

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

佳作

030807

黃豆的「膜」法-探討豆漿膜的特性及其應用

學校名稱：新北市立義學國民中學

作者： 國二 蔡庭宇 國二 楊仲瑜 國二 李品毅	指導老師： 陳又君 洪寬亮
---	-----------------------------

關鍵詞：蛋白質、豆漿膜、面膜

摘要

豆漿加熱後表面會浮出一層膜，在加熱豆漿的過程中，小的蛋白質片段飄出、重新排列組織，在溶液表面形成膜，本研究在探討將其應用於面膜的可行性，在 85°C 烘箱中靜置，有助於蛋白質分子斷裂，也避免沸騰，而製調出平整的膜。調整靜置時間可製出不同厚度的膜，比較發現膜愈薄，愈具密封性；對水分、甘油吸收力佳，可保濕；對抗壞血酸、蛋白質吸收力佳，可補給養分。加鹽製膜又可提升各能力，在這些特性中，豆漿膜勝於 OGUMA(品牌) 的面膜紙。

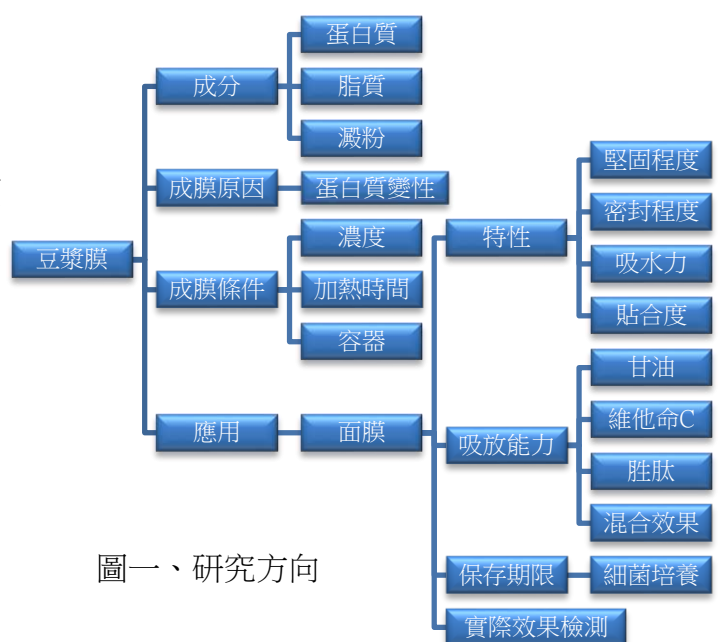
本研究發展 DIY 面膜方法，將蛋清、維他命 C 或甘油配成保養液再將膜浸入即可敷臉。實際測試結果也發現是有緊緻、保濕效果的。在膜的保存部分，建議密封或冷藏，若暴露在空氣中，保存期限不長，容易造成生菌數過多。

壹、研究動機

冬天的早晨，想來杯熱騰騰的豆漿當早餐，將冰豆漿加熱後，卻發現豆漿上有層或厚或薄的膜，雖然這層膜可以食用，但會影響到飲用時的口感，會將它撈出，但丟掉又覺得浪費，八下的自然課本中提到蛋白質可形成聚合物，這個豆漿膜是不是就是聚合物，可以用來做什麼呢？聯想到媽媽平時敷臉的面膜，豆漿膜是否可以當作面膜？因此本研究想了解豆漿膜的特性，並研發這種天然環保的面膜。

貳、研究目的

- 一、檢測豆漿膜成分，並找出豆漿成膜原因
- 二、製作不同厚度的膜
- 三、測試其特性，評估作為面膜的可行性
- 四、DIY 天然面膜



圖一、研究方向

參、研究設備及器材

一、儀器：分光光度儀(SP-830)、加熱攪拌器、電子秤、電磁爐、烘箱

二、器材：燒杯、玻棒、L型玻棒、溫度計、鐵尺、玻璃漏斗、滴管、定量瓶、安全吸球、
滴定管、刮勺、培養皿

三、藥品：碘液、雙縮脲試劑、脂溶性色素、甘油、純水、碘酸氫鉀、碘化鉀、抗壞血酸、
鹽酸、澱粉液、Comassie Brilliant Blue G-250、BSA 蛋白質標準液、PCA 培養基

肆、研究方法及結果

一、比較豆漿膜和豆漿成分的差異

目的：檢驗豆漿膜及豆漿中是否含有澱粉、蛋白質、脂質，以了解豆漿成膜的關鍵物質。

(一) 實驗方法

1.以碘液檢驗是否含澱粉

滴上碘液，碘液原本是黃褐色，變為藍黑或藍紫色，即代表含澱粉。

2.以雙縮脲試劑檢驗是否含蛋白質

滴上雙縮脲試劑，雙縮脲試劑原本是藍色，變為紫色，即代表含蛋白質。

3.以色素檢驗是否含脂質

將脂溶性黃褐色染料均勻塗抹於豆漿膜上(加入豆漿中)，若有顏色，代表含有脂質。

(二) 實驗結果

表一：比較豆漿膜和豆漿成分

	澱粉	蛋白質	脂質
豆漿膜			
豆漿			

(三) 結果分析：豆漿膜和豆漿所含的共同成分只有蛋白質。

二、製作豆漿膜

(一) 原料來源

1. 自製豆漿成膜

(1) 實驗方法

取 200g 黃豆泡水 6 小時，將水份瀝除後加水到 1000g，放入果汁機中打碎 1 分鐘後過濾，取 50 cc 置於燒杯中並用加熱攪拌器(400RPM、350°C)加熱至沸騰，再回填失去水分，以控制製作的濃度。靜置成膜後，將膜以取膜工具撈起置於剪開的塑膠袋中再放到溫度 30°C 的烘箱中烘乾。

(2) 實驗結果

煮豆漿至沸騰時，會起泡，而這些泡會影響膜的外觀及整體密度，且不會消掉，故將豆漿煮至 85°C 時即停止加熱，避免沸騰起泡。

2. 加熱市售豆漿成膜

因自製豆漿費時，於是探討市售的豆漿能否像自製豆漿一樣，加熱後會成膜。

(1) 實驗方法

取市售豆漿 50 cc 於燒杯中加熱至 85°C 靜置，看是否有膜產生。

(2) 實驗結果：表面的雜質(豆渣)較自製豆漿的膜少。



圖二、自製豆漿的膜



圖三、市售豆漿的膜

(二) 撈法

研究過程中，原本在製膜時，是以燒杯當容器，口徑較小，無法以撈網取膜，故研發了適合燒杯使用的取膜工具。

1.製作方法

- A.取一 CD 片，將其剪成燒杯(容器)口徑大小。
- B.在 CD 片上打洞，方便豆漿流下。
- C.在兩側鑽小洞，並將鐵絲穿入。

2.使用方法

- A.將取膜工具置於燒杯中，並加入豆漿。
- B.豆漿成膜後將取膜工具連上層的膜一起取出。
- C.將取膜工具倒扣在塑膠袋上，再將塑膠袋撕下，膜便附在塑膠袋上。



圖四、取膜工具俯視圖



圖五、取膜工具側視圖

(三) 多次取豆漿膜

為了瞭解豆漿是否能夠多次取膜，以節省成本。

1.實驗方法

- (1)將取過一次膜的豆漿繼續靜置，隔天再取膜。
- (2)將取完膜的豆漿再度加熱，直至成膜。

2.實驗結果與分析

取完膜的豆漿靜置後無法再成膜，必須再加熱才可成膜，推測是因豆漿中的蛋白質含量豐富，故取膜後繼續加熱，仍有蛋白質分子再打開鍵結，導致每次再加熱時皆能夠再次成膜。

(四) 影響豆漿膜平整程度的因子

1. 實驗方法

- (1) 量取 1000mL 的市售豆漿倒入鐵鍋中。
- (2) 將豆漿以電磁爐加熱至 85°C。(如圖四)
- (3) 將整鍋豆漿送入 85°C 的烘箱中繼續加熱。(如圖五)
- (4) 加熱 1、2、3、4 小時後將豆漿取出。
- (5) 以撈油網將豆漿膜撈出，平鋪於塑膠袋上，並以吹風機吹乾。
- (6) 以螺旋測微器取膜上相異五點測量厚度。



圖六、以電磁爐加熱豆漿



圖七、以烘箱加熱豆漿

2. 實驗結果：電磁爐製膜之厚度差達 0.08mm，而烘箱加熱之膜只差 0.02mm。

3. 結果分析

以整張膜的厚度起伏來看，此方法所製成的膜較為平整，整張膜的厚度差小，厚度差最多只有 0.02mm，平整度上可能對商品化的面膜易破度有很大的影響。

4. 討論

以烘箱加熱可使膜較平整的原因可能有二：因烘箱加熱均勻，鍋中各處受熱均勻，成膜的厚度也較一致；或因為烘箱加熱速度慢，豆漿對流較不旺盛，不易造成變性蛋白質的流動，膜的厚度自然一致。

(五) 影響豆漿膜厚度的因素

為了瞭解豆漿濃度、加熱時間及加熱所使用的容器是否影響豆漿膜厚度。

1. 濃度：豆漿中固態蛋白質含量可能對膜的生成有影響。

(1) 實驗方法

A.豆漿濃度的配置：稀釋市售豆漿成不同濃度。

B.固形物測法：將 10 cc的豆漿置於培養皿中，以 105°C烘箱，乾燥至恆重。張麗卿(2010)。

C.取各濃度 50 cc，於加熱板 350°C上加熱 3 分鐘。

(2)實驗結果

如下表，固形物量明顯的變化對膜並沒有太多的影響。

表二、濃度及固形物對豆漿膜厚度的影響

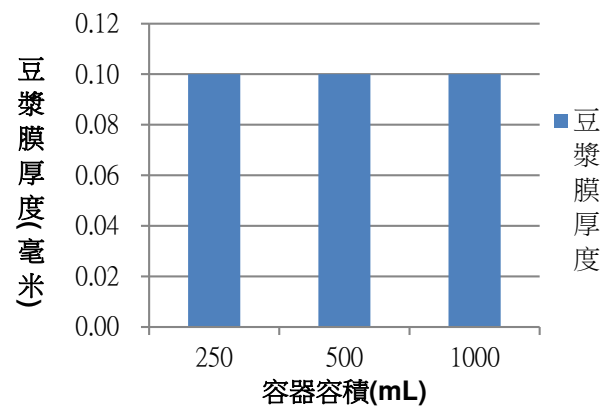
濃度	市售豆漿	稀釋 90%	稀釋 80%	稀釋 70%
固形物含量(g/10 cc)	1.132	1.093	1.033	0.873
膜厚(mm)	0.26666	0.25	0.25	0.25

2.容器：

(1)實驗方法

取不同容積的燒杯分別加入 200 cc的豆漿，並以 350°C加熱板加熱 3 分鐘後靜置成膜。

(2)結果分析：容器大小(口徑)對成膜厚度的影響不大

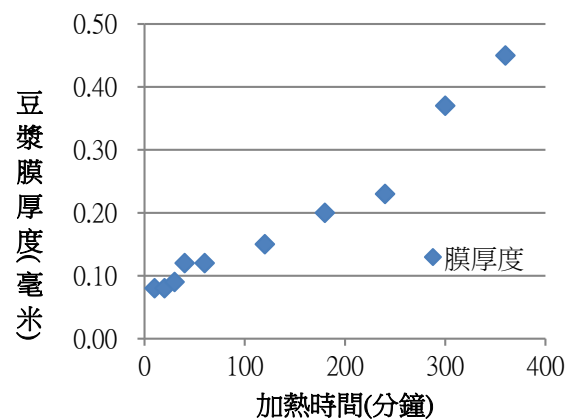


圖八、容器大小對成膜厚度的影響

3.加熱時間

(1)實驗方法

取相同濃度的豆漿分別加熱至 85°C後，置於 85°C的烘箱中，分別加熱 10、20、30、40、60、120、180、240、300、360 分鐘後取出膜，並測量其厚度。



圖九、加熱時間對膜厚度的影響



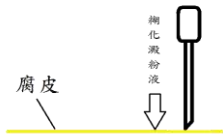



(2)結果分析：加熱時間愈長，膜愈厚，但在前 20 分鐘的影響不大，到 30 分鐘時，膜逐漸增厚。，一直加熱到六小時，膜仍舊持續增厚，幾乎不會停止變性，速率也並沒有減緩的跡象。

(六) 添加物的影響

1. 添加澱粉

一般市售乾燥腐皮看起來很易碎，根據鍾逢或(2014)的研究指出澱粉膜在乾燥時不易破，所以想如果結合兩種膜，是否可使膜更堅固，適合乾燥保存。此外，如果增加膜的厚度或添加鹽是否也可使其更堅固，以下是各種膜的做法及成品。

表三、各種綜合膜的比較表

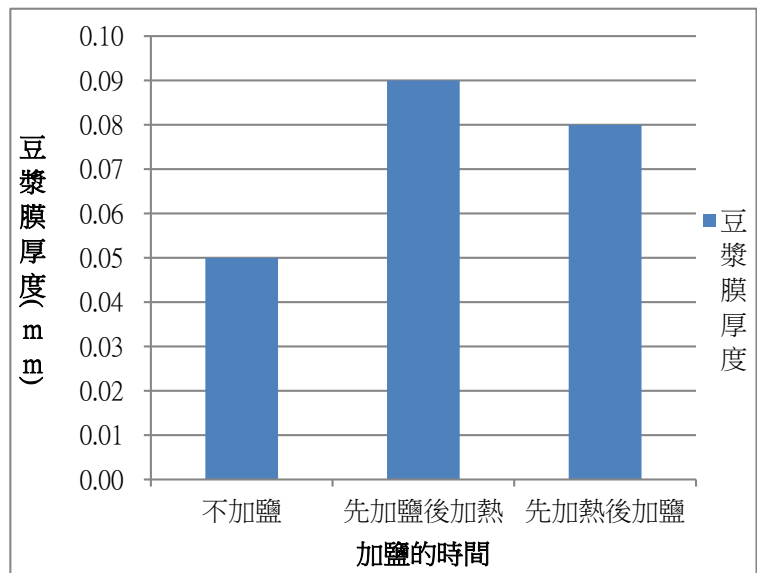
綜合膜的種類	製膜步驟	成品圖
雙層澱粉膜+豆漿膜 	<ol style="list-style-type: none"> 將實驗 1 中的膜置於塑膠袋上，在另取一已烘乾的澱粉膜浸潤後置於上方。 放進烘箱中烘乾。 	
糊化澱粉液+腐皮 	<ol style="list-style-type: none"> 將一杯 2%的玉米粉溶液加熱至 80℃使其糊化。 取一市售腐皮(乾)置於塑膠袋上，並將糊化玉米粉液塗在表面(雙層)。 放進烘箱中烘乾。 	
雙層糯米紙+腐皮 	<ol style="list-style-type: none"> 取一市售糯米紙浸潤後置於塑膠袋上。 再取一浸潤腐皮覆蓋其上方，並確定兩者密合。 最後覆蓋上一層濕糯米紙，確定密合後送入烘箱中烘乾。 	

2. 添加鹽

在 100 cc的豆漿中加入 1g 的食鹽，依加入時間不同，分成先加鹽後加熱、先加熱後加鹽，看鹽是否有助於蛋白質變性。

(1)結果分析

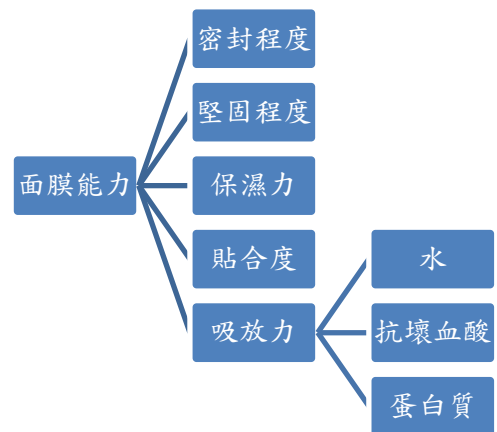
在加熱前先將 1g 的鹽溶入 100 cc 的豆漿中，有助於增加膜的厚度，但鹽不可加太多，否則豆漿中的蛋白質會因鹽析而使蛋白質的溶解度降低而脫離水，若有過多蛋白質會聚集而導致其沉澱而無法成膜。



圖十、加鹽時間對膜厚度的影響

三、測試豆漿膜的特性以評估是否作為面膜

此實驗的目的是將豆漿膜作為面膜使用，市面上所販售的面膜依使用方法分類，大致上分成濕式面膜及乾式面膜，前者可直接使用，後者吸附精華液後再使用等。因豆漿膜在濕的時候易發霉，不易保存，故做成乾式面膜，並與市售乾式面膜紙比較。面膜必須能吸附精華液，釋放於皮膚吸收，並具密封性，讓毛孔張開使其充分浸潤。



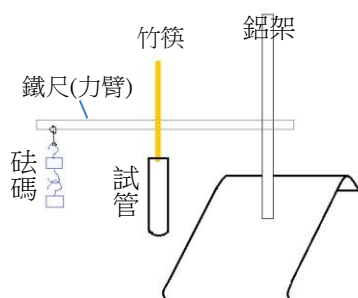
圖十一、面膜能力比較表

因此，密封程度、吸收力及釋放力皆為評估面膜能力的重要指標。另外豬皮和人皮較接近，且容易取得，將以此作為吸收的對象。

(一) 堅固程度

施力於膜上，紀錄使膜破掉的重量，以評估膜的易破度。

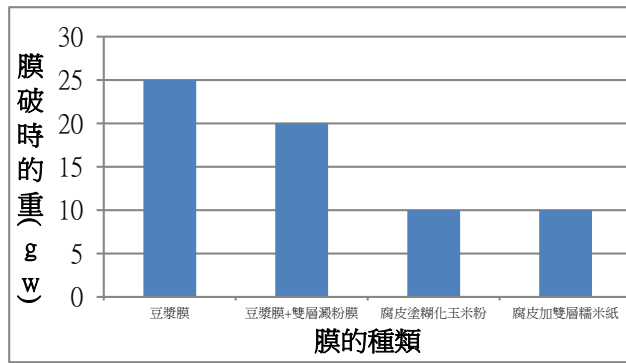
裝置圖：



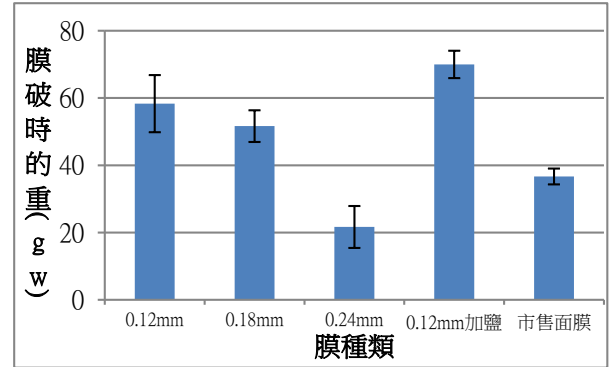
(1)實驗方法

1. 將欲測試的膜密封於試管口。
2. 裝置中，鐵尺為力臂，左側為施力臂，而竹筷為抗力臂，支點則和鋁架以螺絲固定。
- 8 膜承受重量=砝碼總重 x 2
3. 於鐵尺左側掛上砝碼施力，直到膜破。

(2) 實驗結果



圖十二、加了各種澱粉的膜堅固程度



圖十三、厚度對堅固程度的影響

(1) 結果分析

結果顯示不加澱粉的膜反而較不容易破，而面膜紙可承受的重量僅約 35gw，豆漿膜能承受的重量最多可達 70gw，在易破度方面豆漿膜已超越面膜紙。而豆漿膜的厚度愈厚反而愈容易破，無法透過增加厚度而減少易破度，而加鹽也可使膜較不易破。

(二) 密封程度

比較豆漿膜和面膜紙的密封程度，密封程度較佳者，較能達到使皮膚與外界空氣隔絕，使皮膚溫度提高，毛細孔打開、吸收保養成分。

如右圖，將膜封在水杯上，並以有孔重物壓住使其上方通風杯口密封，並置於高溫低濕環境測試。



圖十四、密封程度實驗裝置

1. 實驗方法

- (1) 燒杯裡加入 25g 的水，秤重(A)，加入待測膜後秤重(B)，將待測膜以鐵籃家砝碼封住燒杯口。
- (2) 生長箱設定溫度 37 度(模擬人體溫度)、濕度 40%(加速比較時間)，將裝置放入十五分鐘(模擬敷面膜時的時間)，取出後膜加燒杯再次秤重(C)。
- (3) 秤量實驗後的膜重(D)
- (4) 將 $B-C$ =總失去水分(E)，以 $B-(A+D)$ =膜本身失去的水分(F)，再以 $E-F$ =從杯中散失的水分，原 25g 水-從杯中散失的水分=剩下的水量

(剩下的水量/25g)x100%即為待測膜的密封程度。

2. 結果分析：豆漿膜越厚，密封程度越高，但加鹽的豆漿膜並無法提升密封程度。

(三) 吸水率

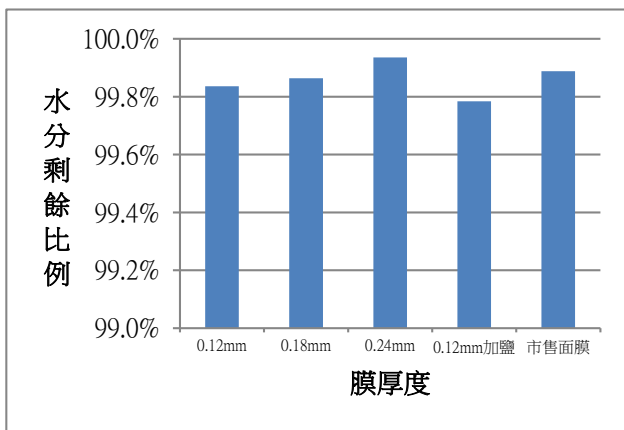
比較兩者的吸水率，因精華液多為水溶液，故吸水率較高者能吸收較多精華液。

1. 實驗方法

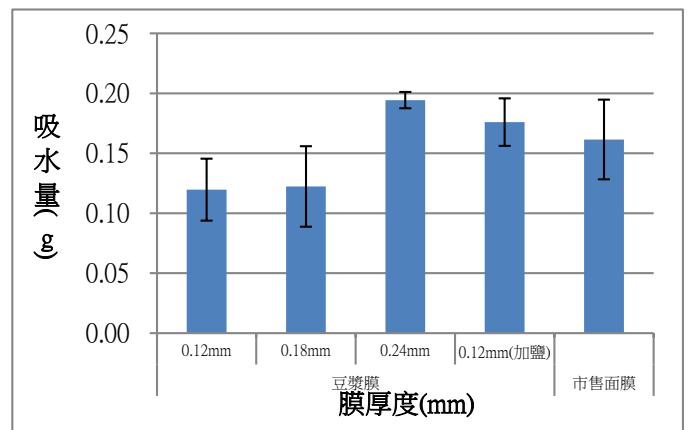
(1)取相同面積之待測膜。

(2)在燒杯內放入等重的水，並將待測膜放入水中 2 分鐘後拿起，直到膜不再滴水，秤燒杯與水的重量，原本水的重量-被吸走的重量即為其吸水力。

2.結果分析：豆漿膜越厚，吸水力越佳，且加鹽的豆漿膜吸水力有提升。



圖十五、檢測不同厚度的膜對密封程度的影響



圖十六、檢測不同厚度的膜對吸水率的影響

(四) 保濕力

甘油可保濕，因此若將吸了甘油的待測膜置於豬皮上，應能使豬皮保濕一段時間。豬皮經吸過甘油的待測膜敷過 15 分鐘後，水分減少的比例越少，保濕力越高。

1. 實驗方法

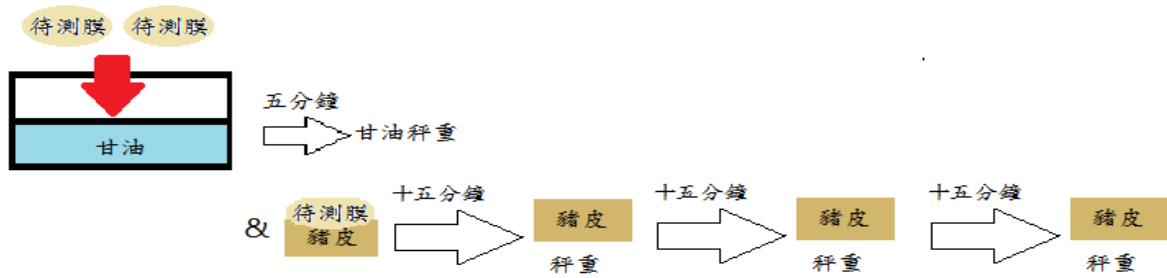
(1)取同面積待測膜，浸入 15g 的甘油水溶液(甘油：水=1：10)中

(2)五分鐘後拿起待測膜，直到不再滴溶液後將剩餘的溶液秤重，紀錄分別被吸收多少溶液

(3)將待測膜平鋪在豬皮上 15 分鐘後將豬皮秤重

(4)每 15 分鐘紀錄一次豬皮重量，連續紀錄 3 次。保濕力即為

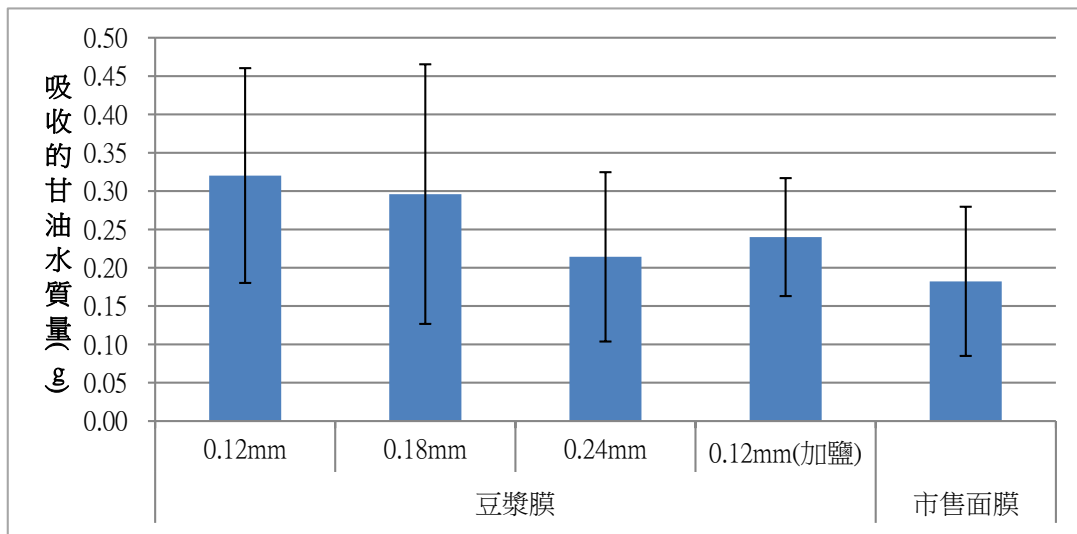
(豬皮水分剩餘的重量/豬皮的原重)x100%。(實驗過程如圖十七)



圖十七、保濕力實驗方法

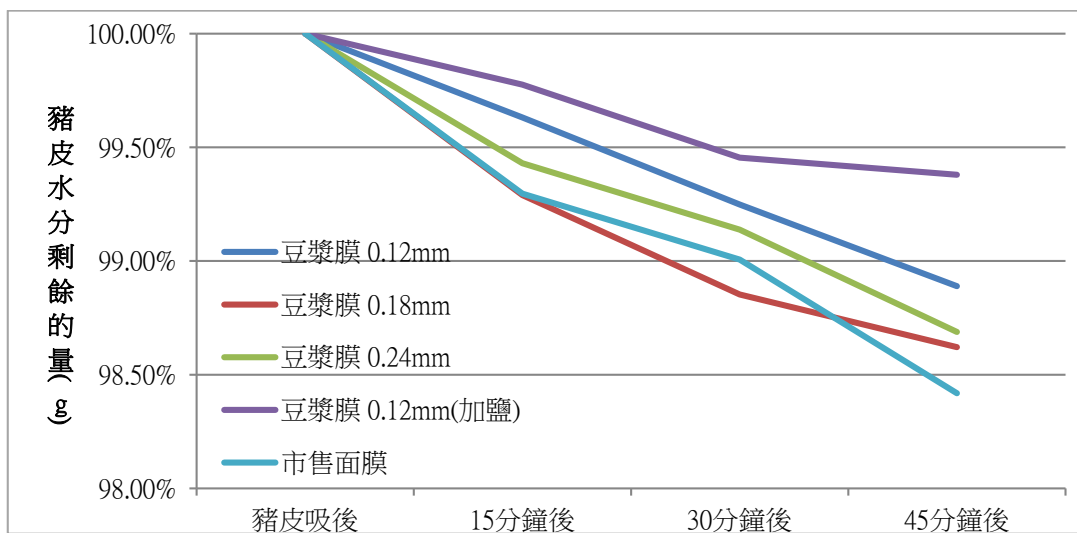
2.厚度

(1)實驗結果



圖十八、豆漿膜吸收甘油水的質量

(2)結果分析：加鹽的豆漿膜並無法幫助吸收甘油水。



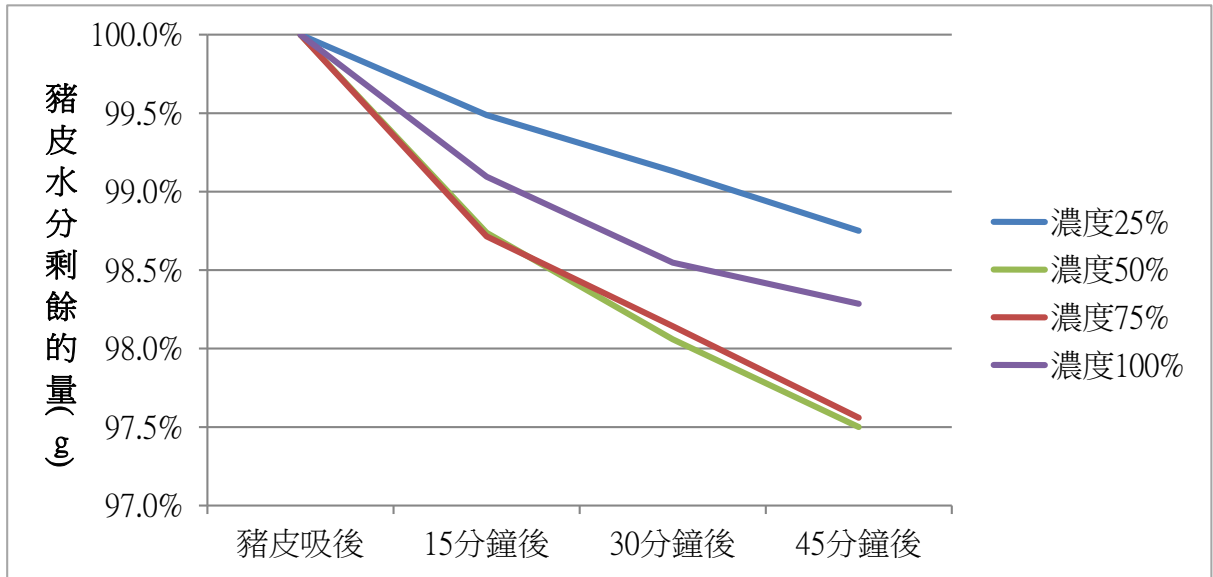
圖十九、豬皮水分剩餘的比例

(3)結果分析：結果顯示，豆漿膜越薄，保濕力越佳，且加鹽的豆漿膜保濕力提升。

3.濃度

調製不同濃度的甘油水，比較何種濃度對於保濕力效果最佳。

(1)實驗結果



圖二十、濃度對保濕力的影響

(2)結果分析：結果發現以 25%濃度甘油水保濕能力最佳，推測是因甘油濃度過高反而會使豬皮因擴散作用讓水分跑到膜上而失水。

(五) 貼合度

當面膜敷在臉上時，不容易從臉上滑下也是很重要的能力，因此以豬皮模擬人臉，並從法向(正向)及切向(側向)以投影片將膜剝離豬皮，看需要多少力，此力愈大，表示貼合度愈高。(參考許等人(2010)的研究)

1.法向貼合度

(1)實驗方法

- 將膜浸潤後貼於豬皮上，並置於培養皿中。
- 在顯微鏡的載物台上放置電子天平，並將培養皿至於電子天平上。
- 將投影片黏於顯微鏡的物鏡上，以等速調節粗調節輪使投影片往下並與膜接觸。
- 等速調節粗調節輪向上，紀錄減輕最多的重量。

(2)結果分析：最厚的膜貼合度最高，且加鹽的膜也可提升貼合度。

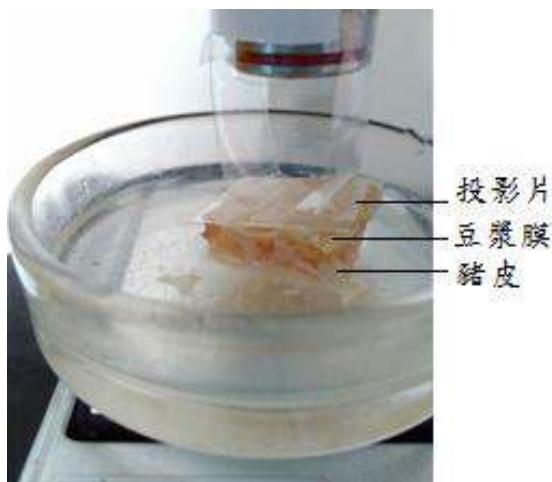
2.切向貼合度

(3)實驗方法

A.將膜浸潤後貼於豬皮上，並置於培養皿上。

B.將投影片黏於繩子上，使其與膜接觸，並將繩子兩端掛 20g 砝碼，再掛在滑輪上。

C.於繩子的一端繼續掛上砝碼，紀錄使膜滑掉的重量。

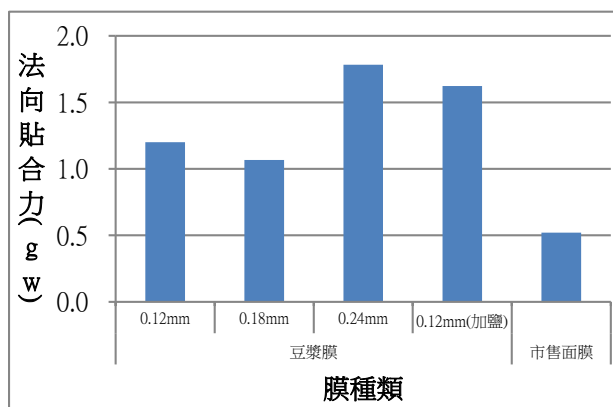


圖二十一、法向貼合度實驗裝置

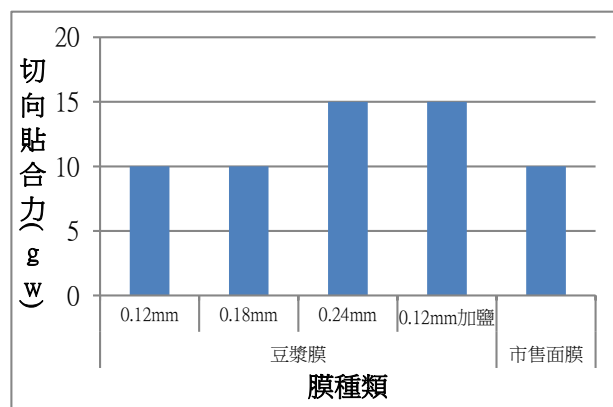


圖二十二、切向貼合度實驗裝置

(4)結果分析：最厚的膜貼合度最高，且加鹽的膜也可提升貼合度。



圖二十三、各膜的法向貼合度



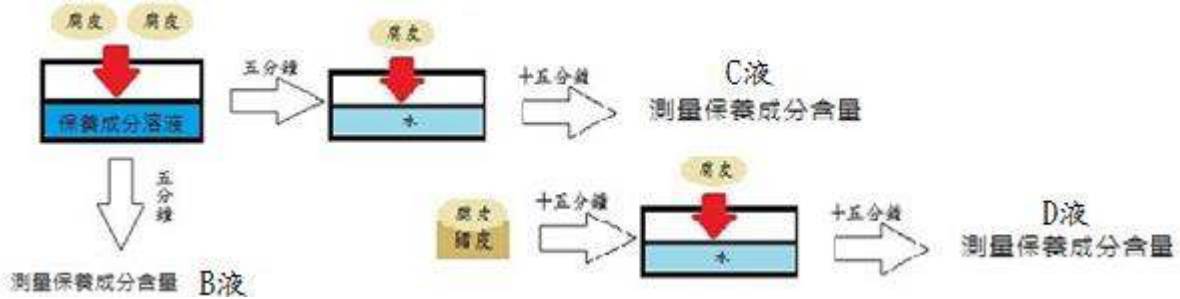
圖二十四、各膜的切向貼合度

(六) 吸放保養成分的能力

市售面膜的精華液中常添加保養成分以達到不同的效果，例如：添加維他命 C 以美白、添加蛋白質以抗皺，因此實驗比較豆漿膜及市售面膜吸放維他命 C 及蛋白質的能力。評估的方法為將待測膜至於單程分保養液中浸泡，取出後敷於豬皮上，

分別測出膜吸收及放出保養液的能力。以下為實驗中各液體所代表的意義。

A 液	B 液	C 液	D 液	吸收量	放出比	放出量
配置好的單一成分保養液測量保養成分含量。	膜泡溶液 5 分鐘，取出膜，測保養成分含量。	浸泡後膜泡水 15 分鐘將膜取出，測量保養成分含量。	浸泡後膜敷豬皮 15 分再泡水 15 分後，取出膜，測保養成分含量。	A-B	$\frac{C}{A-B}$	$\frac{C-D}{\frac{C}{A-B}}$



圖二十五、維他命 C 及蛋白質統一測法

1. 維他命 C

(1) 原理

因維他命 C(抗壞血酸)是很好的還原劑，因此使用氧化還原反應測定維他命 C 的含量。其中，KI 為過量試劑，可提供源源不絕的碘離子，而 $\text{KH}(\text{IO}_3)_2$ 在酸性環境中會和 KI 反應產生 I_2 ，此時抗壞血酸會進行氧化還原反應將 I_2 還原成 I，直至所有抗壞血酸都反應完畢為止。當抗壞血酸都反應完後，過量的 I_2 和溶液中的 I 產生 I^3 ，並與澱粉指示劑產生藍黑色錯合物。依據滴定劑之莫耳數，可以算出溶液中抗壞血酸含量。

化學式：



(維他命 C) (去氫維他命 C)

$$\text{維他命 C 量(克)} = \frac{\text{滴定毫升數}}{1000} \times 176 (\text{維他命 C 分子量 } 176) \times 0.05 \times 3$$

故實驗中維他命 C 定量方法為：

A. 在維他命 C 溶液中加入 1M HCl 0.5mL、KI 0.4g 及 2% 澱粉指示劑 1mL。

B. 在滴定管中加入 0.025 M $\text{KH}(\text{IO}_3)_2$ 並記錄初體積(V_1)。

C.以 0.025 M $\text{KH}(\text{IO}_3)_2$ 滴定維他命 C 溶液，直到溶液出現藍黑色且不褪色時，達到滴定終點(V_2)，紀錄滴定終體積。

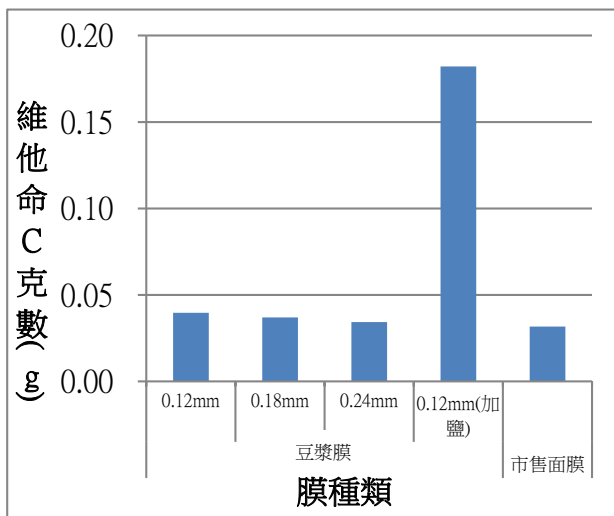
$$D. \text{維他命 C 含量} = \frac{\text{滴定毫升數}}{1000} \times 176 \times 0.05 \times 3$$

(2)厚度

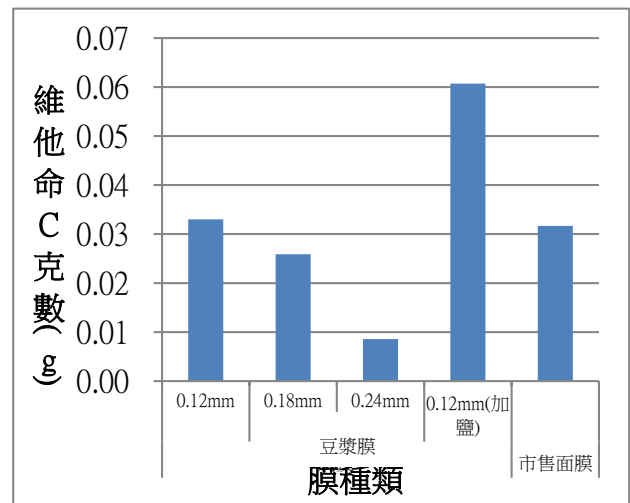
A.實驗方法

- 調配維他命 C 溶液，並以黑色塑膠袋包覆，以免變質。
- 取 12mL 維他命 C 溶液，測量維他命 C 含量(A 液)。
- 取同面積待測膜，分別浸入等量的維他命 C 溶液中 5 分鐘後拿起，直到不再滴溶液時，取剩餘的溶液測量維他命 C 含量(B 液)。
- 取一部分待測膜分別放入清水 15 分鐘後拿起並測量維他命 C 含量(C 液)。
- 將另一部分待測膜分別平舖在豬皮上，15 分鐘後再放入清水 15 分鐘，並測量維他命 C 含量(D 液)。

B.實驗結果



圖二十六、各膜吸收維他命 C 的量



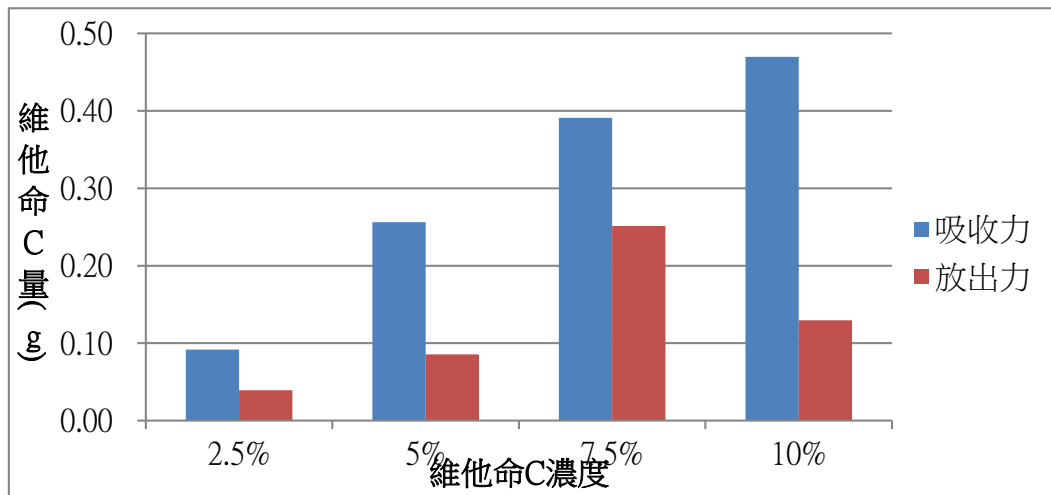
圖二十七、各膜放出維他命 C 的量

C.結果分析：加鹽的豆漿膜吸收、放出維他命 C 的能力最佳。

(3)濃度

比較不同濃度維他命 C 的效果，找出最佳的維他命 C 濃度。

A.實驗結果



圖二十八、濃度對維他命 C 的吸放力的影響

B.結果分析

吸收力隨濃度提高而增加，而放出力則以 7.5%的維他命 C 最好。

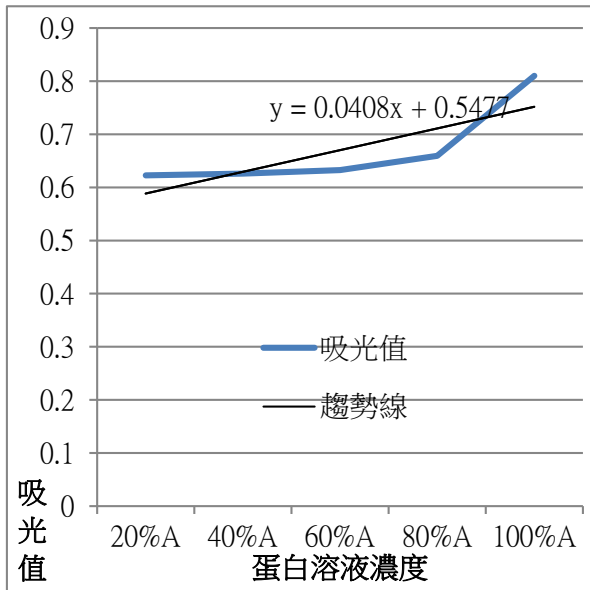
2.吸收與釋放蛋白質(胜肽)

胜肽(蛋白)也常添加於精華液中，因此面膜也需有良好的吸收蛋白能力，才能把蛋白帶到皮膚上。因純蛋白質難以取得，本實驗取雞蛋的稀蛋白作為蛋白質的來源，以針筒吸取雞蛋的稀蛋白做實驗，評估面膜對其吸放能力。

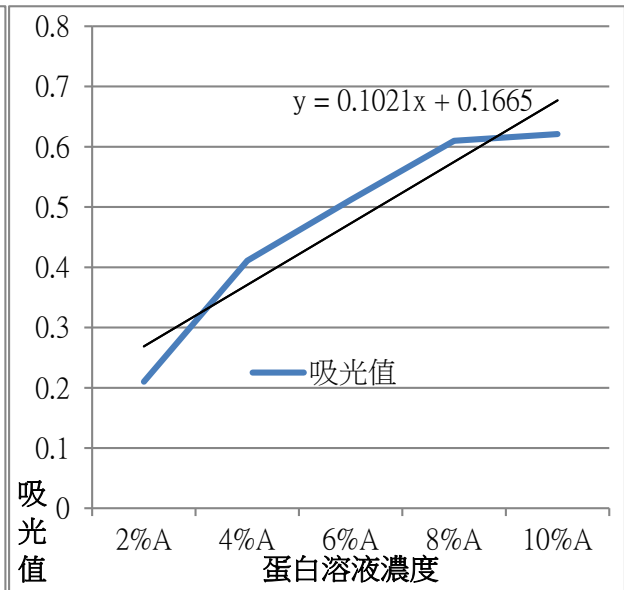
(1) 繪製標準曲線圖

因本實驗無法直接測得膜吸收或放出蛋白質的量，故以比色計測溶液中蛋白質量的變化，實驗前必須繪製蛋白質濃度和吸光值關係的標準曲線圖

- A.以 1mL 蒸餾水加 4mL 雙縮脲試劑，比色計波長設定 550nm
- B.假設原本的蛋白濃度 A%，再配置原液的 80%、60%、40%、20%蛋白溶液
- C.各取 1mL，與 4mL 雙縮脲試劑置於試管中，並置於室溫下 30 分鐘
- D.放入比色計中測量吸光值
- E.紀錄三次數據，取平均值
- F.繪製標準曲線圖



圖二十九、蛋白質高濃度標準曲線



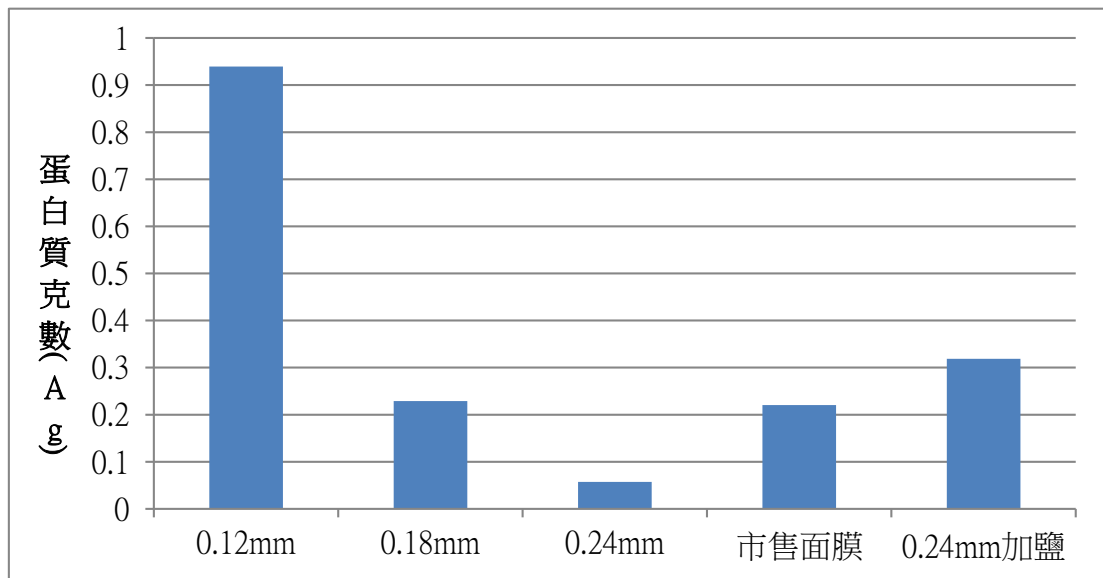
圖三十、蛋白質低濃度標準曲線

計算在待測物各種處理下，蛋白質吸放的情形，算法如下：

$$y = 0.0408x + 0.5477$$

以比色計測出吸光值，以標準溶液曲線推算各濃度 x ，再乘以剩餘溶液量，即為待測溶液所含的溶質克數

(2) 實驗結果



圖三十一、各種膜吸收蛋白質的能力

(3) 結果分析：實驗結果呈現 0.12mm 的豆漿膜吸收力最佳，而加鹽的效果又更好。

(七) 濃度對各保養成分的吸放能力之影響

為調製出綜合保養液，須先了解各成分能力最好的濃度再混合之。而因學校實驗室中無蛋白質標準液，故無法測得蛋白質最佳濃度，所以直接將甘油及維他命 C 溶在蛋清中。而因以上實驗中，0.12mm 加鹽的豆漿膜能力最佳，故使用 0.12mm 的豆漿膜來做以下實驗。

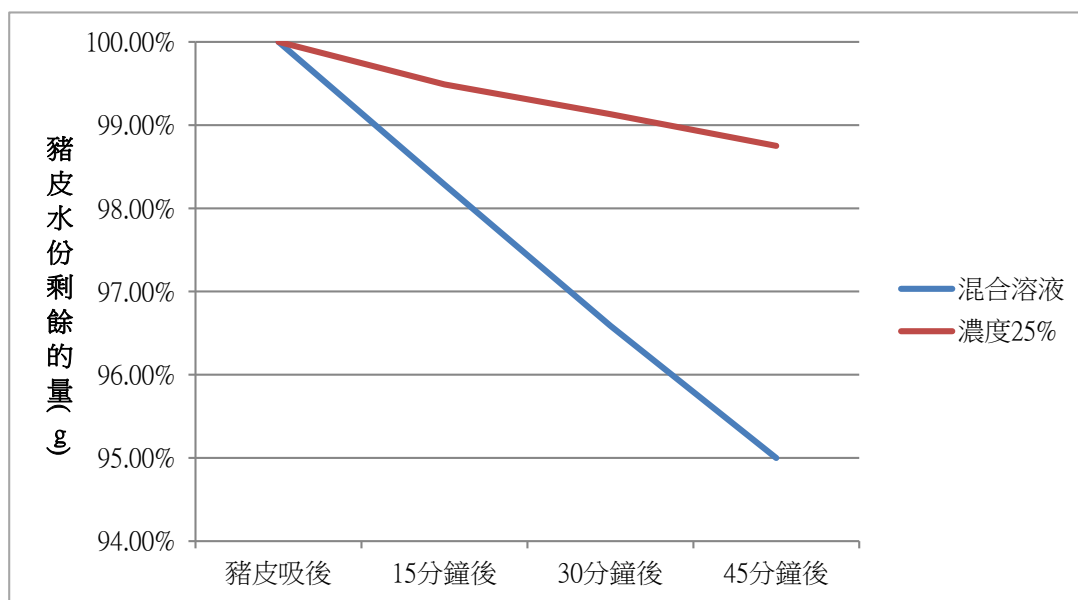
(一) 混合保養液對保養成分效果之影響

為了解保養液混合後是否會影響各成分的效果，故以 25%甘油、7.5%維他命 C、67.5%蛋清混合成混合保養液，並比較混合後對吸放效果之影響。

1. 甘油

取 25%之甘油溶液與混合其他保養成分的保養液比較其他保養成分對保濕力的影響。

(1) 實驗結果



圖三十二、混合保養液對甘油效果的影響

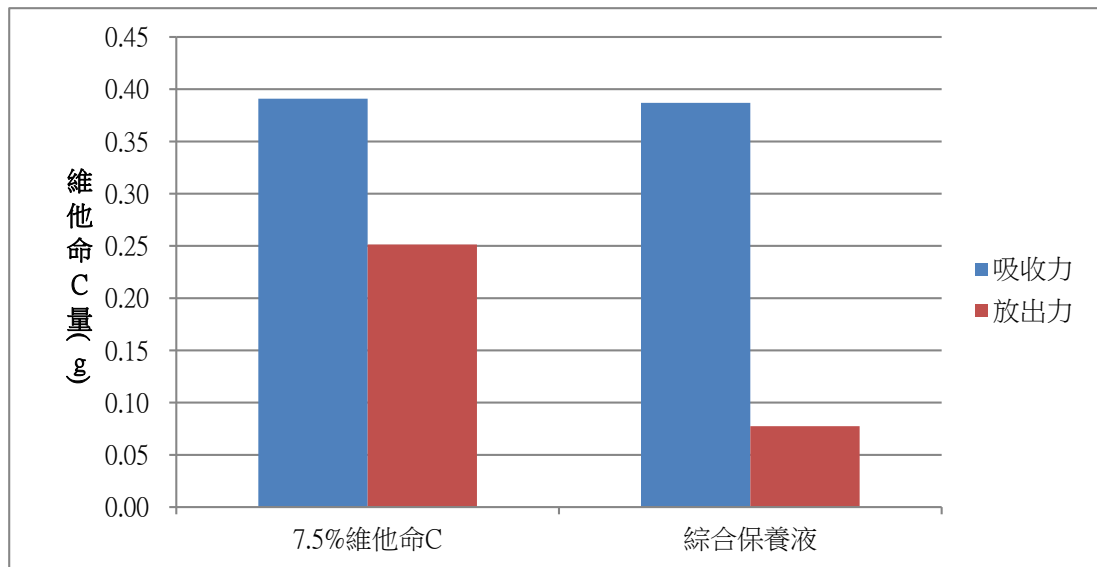
(2) 結果分析

同濃度混合保養液保濕力明顯較甘油水差，推測是甘油與水結合後黏度下降更容易放到豬皮上，而混合保養液中水量較少，故使膜吸收甘油之能力下降，因此保濕力較差。

2. 維他命 C

比較同濃度的維他命 C 在單一成分及混合後的能力，以評估混合保養液的效果。

(1) 實驗結果



圖三十三、混合保養液對維他命 C 效果的影響

3.蛋白質(胜肽)

比較同濃度的蛋白質在單一成分保養液及在混合保養液中的能力，以評估混合保養液的效果。此實驗在輔仁大學生命科學系的幫助下，得以使用 Coomassie Brilliant Blue G-250 作為測定蛋白質含量的指示劑，並以吸光值評估蛋白質的濃度。

(1)原理

Coomassie Brilliant Blue G-250(CBG) 在酸性環境下為褐色(470nm)，當 CBG 接到蛋白質上去的時候，因為蛋白質會提供 CBG 一個較為中性的環境，因此會變成藍色(595nm)。當樣本中的蛋白質越多，吸到蛋白質上的 CBG 也多，藍色也會增強。因此，藍色的呈色強度，是與樣本中的蛋白質量成正比。

(2)繪製標準曲線

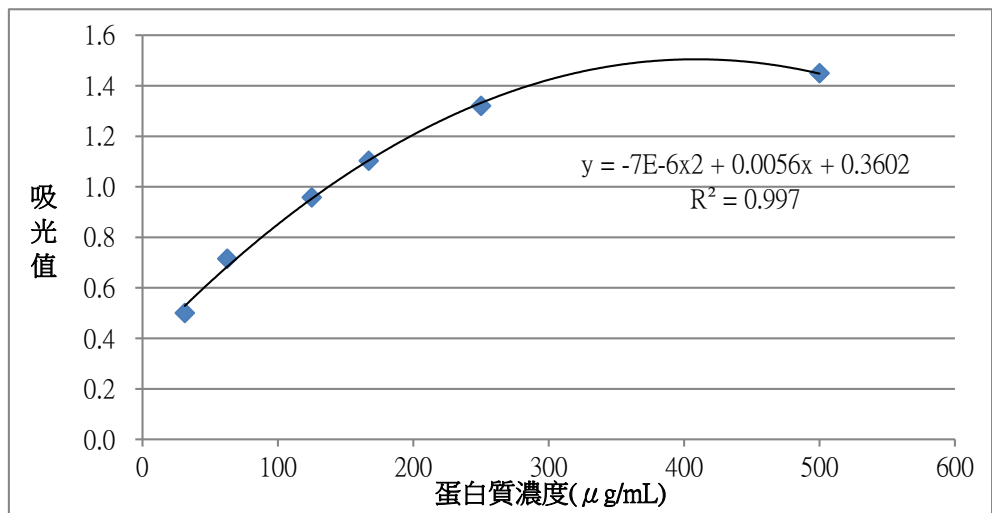
A.以 BSA (500 $\mu\text{g/ml}$)作為標準品，如下表所示稀釋。

表三、BSA 稀釋倍數及濃度之關係

稀釋倍數 (X)	1	1/2	1/3	1/4	1/8	1/16
稀釋後濃度 ($\mu\text{g/mL}$)	500	250	167	125	62.5	31.25

B.各取 50 μL 待測液放入 96 孔盤中，加入 200 μL 的 CBG，使其在室溫下反應 15 分鐘，測 OD_{595}

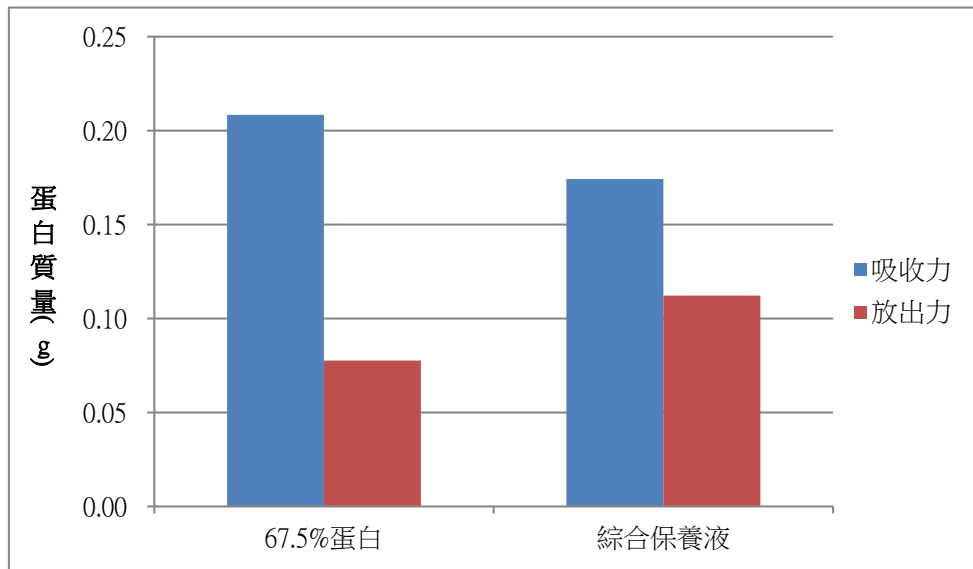
C.依照吸光值畫出標準曲線圖



圖三十四、蛋白質標準曲線圖

D.利用標準曲線圖公式 $y = -7 \times 10^{-6}x^2 + 0.0056x + 0.3602$ ，算出蛋白質的濃度

(3)實驗結果



圖三十五、混合保養液對蛋白質效果的影響

四、DIY 豆漿面膜

為了將此作品應用於生活中，使大眾可以在家自行用豆漿來保養自己的皮膚，所以根據以上的實驗結果，找出一種可以 DIY 面膜並使皮膚有效吸收成分的方法。

(二) 製膜方法

1. 準備市售豆漿 1000 cc。
2. 加入大鐵鍋內(考慮人臉大小，直徑約需大於 17cm)，並加入 10g 的鹽。
3. 以瓦斯爐(或電磁爐)加熱至 85°C，在加熱期間持續攪拌，一方面避免燒焦，一方面避

免成膜。

4. 將烤箱設定在 85°C，將豆漿整鍋放入烤箱中。
5. 半小時後將豆漿取出(此時，豆漿膜厚度約達到 0.12mm)，冷卻後以撈網將膜撈出。
6. 攤平在塑膠袋上(可先清洗)以吹風機吹乾。
7. 剩餘的豆漿可飲用或再次製膜。

(三) 製作保養液方法

1. 保濕面膜：取 2.5g 加水到 10g。
2. 美白面膜：取 3.5 顆維他命 C 錠磨碎加水到 10g。
3. 除皺面膜：取 6.75g 蛋清加水到 10g。

(四) 使用方法

1. 先將膜以保養液浸潤後直接敷於臉上。
2. 15 至 20 分鐘後，直接將膜取下即可。

(五) 放置時間對膜生菌數的影響

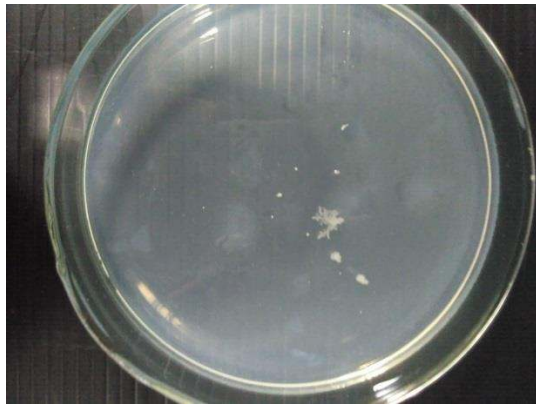
食藥署規定，用於臉部之化妝品生菌數不得超過 1000CFU/mL(每 mL 有 1000 個菌落)，故檢測膜在室溫下的使用期限。

1. 實驗方法

- (1) 將放置一周的膜及新膜各取 2*2cm 泡在無菌水裡五分鐘後取出，即為待測菌液。
- (2) 取 50 μ L 菌液滴於 15gPCA 培養基中，以 L 型玻棒將菌液抹勻。
- (3) 加蓋倒置於 30°C 之細菌培養箱中培養 1 天。
- (4) 取出並數培養基表面之菌落數，不得超過 20。

2. 實驗結果

- (1) 新膜與放置一周後的膜



圖三十六、新製膜的菌落



圖三十七、一周後的膜菌落

(六) 使用後效果比較

以上述方法製成的豆漿膜，分別進入不同成分的保養液後，連續敷四天觀察面膜效果

表四、觀察各保養成分敷後效果

	敷前	敷後第一天	敷後第二天	敷後第三天	敷後第四天
維他命C					
甘油					
蛋白質					

結果分析：

甘油敷後第四天明顯較敷前較含水、蛋白質敷後第四天細紋明顯減少。而維他命C的美白效果較不顯著推測是利用手持式顯微鏡觀察較不易比較皮膚的美白程度。

伍、討論

- 一、豆漿成膜原因：豆漿富含蛋白質，而蛋白質在加熱時會將原本的蛋白質球(三、四級結構)打開(S-S 鍵或 S-H 鍵斷裂)成一級結構(denature)，當此鍵結斷裂時，蛋白質的疏水端外露，而導致蛋白質脫離水飄出，在豆漿表面的水分蒸發後成膜。

二、製作豆漿膜

(一)關於豆漿膜原料的探討

因市售豆漿的製作過程中，過濾的網目一定較自製豆漿中的紗布袋還細，故在市售豆漿中，雜質(豆渣)一定較少，而豆渣很容易黏在膜上，這會使得整張膜部軍職而一破，故此後的實驗皆以市售豆漿作為原料。

(二)熱源對豆漿成膜的影響

熱源 比較項目	加熱攪拌器	電磁爐	烘箱
適用對象	燒杯等小容器	鍋子等大容器	皆適用
優點	可定溫加熱、定速攪拌	加熱快速	加熱穩定、不會使豆漿沸騰
缺點	加熱面積太小	豆漿會沸騰起泡、加熱不均，膜不均質	加熱較慢

(三)添加澱粉入膜的影響

澱粉膜和蛋白質膜在不同乾溼環境性質不同，韌性剛好可以互補，但研究發現加澱粉的膜反而較容易破，推測是因為豆漿膜本身表面就不平整，加了澱粉乾燥後，表面更不平，竹筷施力時易因表面受力不均勻而撕裂，因此這種混合成分的膜，必須待技術改進後再探討。

三、發展豆漿膜成為面膜的想法及評估方法

(一)想法

敷面膜與擦保養品的差別在於面膜這個載體的功效，它可以使得毛細孔張開吸收保養成分，但在過程中多少會損失一些保養成分，故也要能吸收、釋放足夠的保養成分到皮膚，而在使用過程中不能容易破、敷的時候不會滑動，才能符合面膜使用的方便及其功效。

(二)評估方法

1.特性

為了使膜較不易破，故測試堅固程度，將乾燥的膜覆蓋於試管上烘乾使其緊繃，再以竹筷施力戳破，測試膜單點的最大承受力；為了使得敷面膜可將毛細孔張開吸收保養成分，故測試密封程度，而因水分蒸發速率慢，故我們以低濕環境加速反應，以

37°C 模擬人體溫，並使膜儘量與杯口貼合但有不能封住膜上方，故以有孔筆筒掛砝碼壓在膜上測試密封程度；又因保養成分大多是水，故測試了吸水力；考慮到敷臉時膜不能滑動，故參考許等人(2010)的研究以投影片從不同方向吸附膜，評估貼合度。

2. 吸放保養成分能力

維他命 C 因有美白的功效，也常被添加於保養液中。因維他命 C 是個很好的還原劑，故可以碘還原法測定其含量。由於維他命 C 易因光照、空氣變質，所以剛調好的維他命 C 溶液須包覆黑色塑膠袋並盡速用完。

胜肽具緊緻皮膚的功效，也常被添加在保養液中。但因純胜肽較難取得，所以我們以蛋清作為胜肽的來源。蛋白質遇雙縮脲試劑呈紫色，最大吸收波長為 550nm，故我們想以吸光值來做為評判的依據。但以此方法製作的標準曲線圖趨勢怪異，並沒有通過原點，且在測吸光值時數據不斷跳動，所以後來改用 BSA 繪製標準曲線，並用 Bradford 法測定蛋白質含量。

四、豆漿膜的厚度對面膜的影響

(一) 製作不同厚度膜的做法

本實驗證明：加熱時間對豆漿成膜的厚度影響最大，推測是因為豆漿中蛋白質的含量非常豐富，且蛋白質維持在 85°C 時會持續變性，故在烘箱中，膜可以不斷增厚。

濃度及容器對膜的厚度並沒有太大的影響，推測是因為在不同濃度下，豆漿中的蛋白質皆是過量的，故給予相同的熱能，會變性的蛋白質量也相同，膜的厚度也就差不多。而容器口徑也不影響的原因應是因為在相同的溫度下(85°C)豆漿表面的蒸發速率相同，故在膜形成、蛋白質堆疊時，蛋白質的量可能不同，但因蒸發速率相同，故膜的厚度相差不大。

(二) 厚度對易破度的影響

厚度愈高，膜愈易破，推測是因為蛋白質在堆疊時，堆的愈厚，蛋白質之間的空隙增加，而此空隙造成膜在受力時會被撕裂。(如右圖)



圖三十八、厚度對易破度的影響原理

(三) 比較不同厚度的豆漿膜之特性



圖三十九、薄膜吸收孔隙暴露在外

厚度愈低，膜吸收保養成分的能力愈佳，推測是因後膜的吸收孔隙在成膜時被包埋在其中，無法吸收保養成分。



圖四十、厚膜吸收孔隙被包埋

五、添加鹽對豆漿膜的影響

(一)添加鹽對厚度、堅固程度的影響

加鹽主要對膜的影響就是使其成膜時間縮短、相同時間內膜較厚，因加鹽有鹽析的作用使得蛋白質可較快速的脫離水而飄出、組織、成膜，在此過程中，蛋白質堆疊的較為整齊、緻密，也使膜較不易破。



圖四十一、未加鹽的膜吸收孔隙少



圖四十二、加鹽的膜吸收孔隙多

(二)吸放保養液的特性

加鹽使得單位厚度內，蛋白質鏈的量增加，故蛋白質之間的凹槽增加，吸收孔隙也增加。

六、關於 DIY 面膜方法的探討

(一)膜

1.做法

(1)加入 10g 鹽：根據以上實驗，加鹽可提升膜的大部分能力，僅密封度下降，故在 DIY 時添加鹽。

(2)加熱至 85°C：根據陳等人(1999)的研究，豆漿在 85°C 時產膜速率最高。

2.保存

因暴露在空氣下的膜，空氣中的微生物易落到膜上生長，導致膜表面的生菌數過多，超過食藥署在化妝品生菌數上的規範，1000CFU/mL，故建議密封包裝或冷藏保存。

(二)保養液

1.混合保養液的做法

(1)將蛋冷藏一~二星期：使其稀蛋白量增加，皮膚較易吸收。

(2)3.5 顆維他命 C 錠：因一般市售的維他命 C 錠中，一錠約含 200mg 的維他命 C，而

在保養液中，維他命 C 的最佳濃度為 7.5%，需 0.75g，故取用 3.75 顆(約 3.5 顆)。

2.混合的效果

因混合的保養液中水的量僅有蛋清中的一些些，而少了水這個媒介，維他命 C 無法透過溶解於水中而被膜吸附；甘油則因黏度較大而較難以脫離膜，導致保濕力下降，故最後選擇將各種成分分開使用。

(三)實測效果

在連續使用四天我們的面膜產品後，發現在除皺、保溼有顯著效果。

陸、結論

一、豆漿膜的製作

- (一) 豆漿成膜主因為蛋白質變性。
- (二) 市售豆漿溶液雜質少，可使膜較平整。
- (三) 膜的厚度取決於加熱時間。

二、膜的特性

- (一) 厚度愈高，吸水力愈佳；易破度、保濕力、密封程度、吸放抗壞血酸、吸收蛋白質的能力，皆傾向愈薄愈好。
- (二) 加鹽可提升易破度、吸水力、保濕力以及吸放抗壞血酸、吸收蛋白質等能力。

三、研發 DIY 面膜

具環保、不易破、可密封、價格低廉等優點，且吸放保養成分的能力也勝於市售面膜紙，有除皺、保濕等效果，但混合保養液無法達到原有效果。

柒、參考資料及文獻

- 一、丁世云、李詩龍與侯傳亮(2007)。腐竹機械化生產工藝與裝備研究。取自 <http://wenku.baidu.com/view/9cd1c808581b6bd97f19ea38.html>
- 二、余瑞琳(2007 年 2 月 10 日)。維生素 C 之定量。取自 http://www.ch.ntu.edu.tw/~genchem99/doc/d9710/9712_E12.pdf
- 三、陳和賢、古源光與陳文龍(1999)。豆皮工廠溫度監控系統建立之研究。取自

<http://agriauto.bime.ntu.edu.tw/printed/ciam/ciam08/8-4/8-4-5.pdf>

四、張麗卿(2010年9月)。化妝品檢驗分析。

五、程仁華、汪淑台(民國95年12月10日)。食品化學實驗

六、黃禎淦(無年分)。保濕劑型大不同。取自

<https://www.newskinhouse.com.tw/btpaper/a004-2.html#top>

七、鄧瑞君、許榮雄(1999年2月)。影響腐竹形成的因素探討。取自

<http://wenku.baidu.com/view/4aea994f852458fb770b563a.html>

八、葉偉民、韓煥興(1996)。上海醫學檢驗雜誌。取自

<http://www.cqvip.com/qk/96167x/199604/2402560.html>

九、許家樺、羅聖興、陳則丞(2010)。足下天地大，掌中有乾坤—探討龍蝨抱握足的形態與吸
附力。中華民國第五十屆中小學科學展覽會作品說明書。

【評語】 030807

利用本土豆漿膜，發展成面膜的應用，具本土性及趣味性。唯科學上的探討，可以更加精進。