暈船等。
  - 11.防曬作用：蘆薈中天然蒽醌甙或蒽的衍生物，能吸收紫外線，防止皮膚紅、褐斑產生。
  - 12.防蟲、防腐作用：蘆薈汁液具有很好的消毒、防腐作用
  - 13.防臭作用：蘆薈具有防止腳、口、腋等體臭的作用
- 其中我們好奇於蘆薈的防曬效果究竟如何？而展開了我們的研究。

## 二、紫外線與防曬知識

太陽光中所含有的紫外線分為：(一)UVA：波長最長（315~400nm），穿透力最強，照射到地表的紫外光線 98%為 UVA。會深入肌膚的深層，傷害肌膚的真皮層，造成肌膚老化、

皺紋、黑斑、曬黑、曬紅。(二)UVB：波長居三者之中（280~315nm），照射到地表的紫外光線約 2%為 UVB。僅能達到肌膚的表皮，造成肌膚的曬傷、曬紅、皺紋、黑斑及皮膚癌。(三)UVC：波長最短（100~280nm），在大氣中就已經被臭氧層給吸收、散射掉了，所以無法到達地面。紫外線不僅會破壞皮膚的膠原蛋白和彈性纖維，且刺激自由基的產生，促使黑斑、皺紋加速生成及老化，且皮膚長期受紫外線刺激，發生皮膚癌的機率非常高，因此依紫外線照射量的強弱，做正確適當的防護措施，才能保有健康的肌膚。



(圖 1：取自網路資料，防曬知識網 [http://www.unsun.com.tw/knowledge\\_uv02.html](http://www.unsun.com.tw/knowledge_uv02.html))

(一)防曬係數：SPF (Sun Protection Factor)

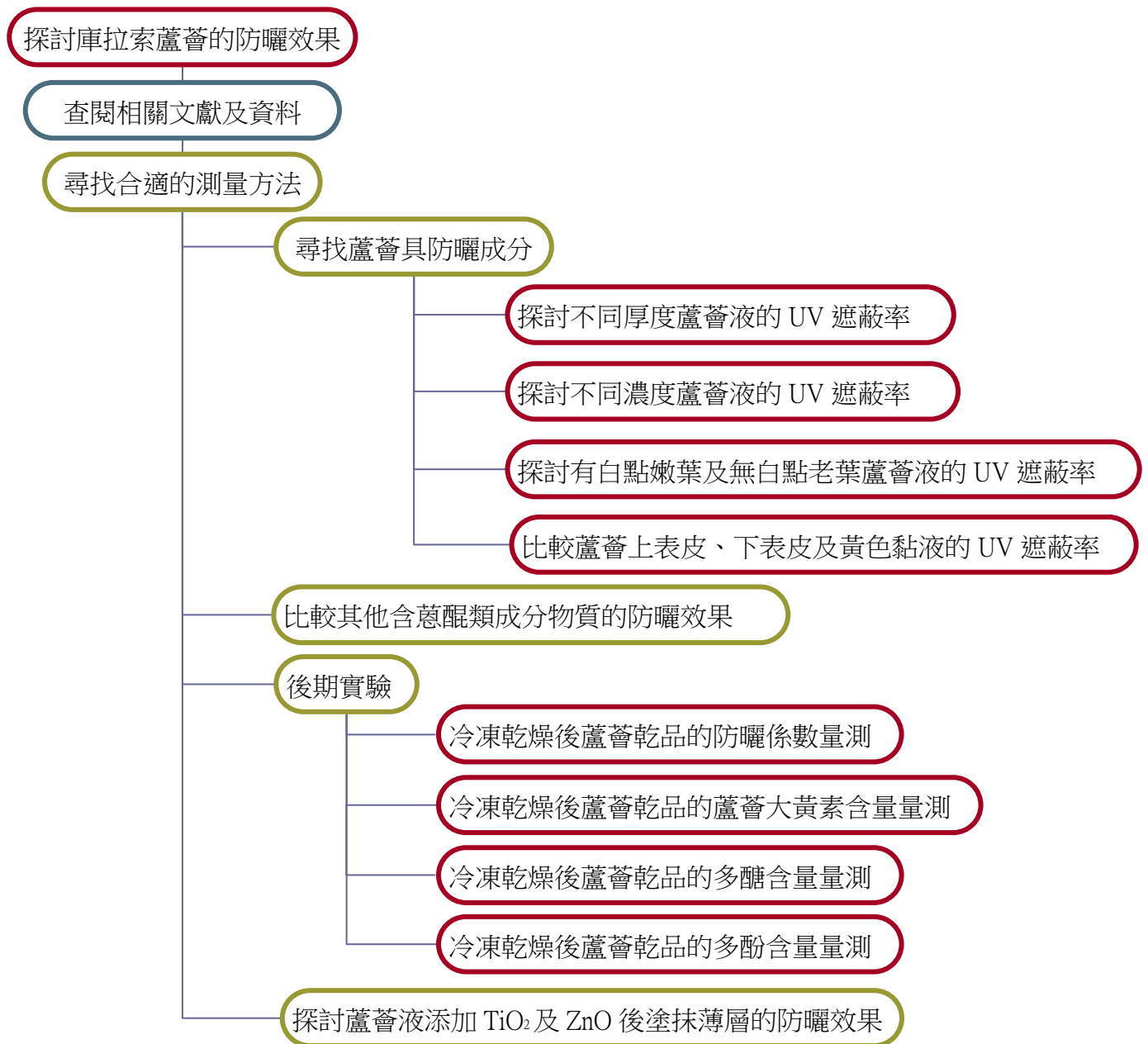
市面上各種防曬產品所標榜的 SPF 值是表示防止 UVB 傷害的防曬效果數值，SPF 防曬係數的數值適用於每一個人，其計算方法是：假設紫外線的強度不會因時間改變，沒有任何防曬措施的人如果待在陽光下 20 分鐘後皮膚會變紅，當他使用 SPF15 的防曬品時，表示可延長 15 倍的時間，也就是在 300 分鐘後皮膚才會被曬紅。SPF 值與 UVB 遮蔽率換算公式為**遮蔽率(%)= (SPF-1)/SPFx100%**。

(二)遮蔽率：PA 值 (Protection Grade of UVA)

另外標示的 PA 值是指防止 UVA 到何種程度的指標，防禦效果被區分為三級，PA+表示有效、PA++表示相當有效、PA+++表示非常有效。防曬作用又分為：

- 1.物理性防曬：利用反射原理，單純的將不要的紫外線彈回去（例如： $TiO_2$ 、 $ZnO$  等），可以阻隔掉紫外線與可見光，防曬效果佳。
- 2.化學性防曬：防曬因子本身就可以吸收掉紫外線，將之轉化成熱能，其成分又細分為以吸收 UVA 或 UVB 兩大類。

## 參、 研究架構



## 肆、 研究目的

研究一：尋找蘆薈具防曬成分的部位

探討 1、初步觀察及量測實驗

探討 2、不同厚度蘆薈液的 UV 遮蔽率

研究二：探討不同濃度蘆薈液的 UV 遮蔽率

研究三：探討有白點嫩葉及無白點老葉蘆薈液的 UV 遮蔽率

研究四：比較蘆薈上表皮、下表皮及黃色黏液的 UV 遮蔽率

研究五：比較其他含蒽醌類物質的植物防曬效果

研究六：取冷凍乾燥蘆薈葉粉末測量其防曬係數與大黃素、多醣及多酚含量

研究七：探討蘆薈液添加  $\text{TiO}_2$  及  $\text{ZnO}$  後塗抹薄層的防曬效果

## 伍、 研究器材與設備

庫拉索蘆薈葉 	決明子 	二氧化鈦 $\text{TiO}_2$ 	氧化鋅 $\text{ZnO}$ 	95%藥用酒精 	蘆薈大黃素 
試管架 	小刀 	滴管 	研鉢 	濾網 	
燒杯 	培養皿 	離心管 	人工皮 	果汁機 	
自製量厚度容器 	變色鏡片 	電子天平 	紫外線強度計 (Lutron YK-35UV) 	紫外線燈管 	
超音波機 	紫外線燈箱 	電動離心機(CENTRIFUGE LF-15CD) 	烘箱(YIHDER LM-400D) 		
自製薄層量測板 	分光光度計 	防曬係數測定儀 	冷凍乾燥機 		

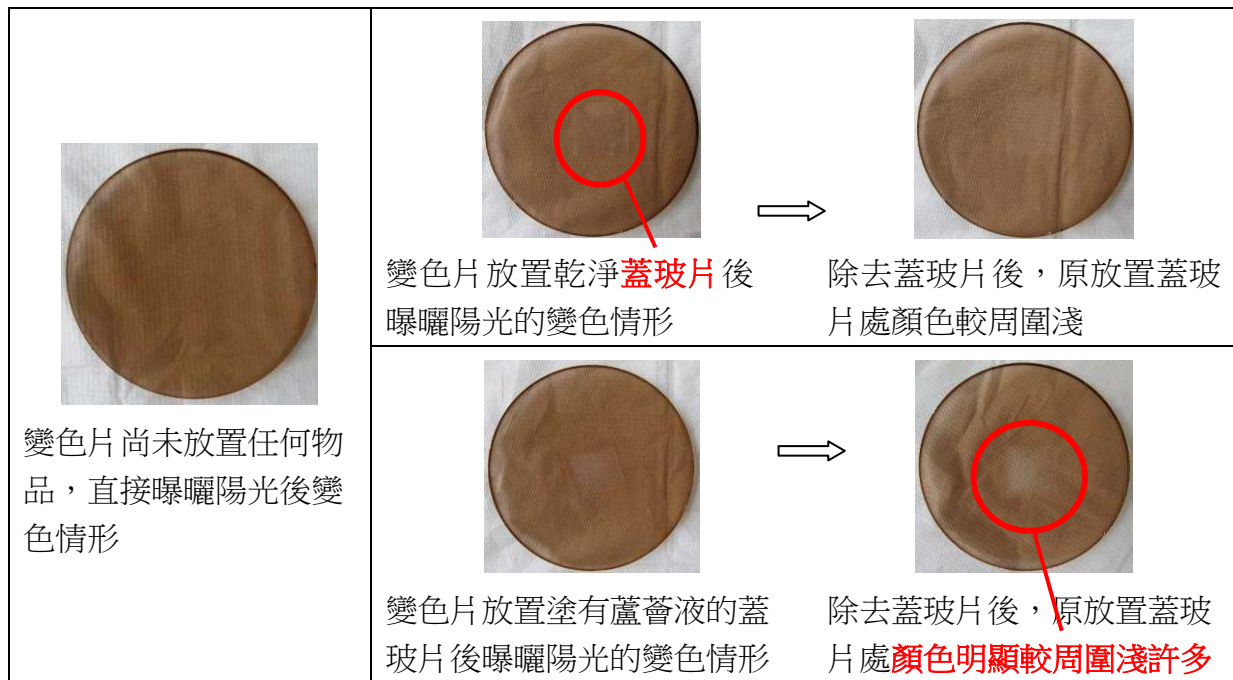
## 陸、 研究過程及結果討論

### 研究一：尋找蘆薈具防曬成分的部位

當我們摘取新鮮蘆薈葉時，看到從斷裂處流出的汁液逐漸變黃，甚至放在桌上經過 1~2 天時間會有變紅的現象；仔細觀察後發現變色的汁液是從綠色葉皮處滲出，因此將葉皮及葉肉分離後分別實驗。查閱坊間對防曬效果標示，SPF 值是對 UVB 的防護效果，而對 UVA 的遮蔽效果則以 PA+表示有效、PA++表示相當有效、PA+++表示非常有效。為了對 UVA 及 UVB 的遮蔽效果有一致性的比較，因此皆採用相同的遮蔽率計算方式。

#### 探討 1、初步觀察及量測實驗





初步實驗:我們將蘆薈汁液塗在蓋玻片再放到變色鏡片上，移至太陽下曝曬，觀察到鏡片顏色變最深色後，迅速放置陰影下並移開蓋玻片拍照，可看出原放置蓋玻片處的顏色較淺，證實蘆薈具有隔離紫外線的效果。



#### 一、實驗過程：

1. 摘取新鮮庫拉索蘆薈葉片	2. 將葉皮及葉肉分離	3. 以果汁機打碎均質	4. 以離心機 3500rpm 離心 120 分鐘
			



<p>5.將空測試容器置於紫外線強度計 sensor 上</p> 	<p>6.分別開啟紫外線燈 UVA、UVB 及紫外線強度計，量測此時讀數 <math>A_1</math>(UVA)及 <math>B_1</math>(UVB)</p> 	<p>7.裝入離心後上層透明澄清液於測試容器中，置於紫外線強度計 sensor 上</p> 	<p>8.放入紫外線燈箱後，分別開啟紫外線燈 UVA、UVB 及紫外線強度計，量測讀數 <math>A_2</math>(UVA)及 <math>B_2</math> (UVB)</p> 
<p>9.分別計算：</p> <p>(1)紫外線 UVA 遮蔽率 PA：<math>PA = \frac{A_1 - A_2}{A_1} \times 100\%</math></p> <p>(2)紫外線 UVB 遮蔽率 PB：<math>PB = \frac{B_1 - B_2}{B_1} \times 100\%</math></p>		<p>10.依遮蔽率 <math>P = \frac{SPF - 1}{SPF} \times 100\%</math></p> <p>求出相對應之 <math>SPF = \frac{1}{1 - P} = \frac{A_1}{A_2} = \frac{B_1}{B_2}</math></p>	

二、實驗結果：

(一)實驗數據：

量測物質種類 及厚度 物理量	空容器	水		蘆薈葉肉液		蘆薈葉皮液	
		5mm	10mm	5mm	10mm	5mm	10mm
UVA(mW/cm <sup>2</sup> )	0.309	0.311	0.329	0.223	0.093	0.005	0
PA(%)		-0.65	-6.47	27.83	69.90	98.38	100.00
SPF(UVA)		0.99	0.94	1.39	3.32	61.80	完全遮蔽
UVB(mW/cm <sup>2</sup> )	0.193	0.224	0.234	0.123	0.039	0	0
PB(%)		-16.06	-21.24	36.27	79.79	100.00	100.00
SPF(UVB)		0.86	0.82	1.57	4.95	完全遮蔽	完全遮蔽

表 1-1：不同量測物的紫外線穿透強度量測結果及遮蔽率與防曬係數 SPF 的計算結果

(二)關係圖：

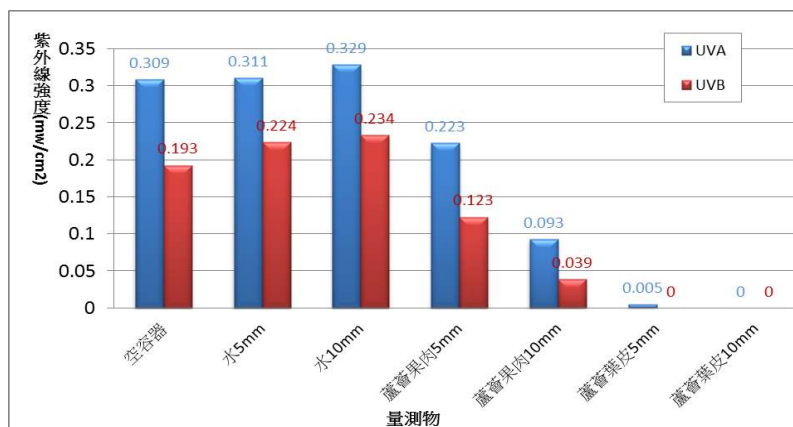


圖 1-1：各種量測物的紫外線 UVA 及 UVB 穿透強度量測結果關係圖

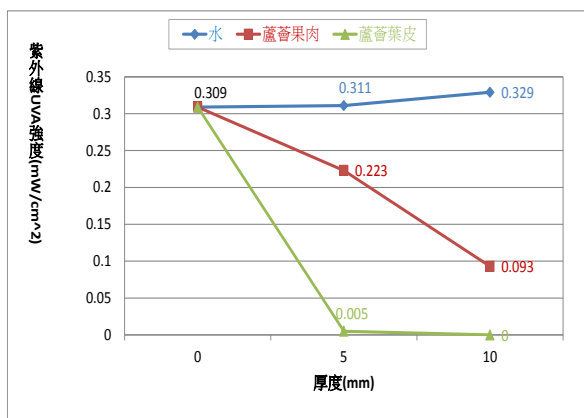


圖 1-2：不同厚度的水、蘆薈葉肉及蘆薈葉皮紫外線 UVA 穿透強度量測結果關係圖

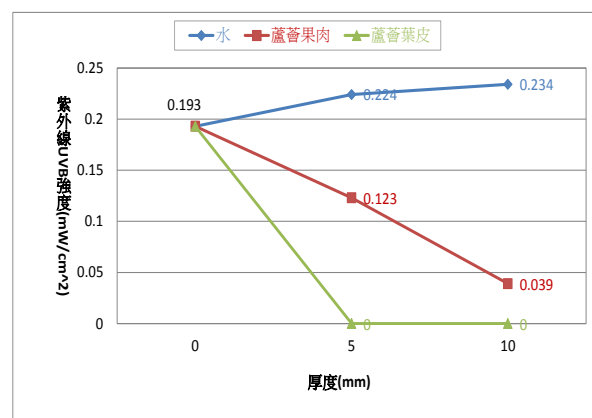


圖 1-3：不同厚度的水、蘆薈葉肉及蘆薈葉皮紫外線 UVB 穿透強度量測結果關係圖

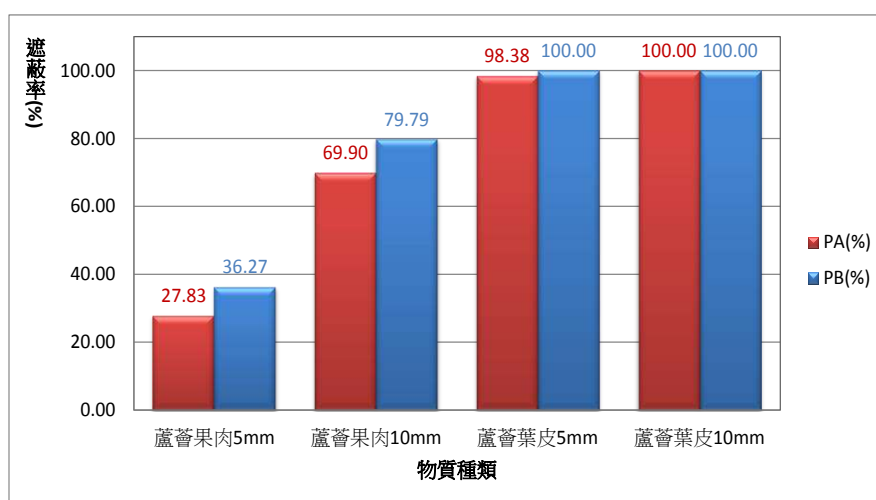


圖 1-4：不同厚度蘆薈葉肉及葉皮與紫外線遮蔽率關係圖

### 三、討論：

- (一)我們初步將有白點的庫拉索蘆薈嫩葉葉肉及葉皮分離後分別均質並離心，取離心後上層溶液進行實驗。發現葉肉及葉皮均有遮蔽紫外線 UVA 及 UVB 的效果，其中以蘆薈葉皮的紫外線遮蔽效果較佳。5mm 的蘆薈葉皮液就可以阻隔 98.83% 的 UVA 及完全阻隔 UVB。
- (二)實驗過程中，發現塑膠透明無色測試空容器本身就有些許紫外線阻隔效果，好奇是不是水本身就可以遮蔽紫外線？所以也進行不同水量高度的紫外線穿透強度量測，意外發現裝水愈多，UVA 及 UVB 的穿透強度愈強，關於這個發現留待之後有機會再探討。
- (三)生活中的防曬乳液等防曬物品常以防曬係數 SPF 標示其對 UVB 的防護效果，查閱相關資料後，找到遮蔽率與 SPF 的關係式如下：遮蔽率(%)= $\frac{SPF - 1}{SPF} \times 100\%$ 。也就是說，遮

蔽率愈高、防曬係數愈大。(如圖 1-5 所示)

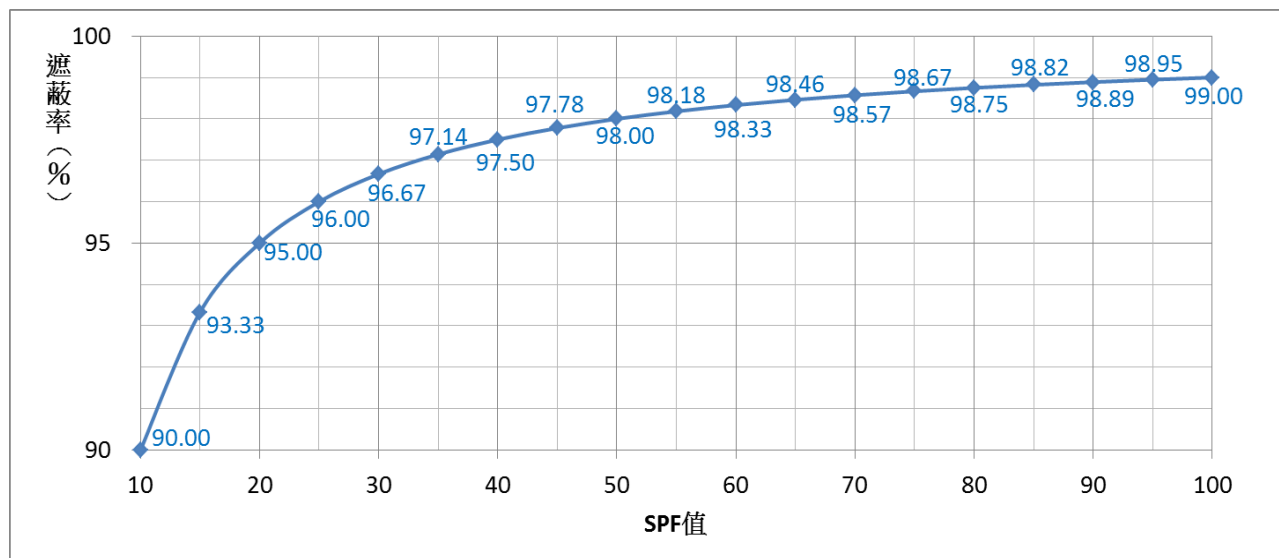


圖 1-5：遮蔽率與 SPF 值的關係圖

(四)實驗結果顯示，5~10mm 的蘆薈葉肉液對 UVA 的 SPF 值約 1.39~3.32、對 UVB 的 SPF 值約 1.57~4.95；而 5~10mm 的蘆薈葉皮液對 UVA 的 SPF 值約 61.8~完全遮蔽，比起市售 SPF 值標示最高為 50 的防曬用品的防曬效果佳；其對 UVB 的 SPF 值則完全遮蔽。

### 探討 2、不同厚度蘆薈液的 UV 遮蔽率

由探討 1 的實驗結果發現：5mm 的蘆薈葉皮液可以阻隔 98.83% 的 UVA 及完全阻隔 UVB，生活中我們當然不可能塗上這麼厚的防曬乳出門，因此進一步探討厚度為 1mm、2mm、3mm、4mm、5mm 蘆薈液對紫外線的遮蔽率關係。

一、實驗結果：

(一)實驗數據：

蘆薈葉皮液厚度(mm)	0	1	2	3	4	5
物理量						
UVB(mW/cm <sup>2</sup> )	0.905	0.302	0.000	0.000	0.000	0.000
UVA(mW/cm <sup>2</sup> )	1.305	0.363	0.003	0.002	0.000	0.000
SPF(UVB)		3.00	完全遮蔽	完全遮蔽	完全遮蔽	完全遮蔽
SPF(UVA)		3.60	435.00	652.50	完全遮蔽	完全遮蔽
PB(%)		66.63	100.00	100.00	100.00	100.00
PA(%)		72.18	99.77	99.85	100.00	100.00

表 1-2：不同厚度蘆薈葉皮液紫外線穿透強度量測結果及遮蔽率與防曬係數 SPF 的計算結果

蘆薈葉肉液厚度(mm) 物理量	0	1	2	3	4	5
UVB(mW/cm <sup>2</sup> )	0.721	0.412	0.328	0.11	0.07	0.025
UVA(mW/cm <sup>2</sup> )	1.309	0.883	0.507	0.189	0.157	0.125
SPF(UVB)		2.20	2.76	8.23	12.93	36.20
SPF(UVA)		1.48	2.57	6.90	8.31	10.44
PB(%)		54.48	63.76	87.85	92.27	97.24
PA(%)		32.34	61.15	85.52	87.97	90.42

表 1-3：不同厚度蘆薈葉肉液紫外線穿透強度量測結果及遮蔽率與防曬係數 SPF 的計算結果

(二)關係圖：

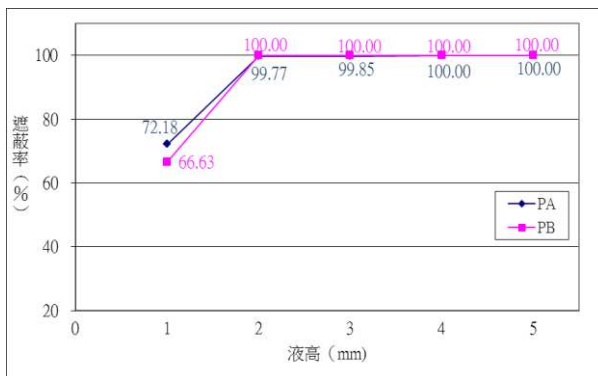


圖 1-6：不同厚度蘆薈葉皮液與紫外線遮蔽率關係圖

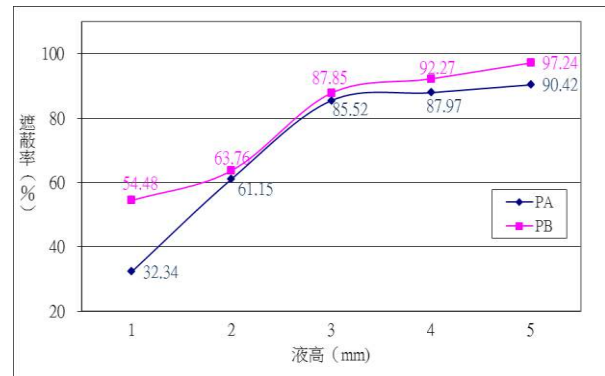


圖 1-7：不同厚度蘆薈葉肉液與紫外線遮蔽率關係圖

二、討論：

(一)當萃取液厚度為 5mm 時，不論葉肉液或葉皮液都可以阻隔 90%左右的紫外線。而 1mm 的蘆薈葉皮液也可阻隔 66%以上的紫外線。

(二)將蘆薈葉皮液與葉肉液比較，可以明顯發現葉皮的防曬效果比葉肉好。從以上實驗中，我們可以得知蘆薈主要防曬成分在葉皮部分。

(三)結果顯示蘆薈中確實含有具防曬作用的成分。

## 研究二：探討不同濃度蘆薈液的 UV 遮蔽率

由研究一的實驗結果顯示:要對紫外線有 100%的遮蔽效果至少要塗上 2mm 厚的蘆薈葉皮液，是否能藉由提高濃度來減少厚度?

因此我們取 100g 的蘆薈葉皮加 200ml 的蒸餾水→以果汁機均質→以濾網過濾→將濾液裝

入離心管→以 3500rpm 離心 120 分鐘→取上層澄清液當標準液→取部分標準液用烘箱烘乾去除部分水分濃縮至 143%後→再分別以濃縮液:水體積比為 6:0、6:1、6:2、6:3、6:4，以 1mm 厚度進行紫外線實驗。

## 一、實驗結果：

### (一)實驗數據：

濃縮液:水體積比	6:4	6:3	6:2	6:1	6:0
濃度(%)	86	95	107	122	143
UVA(mW/cm <sup>2</sup> )	0.047	0.019	0.009	0.001	0.000
PA(%)	96.19	98.46	99.27	99.92	100.00
SPF(UVA)	26.28	65.00	137.22	1235.00	完全遮蔽
UVB(mW/cm <sup>2</sup> )	0.012	0.003	0.000	0.000	0.000
PB(%)	98.32	99.58	100.00	100.00	100.00
SPF(UVB)	59.58	238.33	完全遮蔽	完全遮蔽	完全遮蔽

表 2-1:不同濃度蘆薈葉皮液的紫外線穿透強度量測結果及遮蔽率與防曬係數 SPF 的計算結果

### (二)關係圖：

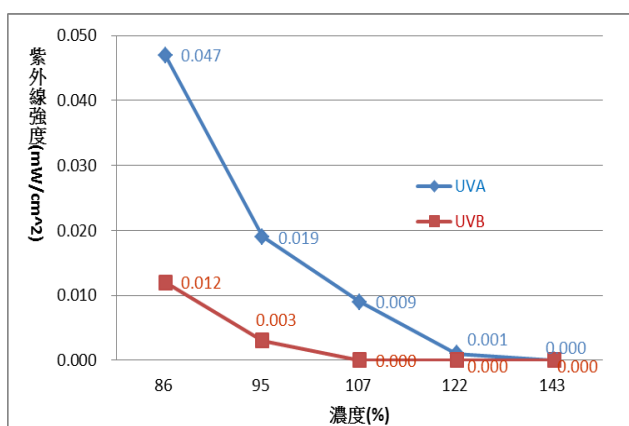


圖 2-1：不同濃度蘆薈葉皮液與紫外線穿透強度關係圖

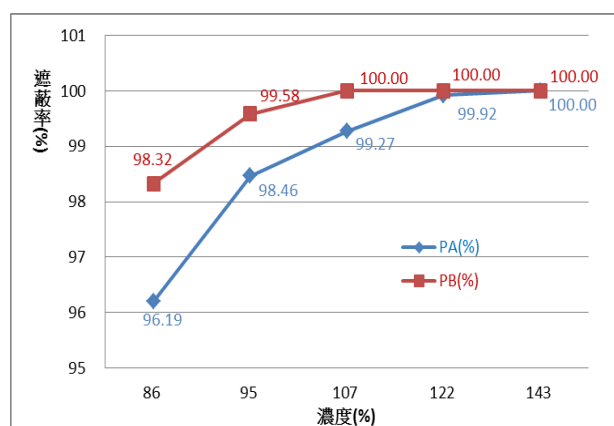


圖 2-2：不同濃度蘆薈葉皮液與紫外線遮蔽率關係圖

## 二、討論：

(一)由關係圖 2-2 顯示:蘆薈葉皮液的濃度愈高,對 UVA 及 UVB 的遮蔽效果愈好,且對 UVB 的遮蔽又優於對 UVA 的遮蔽。因此提升濃度確實可以提高防曬效果。

(二)我們發現 86%的蘆薈葉皮液就已經相當於 SPF59 了,而 107%可完全遮蔽 UVB,如果要完全遮蔽 UVA 則需 143%濃縮液。

### 研究三：探討有斑點嫩葉及無斑點老葉蘆薈液的 UV 遮蔽率

在摘取蘆薈時發現有些蘆薈葉皮表面有白色斑點，有些則無，查了關於蘆薈的相關介紹後得知，這和蘆薈的”年齡”有關；新生的蘆薈嫩株葉片有明顯的白色斑點，當成長 2~3 年後斑點會逐漸褪去，而此時所含的刺激物質較少，比較不會引發過敏反應，適合作為藥用或食用。因此我們想進一步研究有斑點嫩葉及無斑點老葉蘆薈液的防曬效果，畢竟防曬成分是否會造成皮膚過敏也是很重要的一環。

#### 一、實驗步驟：

- (一)分別取 100g 的有斑點蘆薈嫩葉皮及無斑點蘆薈老葉皮加 200ml 的蒸餾水
- (二)以果汁機均質後以濾網過濾
- (三)將濾液裝入離心管，再以 3500rpm 離心 120 分鐘
- (四)取上層澄清液進行紫外線穿透強度量測實驗。

#### 二、實驗結果：

##### (一)實驗數據：

蘆薈葉皮液厚度(mm) 物理量	0	1	2	3	4	5
UVA(mW/cm <sup>2</sup> )	1.235	0.072	0.000	0.000	0.000	0.000
PA(%)		94.17	100.00	100.00	100.00	100.00
SPF(UVA)		17.15	完全遮蔽	完全遮蔽	完全遮蔽	完全遮蔽
UVB(mW/cm <sup>2</sup> )	0.715	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000
PB(%)		99.02	100.00	100.00	100.00	100.00
SPF(UVB)		102.14	完全遮蔽	完全遮蔽	完全遮蔽	完全遮蔽

表 3-1:無斑點蘆薈葉皮液的紫外線穿透強度量測結果及遮蔽率與防曬係數 SPF 的計算結果

蘆薈葉皮液厚度(mm) 物理量	0	1	2	3	4	5
UVA(mW/cm <sup>2</sup> )	1.338	0.792	0.377	0.261	0.158	0.076
PA(%)		40.81	71.82	80.49	88.19	94.32
SPF(UVA)		1.69	3.55	5.13	8.47	17.61
UVB(mW/cm <sup>2</sup> )	0.781	0.621	0.277	0.161	0.065	0.018
PB(%)		20.49	64.53	79.39	91.68	97.70
SPF(UVB)		1.26	2.82	4.85	12.02	43.39

表 3-2:有斑點蘆薈葉皮液的紫外線穿透強度量測結果及遮蔽率與防曬係數 SPF 的計算結果

(二)關係圖：

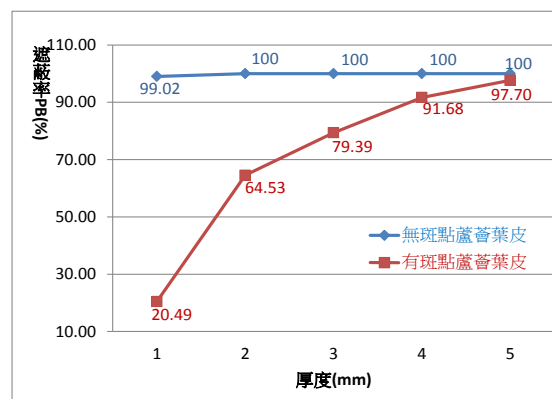
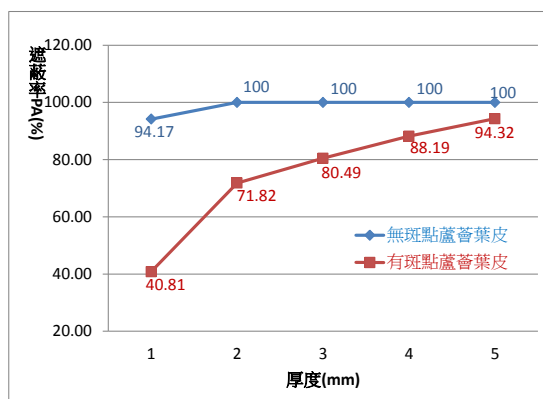


圖 3-1:有無斑點蘆薈葉皮液與紫外線 UVA 遮蔽率關係圖

圖 3-2:有無斑點蘆薈葉皮液與紫外線 UVB 遮蔽率關係圖

三、討論：

- (一)為了有一致比較標準，我們皆以 100g 葉皮+200g 蒸餾水均質後離心，取上層澄清液進行實驗。
- (二)由關係圖 3-1 及圖 3-2 皆可看出無斑點蘆薈葉皮液對 UVA 及 UVB 的防護遮蔽效果明顯比有斑點的嫩葉好，2mm 時就可達完全遮蔽效果。
- (三)因此如果要以蘆薈葉製成防曬品，建議挑選 2~3 年以上葉片無斑點的蘆薈葉。

#### 研究四：比較蘆薈上表皮、下表皮及黃色黏液的 UV 遮蔽率

上表皮和下表皮及葉皮與葉肉交界處流出之黃色黏液的防曬效果是否相同呢?因此我們拿蘆薈老葉上表皮萃取液、下表皮萃取液及黃色黏液來做比較。

一、實驗步驟：

- (一)分別切取蘆薈葉上表皮及下表皮洗淨擦乾後，以質量比葉皮:蒸餾水=1:2 混合
- (二)以果汁機均質後以濾網過濾
- (三)將濾液裝入離心管，再以 3500rpm 離心 120 分鐘
- (四)取上層澄清液進行紫外線穿透強度量測實驗。
- (五)切取整片蘆薈液後，取葉皮及葉肉間流出之黃色黏液，以體積比黃色黏液:蒸餾水=1:5 混合(因黏液太黏稠，所以加水至以滴管易吸取為止)，進行步驟(四)。

## 二、實驗結果：

### (一)實驗數據：

上表皮液厚度(mm)	0	1	2	3	4	5
UVA 平均值(mW/cm <sup>2</sup> )	1.679	1.024	0.322	0.113	0.039	0.017
標準差	0.003	0.008	0.002	0.000	0.002	0.001
PA(%)		38.98	80.80	93.27	97.70	98.97
SPF(UVA)		1.64	5.21	14.86	43.41	96.85
UVB 平均值(mW/cm <sup>2</sup> )	0.928	0.404	0.119	0.024	0.007	0.001
標準差	0.039	0.010	0.000	0.001	0.001	0.001
PB(%)		56.41	87.14	97.41	99.25	99.93
SPF(UVB)		2.29	7.77	38.65	132.52	1391.50

表 4-1: 蘆薈老葉上表皮液的紫外線穿透強度量測結果及遮蔽率與防曬係數 SPF 的計算結果

下表皮液厚度(mm)	0	1	2	3	4	5
UVA 平均值(mW/cm <sup>2</sup> )	1.541	0.928	0.883	0.438	0.204	0.153
標準差	0.003	0.010	0.035	0.014	0.001	0.004
PA(%)		39.77	42.69	71.60	86.79	90.07
SPF(UVA)		1.66	1.74	3.52	7.57	10.07
UVB 平均值(mW/cm <sup>2</sup> )	0.993	0.531	0.381	0.151	0.070	0.036
標準差	0.016	0.010	0.001	0.014	0.008	0.004
PB(%)		46.56	61.66	84.79	92.98	96.37
SPF(UVB)		1.87	2.61	6.58	14.25	27.58

表 4-2: 蘆薈老葉下表皮液的紫外線穿透強度量測結果及遮蔽率與防曬係數 SPF 的計算結果

黃色黏液厚度(mm)	0	1	2	3	4	5
UVA 平均值(mW/cm <sup>2</sup> )	1.454	0.495	0.068	0.000	0.000	0.000
標準差	0.026	0.012	0.002	0.000	0.000	0.000
PA(%)		65.98	95.30	99.98	100.00	100.00
SPF(UVA)		2.94	21.28	4362.00	完全遮蔽	完全遮蔽
UVB 平均值(mW/cm <sup>2</sup> )	1.002	0.125	0.041	0.000	0.000	0.000
標準差	0.001	0.008	0.002	0.000	0.000	0.000
PB(%)		87.49	95.87	100.00	100.00	100.00
SPF(UVB)		7.99	24.24	完全遮蔽	完全遮蔽	完全遮蔽

表 4-3: 蘆薈老葉黃色黏液的紫外線穿透強度量測結果及遮蔽率與防曬係數 SPF 的計算結果



(二)關係圖：

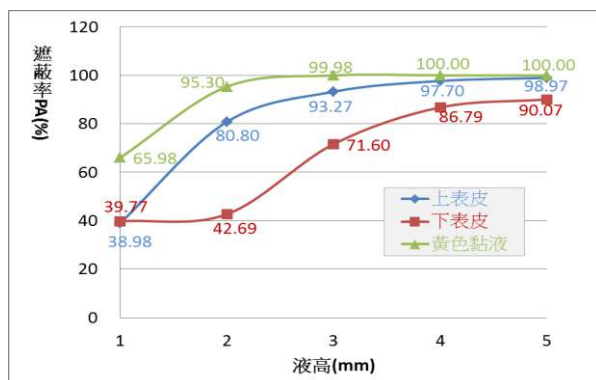


圖 4-1：無斑點蘆薈葉上表皮液、下表皮液及黃色黏液的 UVA 遮蔽率 PA 關係圖

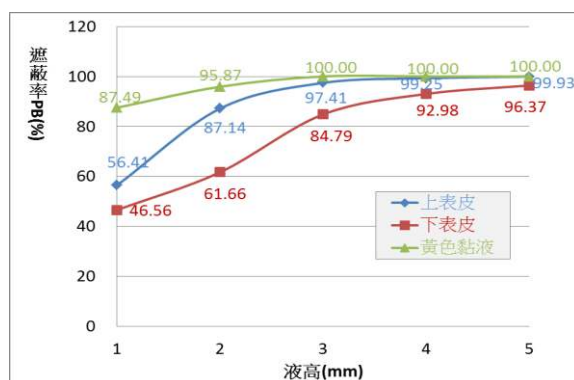


圖 4-2：無斑點蘆薈葉上表皮液、下表皮液及黃色黏液的 UVB 遮蔽率 PB 關係圖

三、討論：

- (一)由圖 4-1 和圖 4-2 皆可看出黃色黏液的防曬效果是三者之中最好的，而黃色黏液有一股特殊氣味，濃度過大時接觸皮膚後造成皮膚容易癢癢的感覺。
- (二)再比較上表皮萃取液對 UVA 和 UVB 的防護遮蔽效果明顯比下表皮萃取液好。因此如果要以蘆薈葉製成防曬品，建議挑選無斑點蘆薈葉的上表皮。
- (三)由相關研究文獻【參考資料 9】查到：蘆薈葉片在照射 UVB 後能促進蒽醌類物質的含量，因此平時位於直接照射陽光的上表皮中含有較為豐富的蒽醌類物質，所以防曬效果較佳。同時也呼應研究三的結果：老葉的萃取液防曬效果比嫩葉好。

### 研究五、探討其他含蒽醌類物質成分的植物防曬效果

文獻中顯示蘆薈中具防曬作用的成分為蒽醌類物質，也具有消炎、消腫、止痛、止癢、輕瀉及抑制細菌生長等效用，是否其他含蒽醌物質成分的植物也具有防曬作用呢？我們進一步查到中藥材中常見的決明子及何首烏也含有蒽醌類物質【參考資料 4、5】，其中何首烏為昂貴藥材，因此我們到中藥店購買較便宜的決明子來進行實驗比較。

一、實驗步驟：

- (一)取決明子 50 克加蒸餾水 100 克浸泡兩天，過濾後以 3500rpm 離心 120 分鐘，取上層澄清液，為水萃決明子液。
- (二)取決明子 50 克加 75%酒精 100 克，以超音波機震盪 60 分鐘後浸泡兩天，過濾後以 3500rpm 離心 120 分鐘，取上層澄清液，為酒萃決明子液。

(三)取質量比，烘乾蘆薈老葉:75%酒精=1:2 混合後，以超音波機震盪 60 分鐘後浸泡，過濾後以 3500rpm 離心 120 分鐘，取上層澄清液，為酒萃蘆薈老葉。

(四)取步驟(一)~(三)溶液進行紫外線穿透強度量測 3 次取平均值。

## 二、實驗結果：

### (一)實驗數據：

水萃決明子液厚度(mm)	0	1	2	3	4	5
UVA 平均值(mW/cm <sup>2</sup> )	1.367	1.150	0.202	0.061	0.021	0.003
標準差	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
PA(%)		15.87	85.22	95.54	98.46	99.78
SPF(UVA)		1.19	6.77	22.41	65.10	455.67
UVB 平均值(mW/cm <sup>2</sup> )	0.993	0.394	0.048	0.003	0.000	0.000
標準差	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
PB(%)		60.32	95.17	99.70	100.00	100.00
SPF(UVB)		2.52	20.69	331.00	完全遮蔽	完全遮蔽

表 5-1: 水萃決明子液的紫外線穿透強度量測結果及遮蔽率與防曬係數 SPF 的計算結果

酒萃決明子液厚度(mm)	0	1	2	3	4	5
UVA 平均值(mW/cm <sup>2</sup> )	1.580	0.869	0.149	0.043	0.001	0.000
標準差	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
PA(%)		45.00	90.57	97.28	99.94	100.00
SPF(UVA)		1.82	10.60	36.74	1580.00	完全遮蔽
UVB 平均值(mW/cm <sup>2</sup> )	0.967	0.187	0.011	0.000	0.000	0.000
標準差	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
PB(%)		80.66	98.86	100.00	100.00	100.00
SPF(UVB)		5.17	87.91	完全遮蔽	完全遮蔽	完全遮蔽

表 5-2:酒萃決明子液的紫外線穿透強度量測結果及遮蔽率與防曬係數 SPF 的計算結果

水萃蘆薈老葉液厚度(mm)	0	1	2	3	4	5
UVA 平均值(mW/cm <sup>2</sup> )	1.235	0.072	0.000	0.000	0.000	0.000
標準差	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
PA(%)		94.17	100.00	100.00	100.00	100.00
SPF(UVA)		17.15	完全遮蔽	完全遮蔽	完全遮蔽	完全遮蔽
UVB 平均值(mW/cm <sup>2</sup> )	0.715	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000
標準差	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
PB(%)		99.02	100.00	100.00	100.00	100.00
SPF(UVB)		102.14	完全遮蔽	完全遮蔽	完全遮蔽	完全遮蔽

表 5-3:水萃蘆薈老葉液的紫外線穿透強度量測結果及遮蔽率與防曬係數 SPF 的計算結果

酒萃蘆薈老葉液厚度(mm)	0	1	2	3	4	5
UVA 平均值(mW/cm <sup>2</sup> )	1.553	0.866	0.138	0.029	0.008	0.000
標準差	0.033	0.129	0.017	0.021	0.001	0.000
PA(%)		44.22	91.09	98.13	99.51	100.00
SPF(UVA)		1.79	11.23	53.55	202.57	完全遮蔽
UVB 平均值(mW/cm <sup>2</sup> )	1.026	0.410	0.059	0.007	0.000	0.000
標準差	0.051	0.032	0.001	0.003	0.000	0.000
PB(%)		60.02	94.22	99.29	100.00	100.00
SPF(UVB)		2.50	17.30	139.95	完全遮蔽	完全遮蔽

表 5-4: 酒萃蘆薈老葉液的紫外線穿透強度量測結果及遮蔽率與防曬係數 SPF 的計算結果

(二)關係圖：

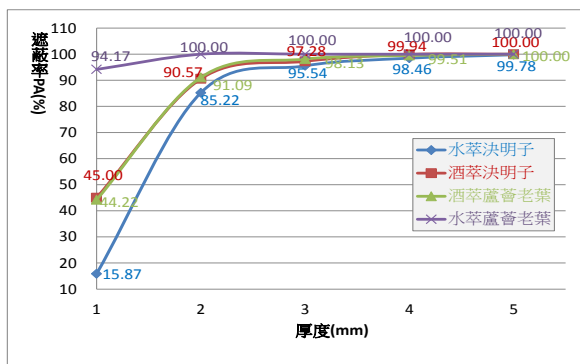


圖 5-1：比較水萃決明子液、酒萃決明子液、水萃蘆薈老葉液及酒萃蘆薈老葉液的紫外線 UVA 遮蔽率 PA 關係圖

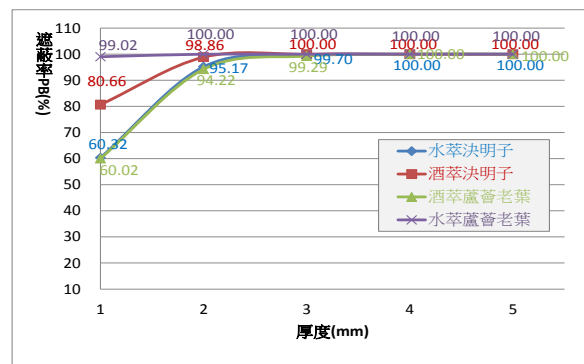


圖 5-2：比較水萃決明子液、酒萃決明子液、水萃蘆薈老葉液及酒萃蘆薈老葉液的紫外線 UVB 遮蔽率 PB 關係圖




三、討論：

- (一)由圖 5-1 可看出:對紫外線 UVA 的遮蔽效果,水萃蘆薈老葉液>酒萃蘆薈老葉液=酒萃決明子液>水萃決明子液。
- (二)由圖 5-2 可看出:對紫外線 UVB 的遮蔽效果,水萃蘆薈老葉液>酒萃決明子液>水萃決明子液=酒萃蘆薈老葉液。
- (三)綜合以上兩者的比較結果,如果要同時能遮蔽 UVA 及 UVB,則以水萃蘆薈老葉液的防曬效果較佳。
- (四)同時也證明了同樣含蒽醌類物質成分的決明子也具有防曬效果。
- (五)實驗過程中也觀察到,決明子在處理前外殼很硬,要浸泡 2 天的時間才易溶出所含成分,而浸泡酒精後可縮短成分溶出時間,所以酒萃決明子的效果比水萃好。

(六)蘆薈本身含水分約 98%，以水就可以溶出其成分；將蘆薈葉皮烘乾後再浸泡酒精的效果反而不如水萃的方式。

**研究六：取冷凍乾燥蘆薈葉粉末測量其防曬係數與大黃素、多醣及多酚含量**

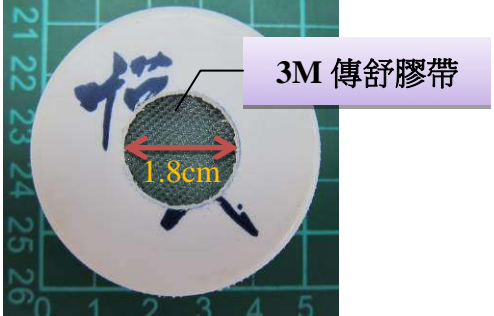
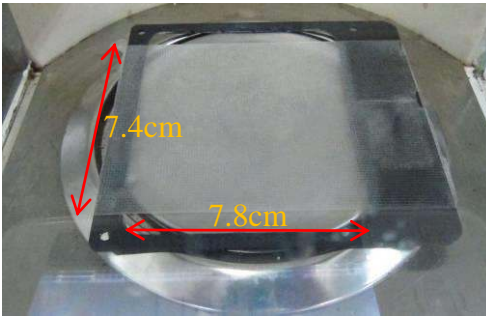
最後我們將蘆薈葉片整片以果汁機均質，過濾掉葉渣進行離心；取離心後上層澄清液進行冷凍乾燥(圖 6-1、6-2)，製成蘆薈葉粉末(圖 6-3)進行實驗量測。乾燥前總液重 1201.52g，乾燥後粉末重 11.020g，約占 0.92%

		
<p>圖 6-1：將蘆薈液冷凍後進行脫水乾燥</p>	<p>圖 6-2：乾燥後取下容器</p>	<p>圖 6-3：將乾燥後蘆薈葉粉末取出置於容器內備用</p>

**探討 1、將蘆薈葉粉末配成 50%水溶液，以塗抹薄層的方式進行紫外線遮蔽率量測**

一、實驗步驟：

- (一)取蘆薈葉粉末以蒸餾水配成 50%蘆薈水溶液。
- (二)將 3M 傳舒膠帶 transpore 貼於量測板(圖 6-4)上稱重  $W_0$ ，塗抹 50%蘆薈水溶液薄層於量測區域上再秤重  $W_1$ ，記錄薄層質量( $W_1 - W_0$ )

	
<p>圖 6-4：紫外線燈箱量測板</p>	<p>圖 6-5：防曬係數儀量測板</p>

- (三)待蘆薈液乾燥後(約 30 分鐘)，將量測板分別置於紫外線燈箱及防曬係數測量儀中進行實驗量測。

(四)計算 UVA、UVB 遮蔽率 PA 及 PB 及 SPF 值。

(五)重複步驟(二)~(四)四次，將結果繪出關係圖並分析討論。

(六)將量測板置於豔陽下曝曬(圖 6-6)，每隔 1 小時置入紫外線燈箱中進行實驗量測，共進行 7 小時，將所得結果繪出關係圖並分析討論。



圖 6-6：豔陽下曝曬實驗

## 二、實驗結果：

(一)紫外線燈實驗(量測板面積為  $2.54\text{cm}^2$ 、UVA 波長  $352\text{nm}$ 、UVB 波長  $312\text{nm}$ )

50%蘆薈水溶液 薄層質量(g)	0	0.011	0.020	0.029	0.038
平均質量( $\text{mg}/\text{cm}^2$ )	0	4.325	7.863	11.402	14.941
UVA( $\text{mW}/\text{cm}^2$ )	1.549	0.685	0.444	0.342	0.108
遮蔽率 PA(%)	0	55.78	71.34	77.92	93.03
UVB( $\text{mW}/\text{cm}^2$ )	1.043	0.435	0.174	0.054	0.004
遮蔽率 PB(%)	0	58.29	83.32	94.82	99.62
SPF 值	0	2.40	5.99	19.31	260.75

表 6-1:塗抹 50%蘆薈水溶液薄層置於燈箱中的實驗結果

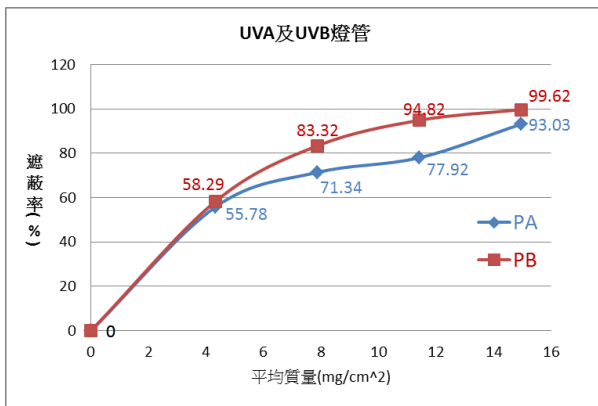


圖 6-7：50%蘆薈水溶液塗抹薄層在紫外線燈管照射下，平均質量與遮蔽率關係圖

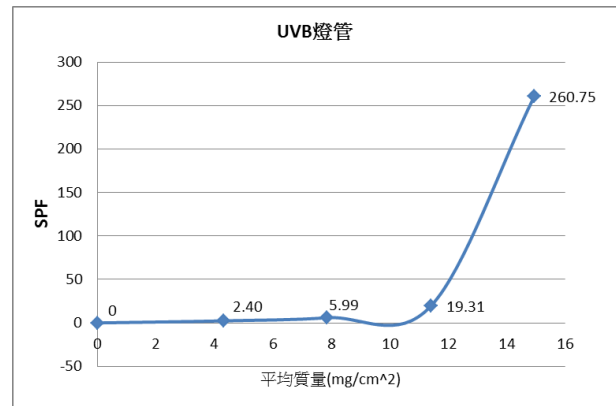


圖 6-8：50%蘆薈水溶液塗抹薄層在 UVB 燈管照射下，平均質量與 SPF 關係圖

(二)防曬係數儀實驗(量測板面積為  $7.4*7.8\text{cm}^2$ )

50%蘆薈水溶液 薄層質量(g)	0	0.177	0.319	0.533	0.675
平均質量( $\text{mg}/\text{cm}^2$ )	0	3.067	5.527	9.234	11.694
SPF 值	0.91	2.58	2.91	5.11	13.63
遮蔽率(%)	0.00	61.24	65.64	80.43	92.66

表 6-2:塗抹 50%蘆薈水溶液薄層置於防曬係數儀中的實驗結果

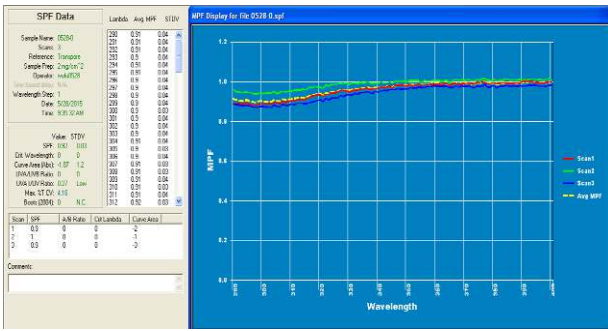


圖 6-9：薄層平均質量 0 mg/cm<sup>2</sup>

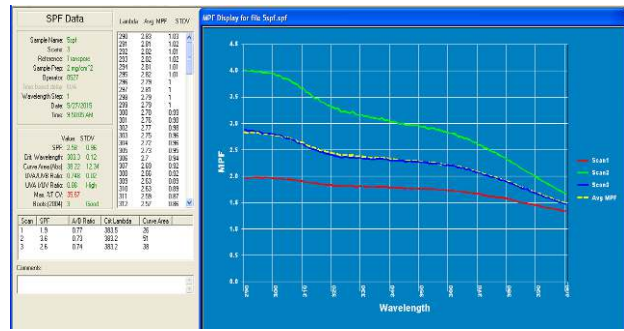


圖 6-10：薄層平均質量 3.067 mg/cm<sup>2</sup>



圖 6-11：薄層平均質量 5.527 mg/cm<sup>2</sup>

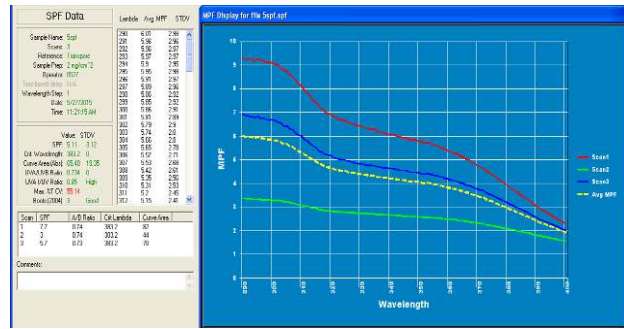


圖 6-12：薄層平均質量 9.234 mg/cm<sup>2</sup>

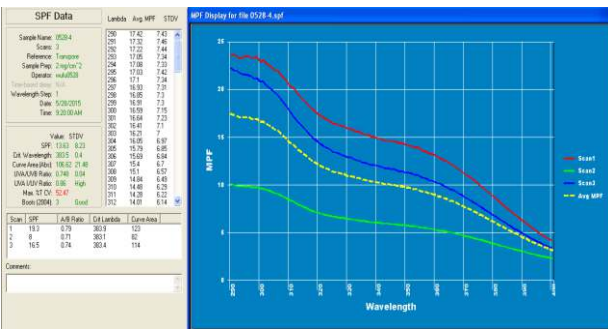


圖 6-13：薄層平均質量 11.694 mg/cm<sup>2</sup>

圖 6-9~圖 6-13 為防曬係數儀量測結果之電腦擷取畫面

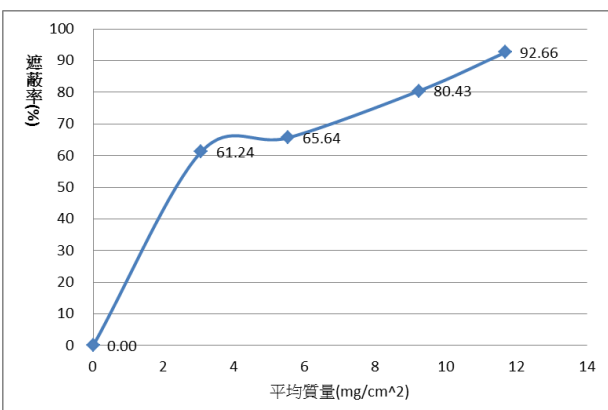


圖 6-14：50%蘆薈水溶液塗抹薄層在防曬係數儀 290~400nm 照射下，平均質量與遮蔽率關係圖

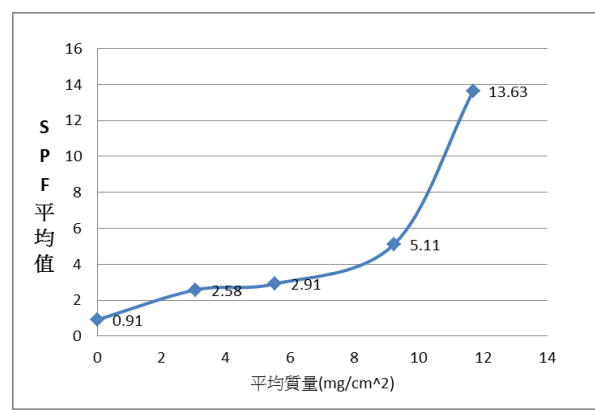


圖 6-15：50%蘆薈水溶液塗抹薄層在防曬係數儀 290~400nm 照射下，平均質量與 SPF 關係圖

(三)曝曬陽光下 7 小時(氣溫：33~35°C、紫外線強度：1.580~1.728mW/cm<sup>2</sup>)

平均質量	時間 (hr)	0	1	2	3	4	5	6	7
16.5mg/cm <sup>2</sup>	SPF	352.33	151.00	完全遮蔽	完全遮蔽	75.50	88.08	完全遮蔽	151.00
	遮蔽率 PA(%)	99.56	99.13	100.00	98.20	98.69	98.32	98.94	99.01
	遮蔽率 PB(%)	99.72	99.34	100.00	100.00	98.68	98.86	100.00	99.34
	UVA(mW/cm <sup>2</sup> )	0.007	0.014	0.000	0.029	0.021	0.027	0.017	0.016
	UVB(mW/cm <sup>2</sup> )	0.003	0.007	0.000	0.000	0.014	0.012	0.000	0.007
9.4mg/cm <sup>2</sup>	SPF	50.33	13.05	7.44	9.61	9.61	5.97	6.48	6.11
	遮蔽率 PA(%)	95.84	88.19	87.69	84.34	86.70	85.02	85.39	84.40
	遮蔽率 PB(%)	98.01	92.34	86.57	89.59	89.59	83.25	84.58	83.63
	UVA(mW/cm <sup>2</sup> )	0.067	0.190	0.198	0.252	0.214	0.241	0.235	0.251
	UVB(mW/cm <sup>2</sup> )	0.021	0.081	0.142	0.110	0.110	0.177	0.163	0.173
3.9mg/cm <sup>2</sup>	SPF	11.49	4.94	5.39	6.86	5.81	5.78	5.68	5.78
	遮蔽率 PA(%)	88.88	75.39	74.70	75.82	77.44	77.50	73.34	74.15
	遮蔽率 PB(%)	91.30	79.75	81.46	85.43	82.78	82.69	82.40	82.69
	UVA(mW/cm <sup>2</sup> )	0.179	0.396	0.407	0.389	0.363	0.362	0.429	0.416
	UVB(mW/cm <sup>2</sup> )	0.092	0.214	0.196	0.154	0.182	0.183	0.186	0.183

表 6-3：塗抹薄層置於陽光下，每隔 1 小時於量測紫外線穿透強度及遮蔽率與 SPF 的計算結果

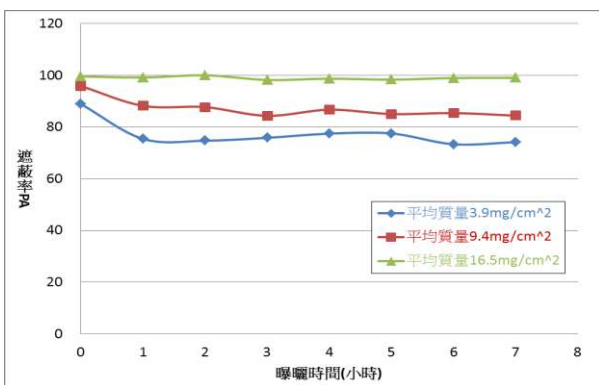


圖 6-16:塗抹薄層置於陽光下，對 UVA 遮蔽率與曝曬時間關係圖

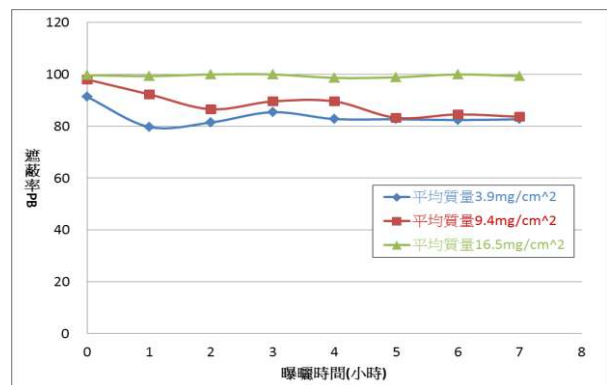


圖 6-17: 塗抹薄層置於陽光下，對 UVB 遮蔽率與曝曬時間關係圖

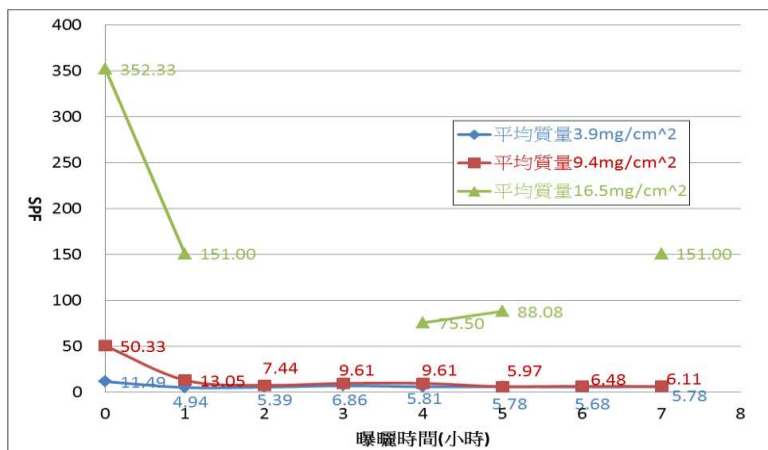


圖 6-18: 塗抹薄層置於陽光下，SPF 值與曝曬時間關係圖

### 三、討論：

- (一)由圖 6-7 及圖 6-14 可看出：蘆薈液塗抹愈厚防曬效果較佳，如果要達到 SPF20(95%紫外線 UVB 遮蔽率)，則每平方公分面積需塗抹約 12~14mg。
- (二)實驗過程中我們的紫外線燈箱中為單一波長的紫外線 UVA(352nm)、UVB(312nm)燈管，而借用某專科學校的防曬係數儀則可量出 290~400nm 的防曬係數並求得平均值。兩者所得結果相近，證實我們的量測方式可行，唯獨實驗之紫外線波長受到限制。
- (三)防曬係數儀的量測板面積較我們自製的量測板塗抹面積大許多，因為濃度為 50%的蘆薈液較黏稠難塗抹均勻，儀器量測儀會移動量測板找 3 個點量測完再取平均值，所以 3 點量測的結果差異較大；反觀我們自製的量測板塗抹面積小，易塗抹均勻，測出結果差異小。
- (四)在豔陽下曝曬 7 小時(每天 9~16 時)的實驗結果中，塗抹質量為 16.5mg/cm<sup>2</sup>時，日曬後皆有 SPF50 以上良好的防曬效果；塗抹質量為 3.9 及 9.4mg/cm<sup>2</sup>時，以未曝曬陽光時的防曬效果較佳，曝曬 1 小時後 SPF 值下降，之後 2~7 小時變化較小，漸趨於定值。

### 探討 2、以蘆薈葉粉末配成 1%水溶液，進行蘆薈大黃素總含量量測

#### 一、實驗步驟：參考王紅星等人（2010）所使用之比色法：

- (一)將蘆薈大黃素加甲醇配成以下濃度:0.0125、0.025、0.05、0.075、0.1mg/ml 之甲醇溶液作為標準液。



A : 0.1mg/ml  
B : 0.075mg/ml  
C : 0.05mg/ml  
D : 0.025mg/ml  
E : 0.0125mg/ml



- (二)將分光光度計設定波長 510nm 量測步驟(一)溶液之吸光值，以求得蘆薈大黃素標準曲線。
- (三)將蘆薈葉粉末稀釋成 1%甲醇溶液後重複步驟(二)，將所得吸光值代入標準曲線即可求得相對濃度。



## 二、實驗結果:

蘆薈大黃素甲醇溶液濃度(mg/ml)	0	0.0125	0.025	0.05	0.075	0.1	1%蘆薈葉粉末甲醇溶液
吸光值(510nm)	0	0.023	0.042	0.056	0.065	0.088	0.282

表 6-4:以 510nm 測得的不同濃度溶液之吸光值

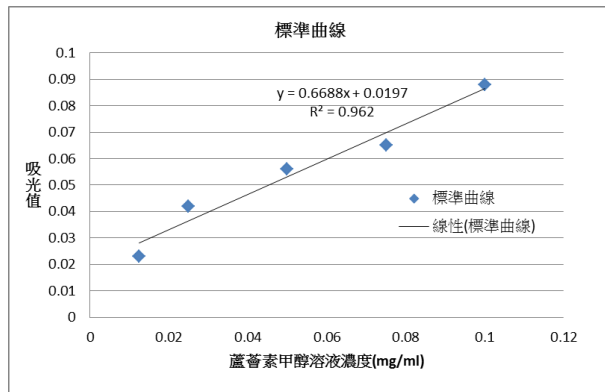


圖 6-19：蘆薈大黃素甲醇溶液標準曲線

## 三、討論：

蘆薈中的蘆薈大黃素具有吸收紫外線、抗腫瘤、抗菌、免疫抑制、瀉下等的作用，由實驗數據以外插法推得我們粗萃取的蘆薈葉粉末中蘆薈大黃素的總含量濃度約為 38mg/g，占約 3.8%，與文獻【參考資料 9】54.73 mg/g 相比較，約為其 2/3。由此也證實我們的蘆薈葉粉末中含有可防曬的蒽醌類物質。

### 探討 3、以蘆薈葉粉末配成 1%水溶液，進行多醣總含量量測

一、實驗步驟：參考賴宜甄（2006）所使用之硫酸苯酚法:

(一)將葡萄糖加水配成以下濃度:0、20、40、60、80、100mg/L 之水溶液作為標準液。

(二)將以上水溶液各取 1ml 分別加入試管中，每支試管再加入 0.5ml 5%phenol 水溶液震盪均勻，再加入 2.5ml 濃硫酸，攪拌均勻後靜置 30 分鐘。

(三)將分光光度計設定波長 490nm 量測步驟(二)溶液之吸光值，以求得多醣體標準曲線。

(四)將蘆薈葉粉末稀釋成 0.1% 及 0.01% 水溶液後重複步驟(二)~(三)，將所得吸光值代入標準曲線即可求得相對濃度。



## 二、實驗結果:

葡萄糖水溶液濃度(mg/L)	0	20	40	60	80	100	0.1%蘆薈水溶液
吸光值(490nm)	0	0.253	0.576	0.843	1.086	1.439	2.459

表 6-5:以 490nm 測得的不同濃度溶液之吸光值

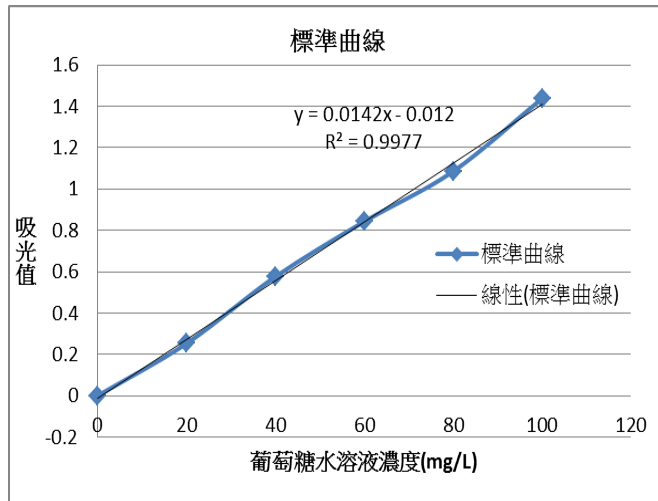


圖 6-20：葡萄糖水溶液標準曲線

## 三、討論：

蘆薈中的多醣體對人體具有增強免疫力、營養滋潤、防止細胞老化等的功效，由實驗數據以外插法推得我們的蘆薈葉粉末中多醣體的總含量濃度約為 172.34mg/g，占約 17.23%，濃度比例相當高。

### 探討 4、以蘆薈葉粉末配成 1%水溶液，進行多酚總含量量測

#### 一、實驗步驟：參考李民賢等人(2012)所使用之方法

(一)將沒食子酸加水配成以下濃度：0、0.125、0.25、0.5、0.75mg/mL 之水溶液作為標準溶液。

(二)將以上水溶液各取 150  $\mu$ l 與 1920  $\mu$ l 福林試劑混合，7 分鐘後再加入 240  $\mu$ l 20%碳酸鈉溶液，並置於避光下待其反應 7 分鐘。

(三)將分光光度計設定波長為 680nm 量測步驟(二)溶液之吸光值，以求得總多酚濃度標準曲線。

(四)將蘆薈葉粉末稀釋成 1%水溶液後重複步驟(二)~(三)，將所得吸光值代入標準曲線即可求得相對多酚濃度。

#### 二、實驗結果：

(一)多酚類最受矚目的生理作用是抗氧化作用，由實驗數據得知我們的蘆薈葉粉末中多

酚總含量濃度約為 21.6mg/g，占約 2.16%。

(二)綜合以上結果，蘆薈中除了含有可防曬的蒽醌類物質之外，也富含防衰老及抗氧化的多醣及多酚，因此常被添加在保養品中。

### 研究七：探討蘆薈液添加 TiO<sub>2</sub> 及 ZnO 後塗抹薄層的防曬效果

最後我們模擬市售防曬乳塗抹薄層的方式來看蘆薈液薄層的防曬效果如何?我們以蘆薈老葉上表皮液逐次添加 1%、2%、3%、4%、5%的二氧化鈦 TiO<sub>2</sub> 及氧化鋅 ZnO 進行實驗。

#### 一、實驗結果

##### (一)實驗數據：

量測物	人工皮	S 牌防曬乳(SPF50+)	蘆薈上表皮液	蘆薈下表皮液
UVA(mW/cm <sup>2</sup> )	0.761	0.002	0.523	0.551
PA(%)		99.74	31.27	27.60
SPF(UVA)		380.50	1.46	1.38
UVB(mW/cm <sup>2</sup> )	0.140	0.000	0.081	0.106
PB(%)		100.00	42.14	24.29
SPF(UVB)		完全遮蔽	1.73	1.32

表 7-1：塗抹薄層紫外線穿透強度量測結果及遮蔽率與防曬係數 SPF 的計算結果

添加 TiO <sub>2</sub> 比例(%)	0	1	2	3	4	5
UVA(mW/cm <sup>2</sup> )	0.523	0.245	0.153	0.132	0.059	0.020
PA(%)	31.27	67.81	79.89	82.65	92.25	97.37
SPF(UVA)	1.46	3.11	4.97	5.77	12.90	38.05
UVB(mW/cm <sup>2</sup> )	0.081	0.048	0.019	0.018	0.000	0.000
PB(%)	42.14	65.71	86.43	87.14	100.00	100.00
SPF(UVB)	1.73	2.92	7.37	7.78	完全遮蔽	完全遮蔽

表 7-2：添加 TiO<sub>2</sub> 塗抹薄層紫外線穿透強度量測結果及遮蔽率與防曬係數 SPF 的計算結果

添加 ZnO 比例(%)	0	1	2	3	4	5
UVA(mW/cm <sup>2</sup> )	0.474	0.426	0.308	0.216	0.100	0.054
PA(%)	15.36	23.93	45.00	61.43	82.14	90.36
SPF(UVA)	1.18	1.31	1.82	2.59	5.60	10.37
UVB(mW/cm <sup>2</sup> )	0.098	0.087	0.065	0.038	0.012	0.006
PB(%)	11.71	21.62	41.44	65.77	89.19	94.59
SPF(UVB)	1.13	1.28	1.71	2.92	9.25	18.50

表 7-3：添加 ZnO 塗抹薄層紫外線穿透強度量測結果及遮蔽率與防曬係數 SPF 的計算結果

(二)關係圖：

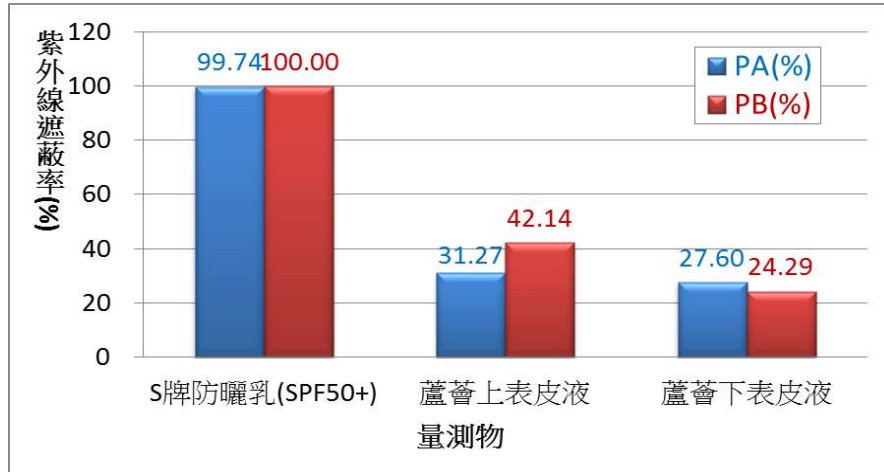


圖 7-1：比較市售防曬乳、蘆薈上表皮液及蘆薈下表皮液塗抹薄層後的遮蔽率關係圖

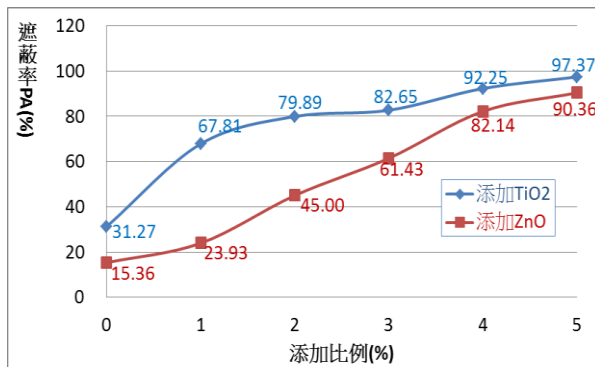


圖 7-2：蘆薈老葉上表皮液添加 TiO<sub>2</sub> 及 ZnO 後，塗抹薄層的遮蔽率 PA 關係圖

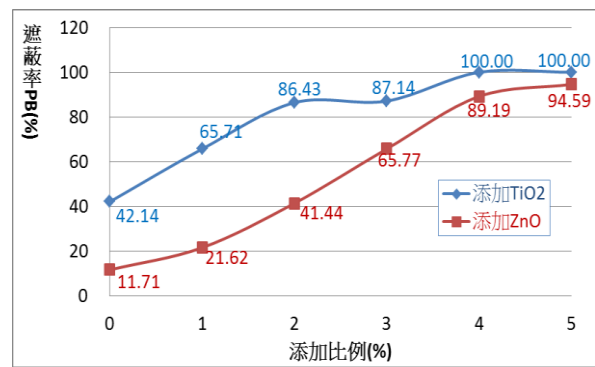


圖 7-3：蘆薈老葉上表皮液添加 TiO<sub>2</sub> 及 ZnO 後，塗抹薄層的遮蔽率 PB 關係圖

## 二、討論

(一)圖 7-1 顯示市售 S 牌防曬乳(SPF50+)塗抹薄層後防曬效果明顯優於蘆薈上表皮液及蘆薈下表皮液，那是因為市售防曬乳幾乎都添加了 10~20%物理性防曬成分二氧化鈦 TiO<sub>2</sub> 或氧化鋅 ZnO 或兩者混合，來減少易引起皮膚過敏的化學性防曬劑添加，以達到防曬作用；然而因為二氧化鈦 TiO<sub>2</sub>或氧化鋅 ZnO 為白色粉體且不易溶於水，添加過多會造成塗抹後皮膚泛白的現象且易阻塞毛細孔。

(二)我們將蘆薈老葉上表皮液分別添加 1~5%TiO<sub>2</sub>及 ZnO 後塗抹薄層進行實驗，由圖 7-2 及圖 7-3 可看出：添加比例愈多，防曬效果愈好；而添加同比例 TiO<sub>2</sub>防曬效果優於添加 ZnO，其原因為 TiO<sub>2</sub>可隔離較大頻寬的紫外線(參圖 7-4)，對長波長 UVA 的防護能力較佳，但由於 TiO<sub>2</sub>成本較高，因此市售防曬乳多為添加高濃度 ZnO 或兩者混合。

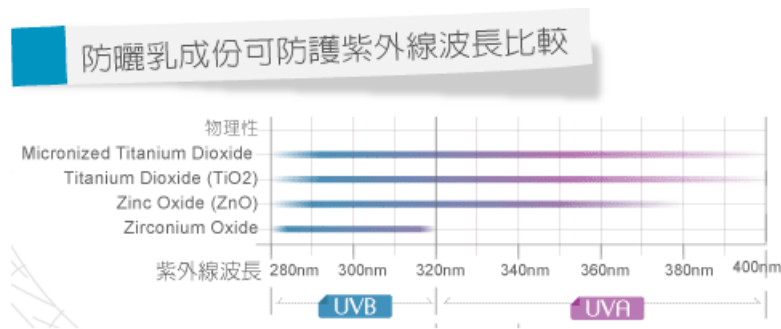


圖 7-4：常見防曬乳中物理性防曬成分可防護紫外線波長比較(擷取自網路資料，防曬知識網 [http://www.unsun.com.tw/knowledge\\_uv02.html](http://www.unsun.com.tw/knowledge_uv02.html))

(三)添加 5%的 TiO<sub>2</sub> 其防曬效果與市售 S 牌防曬乳相當接近，顯示以蘆薈葉皮萃取液當防曬乳基底，僅需添加約 5%TiO<sub>2</sub>，可減少 TiO<sub>2</sub>的添加量。

## 柒、結論

- 一、隨著紫外線強度逐年增強，尤其在炎熱的夏天，氣象報導中不時提醒出門前做好防曬準備及多補充水分，塗抹防曬乳成了許多人的防曬方式之一。然而有些防曬乳塗抹後感覺黏膩或不透氣，當我們發現蘆薈除了具有耳熟能詳的保濕功能之外，還具備防曬效用，覺得如果能製成防曬乳液，應該是一項保濕及防曬兼備的多功用產品。
- 二、將庫拉索蘆薈嫩葉葉肉及葉皮分離後分別均質並離心，再取離心後上層澄清液進行實驗。發現整株蘆薈皆含有防曬成分，其中以**蘆薈葉皮的紫外線遮蔽效果較佳**。蘆薈葉皮液厚度愈高對 UVA 及 UVB 的遮蔽率愈大；厚度 2mm 時，可阻隔 99.77%UVA 及 100%UVB。可見得蘆薈葉皮的防曬效果很好，更證明蘆薈主要防曬成分在葉皮。
- 三、生活中塗抹厚厚的防曬乳會使皮膚悶熱不舒服，在不同濃度的蘆薈葉皮液實驗中，當蘆薈葉皮液濃度愈高，對 UVA 及 UVB 的遮蔽效果愈好，且對 UVB 的遮蔽又優於對 UVA 的遮蔽。因此提升濃度確實可以提高防曬效果，並藉此降低塗抹的厚度。
- 四、查閱文獻發現當蘆薈生長 2~3 年後，斑點會逐漸褪去，且所含過敏成分也會減少。所以我們再進一步以有斑點的嫩葉及無斑點的老葉進行實驗比較，結果發現老葉對紫外線的遮蔽效果明顯優於嫩葉，厚度 1mm 即可隔離 94.17%UVA 及 99.02%UVB，效果相當於 SPF102。因此如果要以蘆薈葉製成防曬品，建議挑選 2~3 年以上無斑點的蘆薈老葉。

- 五、比較蘆薈老葉上表皮、下表皮及黃色黏液萃取液的防曬效果，其中以黃色黏液效果較好，但聞起來有特殊氣味，添加濃度不宜過高；上表皮液的防曬效果又優於下表皮液。
- 六、由相關研究文獻得知，蘆薈在 UVB 的長期照射下，會使具防曬效果的蒽醌類物質含量增加，這就是為何蘆薈老葉上表皮的防曬效果較佳的原因。
- 七、同樣含蒽醌類物質成分的決明子，也具有防曬效果，經酒萃後效果比水萃好，但比水萃蘆薈葉液差。
- 八、將蘆薈葉片整片均質，過濾掉葉渣進行離心；取離心後上層澄清液進行冷凍乾燥製成粉末狀，再配成 50%濃度後塗抹薄層量測防曬效果，塗抹平均質量愈大，防曬效果愈好；同一平均質量在長時間曝曬下，以未曝曬時防曬效果較佳，曝曬 1 小時後 SPF 值下降，之後 2~7 小時則趨於定值。
- 九、量測蘆薈葉粉末的蘆薈大黃素的總含量濃度約為 38mg/g、總多醣含量約為 172.34mg/g，及總多酚含量約為 21.6mg/g，因此蘆薈中除了含有具防曬效用的蒽醌類物質之外，也富含抗衰老及抗氧化的多醣及多酚，因此常被添加在保養品中。
- 十、市售防曬乳為了降低易引起皮膚過敏化學性防曬成分的比例，多半會添加 10~20%  $\text{TiO}_2$  及  $\text{ZnO}$  來加強防曬效果，而白色粉體的  $\text{TiO}_2$  及  $\text{ZnO}$  如果添加太多，塗抹後皮膚易有泛白的現象及阻塞毛細孔；我們以蘆薈上表皮液添加 5% $\text{TiO}_2$ ，可遮蔽 97.37%UVA 及 100% UVB，顯示以蘆薈上表皮萃取液當防曬乳基底，僅需添加約 5% $\text{TiO}_2$ ，可降低  $\text{TiO}_2$  及  $\text{ZnO}$  的添加量來達到不錯的防曬效果。

## 捌、 未來展望

本實驗目前的研究結果，已解開了我們的疑惑：證實蘆薈確實具有防曬的功用，尤其以無斑點蘆薈葉上表皮水萃液的效果最好，普及的庫拉索蘆薈不只是保濕鎮熱的用途，更可製成防曬保養品，未來希望能進一步應用於其他防曬物品，如衣物纖維、太陽眼鏡等。

## 玖、參考資料

- 一、防曬知識網 [http://www.unsun.com.tw/knowledge\\_uv02.html](http://www.unsun.com.tw/knowledge_uv02.html)
- 二、<http://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E8%8A%A6%E8%8D%9F#.E6.A4.8D.E6.A0.AA.E7.89.B9.E7.82.B9> 維基百科
- 三、張麗卿著(2008年)，不出錯的防曬·抗氧化，寶瓶出版社
- 四、Nature workroom 編著(2008年7月)，神奇的天然蘆薈保健法，漢湘文化出版
- 五、陳信男撰(2009年)，蘆薈萃取物抗氧化及生理活性之探討，國立海洋大學食品科學系碩士論文
- 六、廖家祥、徐令儀、李柏堅(2009年)，蘆薈修護保濕凝膠製備與使用經驗分析，China Institute of Technology Vol.40-2009.06
- 七、馬云理、徐杰遠<sup>1</sup>(2004年)，決明子蒽醌提取方法的研究，(魯南製藥股份有限公司 臨沂；1.臨沂藥檢所)
- 八、陳秋東<sup>13</sup>、徐蓉<sup>2</sup>、徐志遠<sup>1</sup>，岑沛霖<sup>1</sup>(2003年)，決明子中蒽醌類化學成分及其生物活性研究發展，(1.浙江大學生物工程研究所;2.杭州中美貨東製藥有限公司;3.上海交通大學化學工程學系)
- 九、王紅星<sup>1</sup>、楊同文<sup>1</sup>、李景原<sup>2</sup>(2010年)，增強 UVB 輻射對蘆薈蒽醌類物質含量和超微結構的影響，應用生態學報 2010 年 1 月 第 21 卷 第 1 期，(1.周口師範學院生命科學系；2.河南師範大學生命科學學院)
- 十、賴宜甄 (2006)，藻類多醣體應用於化妝品之抗老化分析，嘉南藥理科技大學化妝品科技研究所碩士論文
- 十一、李民賢、蔡伊婷、羅俊光(2012)，重緣葉馬尾藻萃取液之抗氧化特性及其對人類大腸癌細胞株 HT29 細胞之增生抑制作用。健康管理學刊，10(1)34-45。

## 【評語】 030815

從自然界中的蘆薈取材，探討其應用在防曬乳之可行性，是一頗有趣的主題。實驗也探討了葉皮與葉肉對紫外線遮蔽等效用，內容豐富，結果也驗證了可行性，並發現上表皮的效果較佳。如果對市售的蘆薈等相關產品，進行較完整的分析比較會更好。