

中華民國第 61 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國小組 生活與應用科學(二)科

第二名

082905

「蛋」「藻」協力，齊心抗菌！

學校名稱：臺北市私立復興實驗高級中學(附設國小)

作者： 小六 楊兆琳 小六 游子萱 小六 黃欣平	指導老師： 范暄昊 盧世晟
---	-----------------------------

關鍵詞：海藻酸鈉、抗菌力、蛋白色糊

摘要

查詢過去作品之文獻，過往常以蛋白質作為天然無毒的助染，但是其易生菌是一大缺點。本研究探討海藻酸鈉水溶液與海藻酸鈉蛋白霜的抗菌效果，進而嘗試調製出具有抗菌能力的海藻酸鈉蛋白霜色糊的媒染成效；也同時進行物理性實驗檢視耐用度與水洗牢度。研究結果發現：**10%的海藻酸鈉水溶液經過 ATP 冷光儀的測試，具有顯著的抗菌效果，可持續 7 天；10%海藻酸鈉蛋白霜色糊能以「省水、省時」的方式進行染布，具有良好的媒染效果，染色後的棉胚布在 5 天內具有一定程度的抗菌效果。**透過一系列的物理性測試，經海藻酸鈉蛋白霜色糊塗抹後的布料具有明顯的硬挺度，也容易剪裁，可做為簡易的抗菌染料。本研究之成果望可開發成抗菌衣物，更廣泛的進一步研究。

壹、研究動機

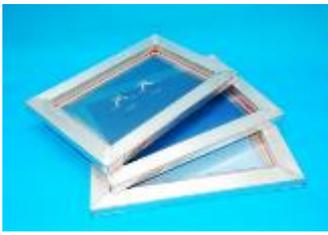
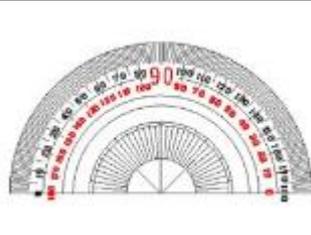
因應新冠病毒的流行，各式消毒物品大行其道，然而過多的酒精使用常常造成皮膚的刺激，甚至引起接觸性皮膚炎或過敏反應，本研究希望能夠找到無毒溫和的抗菌物質，並且探討是否能廣泛應用。

暑假上西點烹飪課有打發蛋白製成蛋白霜，蛋白霜是西點常用的食材，在製作蛋白霜時，不小心沾到衣服上，沒有馬上處理，沾到的地方馬上變硬了。我們以前在戶外教學體驗染布時，上過植物染的課程，發現棉布在染色前都會浸漬豆汁或豆漿，老師說吸收蛋白質的棉布較容易染色，於是我們思考著：豆類是植物性蛋白質，蛋白霜是動物性蛋白質，也能夠用來染布嗎？**它能夠賦予棉布「抗菌」的性能嗎？「調製出具有抗菌力的色糊」**成為我們的研究目標，我們也希望能夠將此色糊進行應用與推廣，於是就開始了一系列的實驗！

貳、研究目的

- 一、調製海藻酸鈉水溶液與海藻酸鈉蛋白霜色糊，檢視其抗菌成效。
- 二、經海藻酸鈉蛋白霜色糊染色之棉胚布進行物理性測試，檢視此抗菌色糊之應用性與推廣性。

參、研究設備與器材

			
雞蛋	打蛋器	棉胚布	網版
			
海藻酸鈉	薑黃粉	乾燥蝶豆花	胭脂紅蟲粉
			
熨斗	量角器	一般色素	ATP 冷光儀

肆、研究設計與過程

一、研究架構圖

本研究之研究架構圖如下圖 4-1-1 所示：

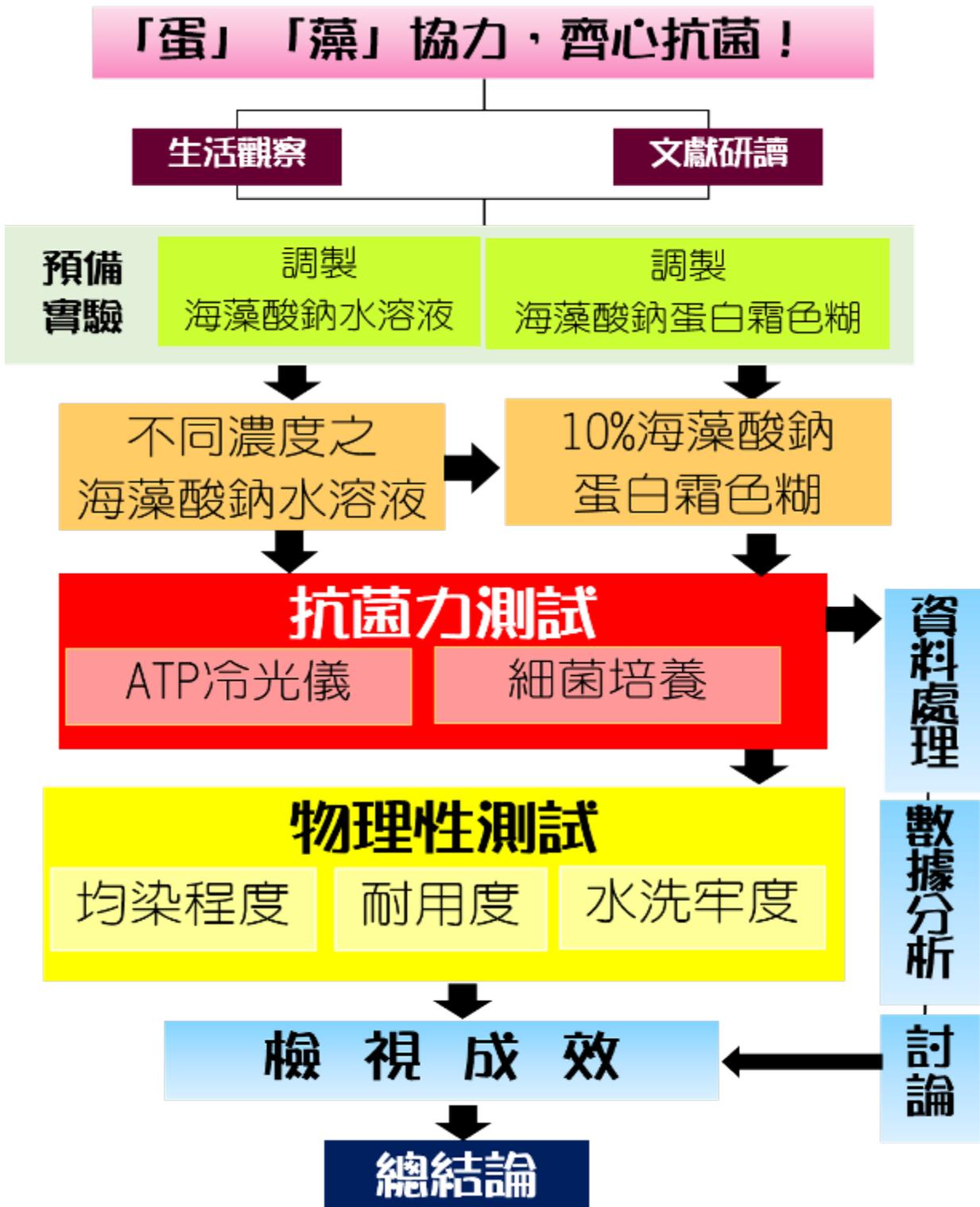


圖 4-1-1 研究架構圖

二、本研究之文獻探討

(一)ATP 冷光儀 (ATP luminometer)

ATP 冷光儀主要是用 ATP 來進行微生物總含量的檢測，所以它不再像傳統細菌及黴菌培養方法 (microbial culture) 般要經數天至2星期的時間才得知細菌的總數。ATP生物冷光反應技術已廣泛地應用在各項產業，香港政府使用ATP冷光儀以確保環境不受肉眼見不到的微生物所污染。中國則是使用ATP冷光儀確保食物加工廠環境符合衛生標準，否則即時停工以避免大規模食物中毒。國內使用ATP冷光儀於食品衛生與醫院環境檢測，其中以重症醫療場所與加護病房為主要用途；測試方法為單一樣本測三次取得平均值。儀器上的顯示出來的RLU值(relative light unit)為10×10公分所含有的細菌數量，其數量公式為RLU值×100。若數據顯示出為1000，則代表此區域的細菌數約為10萬。(吳宛靜等，2020)

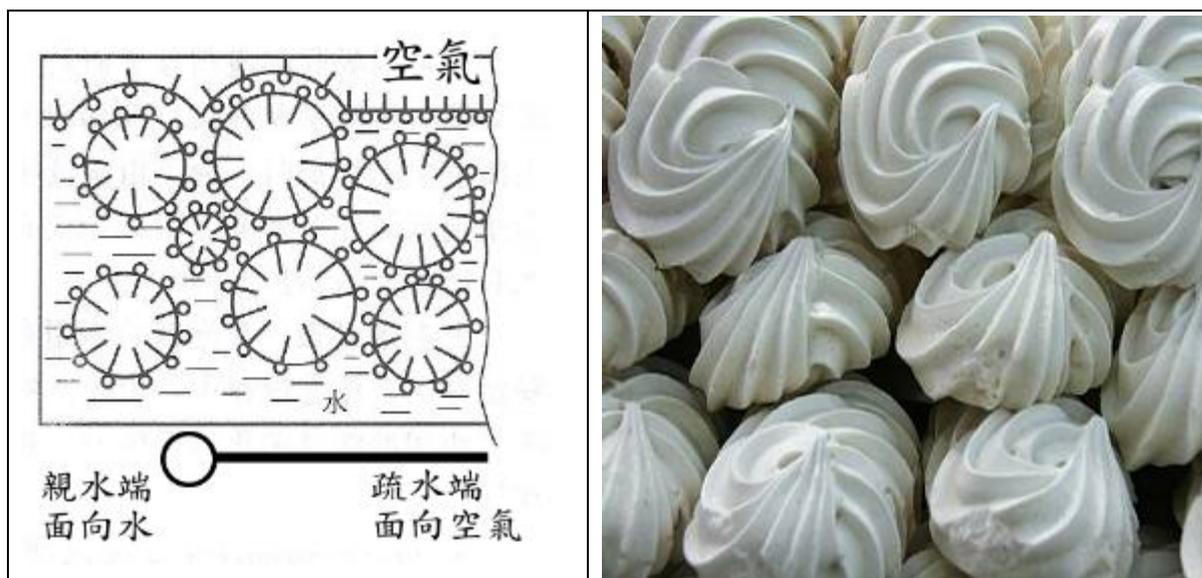
一般RLU值必須要在1000即代表該表面細菌量較少，具有抑菌的效果，一般醫療環境則是要小於200、食品衛生則是需要小於500。

以上資料引自：吳宛靜等(2020)，運用生物螢光反應檢測法稽核醫院環境清潔之成果。感染控制雜誌。202002_30(1).0002。

(二)什麼是蛋白霜

蛋白霜就是由蛋白結合砂糖，兩者打發後的結果。成功的蛋白霜應該是綿密而膨鬆，且呈現雪白無顆粒的狀態。

蛋白霜主要是由蛋白質和水組成，每一組的蛋白質由一連串的胺基酸組成，其中又分親水性和疏水性的胺基酸，親水性胺酸會在外圍，疏水性胺基酸會在內層，蛋白霜的形成，主要是藉由打蛋器，讓大量空氣進入蛋白中，而分子重新排列組合就改變型態成為了綿密的蛋白霜，親水端的胺基酸面向水，疏水端的胺基酸會面向空氣。當蛋白打發至一定程度時，加入細砂糖，當砂糖溶解和蛋白中的水份相融時，會使得蛋白霜內的氣泡更穩定，較不易崩塌。



過往的科展研究報告有關於蛋白霜的探究均是「以蛋白加入砂糖」打發，但是我們認為：加太多的糖是否太過於浪費？我們能否找尋另一個可以代替糖作為增加黏稠度的物質？

(三) 讓植物纖維更能着色的蛋白質之文獻探討與本研究作品比較

蛋白質跟染料比較容易結合上色。植物性纖維所含的纖維素不容易跟染料結合，所以就加強它的蛋白質，來改善它的上色情況。黃豆中含有豐富的蛋白質，取它的汁液來浸泡棉布這是日本植物染的工作程序必備，但是現在也有專賣店賣染色助劑（濃染劑&定色劑），來代替這個步驟。（黃喜玫，2003）

以往科展關於蛋白質染料的研究，主要以豆漿做為變性蛋白，經過長時間的浸泡，還要加助染劑與定色劑，其中有一作品顯示出浸泡溶液的pH值高達10，如果把一整缸的染劑全部掉入水槽裡，是否會對環境造成危害？環保部分是否仍需要嚴謹的評估？我們研究希望能夠做出在數天內能夠具有抗菌力的染料，將布料能在短時間內達到均染的效果，以「省水、省時」的方式進行染色。

(四) 海藻酸鈉相關科展研究探討與比較

海藻酸鈉可以快速的吸收水分，可以在造紙和紡織行業中用作脫水劑和上漿劑。在食品工業和日用化學品工業中使用則是以海藻酸鈉或海藻酸鉀的形式被用作乳化劑或增稠劑，是冰淇淋、奶昔等食品及化妝品的常見成分。國內相關科展研究多數為化學科研究作品，只要是以海藻酸鈉與澱粉、金屬離子混合成半透模或晶球

的方式進行電解。但是目前查詢「以海藻酸鈉抗菌效果」的科展文獻極少，基於以上文獻探討，我們打算以海藻酸鈉與蛋白進行實驗，希望我們能夠做出具有抗菌能力的色糊染料！

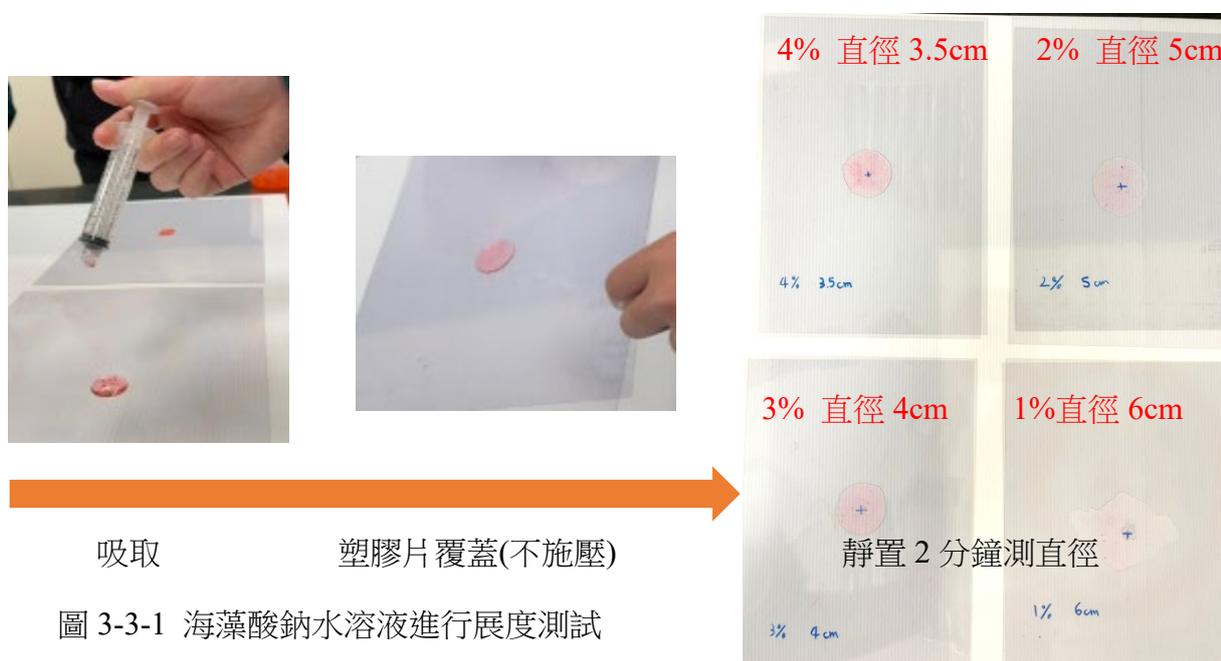
三、預備實驗

(一)調製海藻酸鈉水溶液

我們調製 1%、2%、3%、4%與 5%的海藻酸鈉水溶液，均有黏稠度，另外觀察到 5%海藻酸鈉水溶液，需要於恆溫水槽加熱或是攪拌後靜置約 30 分鐘。因此我們先將 1%、2%、3%與 4%的海藻酸鈉水溶液吸取 2ml 進行展度測試，觀察其延展性，步驟如下：

1. 針筒吸取 1%、2%、3%與 4%的海藻酸鈉水溶液各 2ml。
2. 按壓於 A4 塑膠片上，再覆蓋相同尺寸的塑膠片。
3. 靜置 2 分鐘後測量延展的直徑。

流程圖見於下圖 3-1-1 所示：



經過初步的展度測試，濃度的提高讓溶液黏稠度提高，4%的海藻酸鈉水溶液雖然最濃稠，但是我們認為仍具有延展。

(二) 調製海藻酸鈉蛋白霜色糊

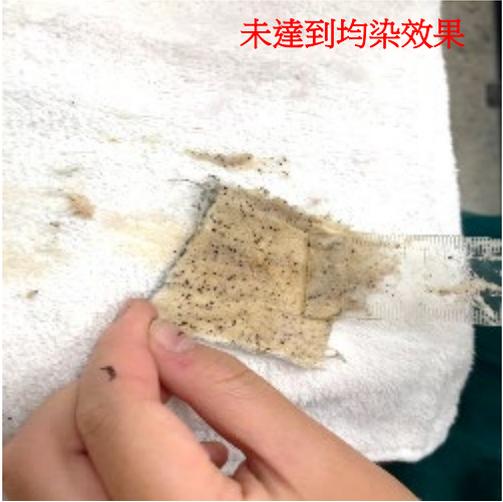
由於蛋白具有黏稠性，因此我們在預備實驗先調製 1%海藻酸鈉蛋白霜做為初步實驗，實驗結果顯示：1g 海藻酸鈉加入 99g 蛋白攪拌 2 分鐘就可以迅速將蛋白打發成濕性發泡的蛋白霜！我們更嘗試加入染料形成色糊，檢視成效。



1. 海藻酸鈉蛋白霜色糊加入天然植物色素作為染劑

我們嘗試加入咖啡渣、火龍果、洋蔥皮等天然色素當作染料，將蛋白霜形成色糊進行染布(棉胚布，尺寸大小：5cm×5cm)。由於洋蔥皮汁液雖然深，但是水份過多，加入蛋白霜後立刻消泡，因此後續以咖啡渣與火龍果進行實驗，成效如下表 3-3-1 所示：

表 3-3-1 咖啡渣、火龍果加入蛋白霜形成色糊

	加入蛋白霜形成色糊	塗抹於棉胚布情形
咖啡渣		
火龍果		

經由表 3-3-1 可以明顯的看出，咖啡渣與火龍果的添加讓蛋白霜變成色糊，塗抹在棉胚布上「未達到均染」效果，這讓我們思考著：「是否將染劑限制於乾粉性的染料？」經過資料搜尋，接下來將使用植物性染料(薑黃粉)、動物性染料(紅蟲粉)與食用色素進行後續染布實驗。

2. 以乾粉性染料之海藻酸鈉蛋白霜色糊，進行「泡沫染色」與「網版印刷」

調製 1%海藻酸鈉蛋白霜後取出並分裝，再分別加入蝶豆花粉、薑黃粉、紅蟲粉與食用色素，分別進行媒染、網版印刷，再低溫熨燙，檢視媒染成效。

如下圖 3-3-1 至 3-3-11 所示。



圖 3-3-1 添加薑黃粉之色糊



圖 3-3-2 添加紅蟲粉之色糊



圖 3-3-3 添加食用色素之色糊



圖 3-3-4 添加薑黃粉之色糊染布成效



圖 3-3-5 添加薑黃粉之色糊網版印刷成效



圖 3-3-6 添加紅蟲粉之色糊染布成效



圖 3-3-7 添加紅蟲粉之色糊網版印刷成效



圖 3-3-8 添加食用色素之色糊染布成效



圖 3-3-9 食用色素之色糊的雙色漸層成效



圖 3-3-10 添加蝶豆花粉之色糊



圖 3-3-11 蝶豆花粉之色糊網版印刷後之成效

實驗發現：1. 調製 1%海藻酸鈉蛋白霜，加入蝶豆花粉、薑黃粉、紅蟲粉與食用色素等乾粉性染劑形成色糊，皆沒有消泡的現象發生。

2. 色糊塗抹於棉胚布上經過熨燙乾燥後，均達到「均染」的成效。

3. 色糊可經過網版印刷出精美的圖案，但是網版圖案的孔隙若是寬度小於 0.1 公分則會造成些許瑕疵，如右圖圈起處所示。因此仍有印刷上的限制。

4. 無添加海藻酸鈉的蛋白霜所形成的色糊在網版印刷的過程會在布上直接暈開，影響印刷品質。

5. 網版印刷後熨燙，棉胚布上呈現出非常精美的印刷圖樣，且顏色均勻，無暈開的跡象。



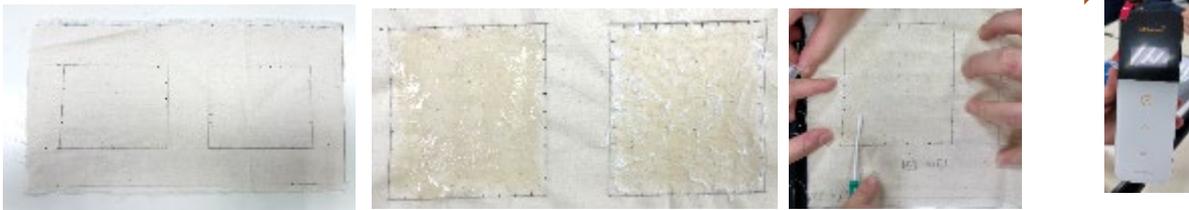
實驗小結：植物性染劑(乾燥蝶豆花、薑黃粉)、動物性染劑(紅蟲粉)與一般食用色素皆可以與蛋白霜調製色糊，其色糊經過網版印刷也得到精美印刷圖案。

預備實驗的初步結果，我們可以推論此蛋白霜配方調製成色糊是可行的。讓我們思考的是：生蛋白會孳生許多細菌，我們能否給予蛋白「抗菌」的能力？海藻酸鈉是否真的具有抗菌的能力？於是我們進行實驗一：探討海藻酸鈉與海藻酸鈉蛋白霜色糊的抗菌力。

四、實驗一 探討海藻酸鈉與海藻酸鈉蛋白霜色糊的抗菌力

※使用檢測儀器：**ATP 冷光儀**(專門用於開刀房環境或食品衛生細菌量監測，可以**迅速**檢測細菌量)

實驗基本步驟：剪布、劃記 → 塗抹、待乾 → 採樣 → 檢測



1. 剪布：將購買的棉胚布攤平，剪裁數個 A4 大小的尺寸。
2. 劃記：繪製 2 個 10×10 大小方框(手指不觸摸框內)，在四周每隔 1 公分做一標記，作為塗抹拭子的路線提示。
3. 塗抹、待乾：經討論後，分別塗抹不同色糊(吸取 2ml)並靜置待乾。
4. 採樣：使用專用測試棒浸泡蒸餾水 5 秒，之後在橫向於標記，依序塗抹，共 20 次，縱向也以同樣的方式塗抹 20 次。
5. 檢測：與測試棒內檢測液體接觸並搖晃約 10 秒，放入冷光儀檢測。
6. 每一項目之檢驗都重複三次，之後取平均值為最後之檢驗值。

※冷光儀上顯示出數據，數據值(RLU 值)越低表示該物品上細菌數越少

(一) 檢測不同濃度海藻酸鈉水溶液塗抹於棉胚布的抑菌力

1. 分別以 1%、2%、3%與 4%海藻酸鈉水溶液 5ml 塗抹於棉胚布上
2. 靜置待乾，進行採樣檢測，每組採樣 3 次，持續檢測 48 小時。

檢測記錄於下表 4-4-1 與圖 4-4-1 所示：

表 4-4-1 不同濃度海藻酸鈉水溶液塗抹於棉胚布細菌數(RLU 值)

時間(小時)	1%	2%	3%	4%
0	4702	4636	2881	1514
8	4667	4221	2918	1393
16	4455	4357	2877	1566
24	4688	4341	3011	1505
36	4507	4212	2881	1701
48	4394	4107	3055	1647

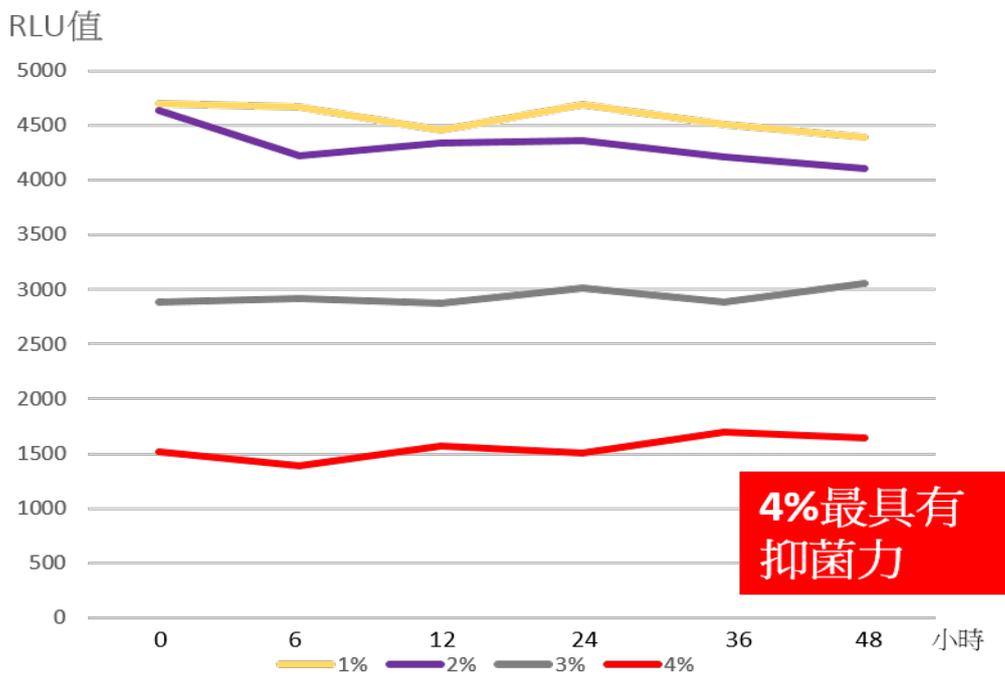


圖 4-4-1 不同濃度海藻酸鈉水溶液塗抹於棉胚布細菌數(RLU)折線圖

- 討論：1. 根據冷光儀相關文獻研讀，**RLU 值在 1000 以下代表此塗料具有顯著抑菌力，不利於細菌生存；而 RLU 值下降則代表具有抗菌效果**
2. 由表 4-4-1 與圖 4-4-1 數據圖表可以得知：4%海藻酸鈉水溶液塗抹棉胚布後待乾，**具有明顯的抗菌效果。**
3. 塗抹 4%海藻酸鈉水溶液時，因黏稠而仍不易推展，我們思考著：**是否可以調配 4%海藻酸鈉蛋白霜色糊進行 ATP 冷光儀測試，檢視色糊的抑菌力？**於是我們繼續後續實驗。

(二) 4%海藻酸鈉蛋白霜色糊塗抹於棉胚布的抗菌力

依照上一實驗步驟，採樣 3 次，持續檢測 72 小時。檢測記錄於下表 4-4-2

與圖 4-4-2 所示：

表 4-4-2 4%海藻酸鈉蛋白霜色糊塗抹於棉胚布細菌數

時間(小時)	0	12	24	36
4%	10104	8533	5945	5036
未塗抹	11502	14099	12833	9979

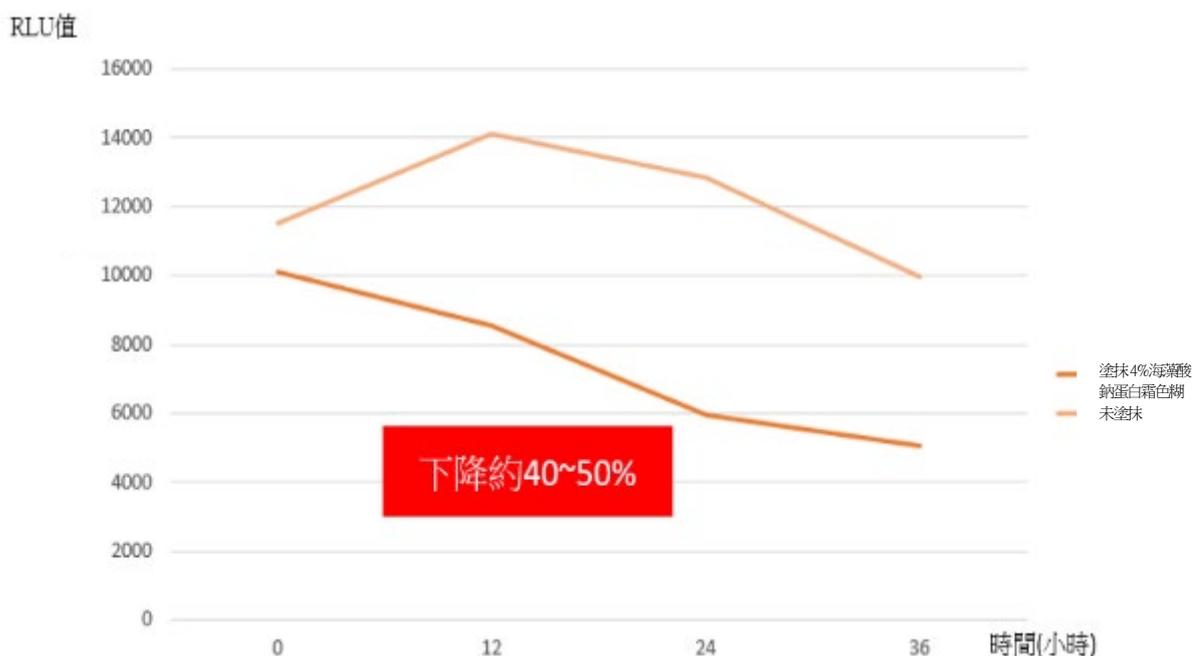


圖 4-4-2 4%海藻酸鈉蛋白霜色糊塗抹於棉胚布細菌數折線圖

- 討論：
1. 由圖 4-4-1 可得知 4%海藻酸鈉水溶液塗抹乾燥後具有顯著抑菌力。
 2. 調製 4%海藻酸鈉蛋白霜色糊塗抹乾燥後具有一定程度的抗菌力(如圖 4-4-2)，可以做為具有抗菌能力的色糊，對布料進行泡沫染色。
 3. 我們思考著：如果提高溫度會不會可以調製成更高濃度的海藻酸鈉水溶液與海藻酸鈉蛋白霜，因此我們持續探究。

(三) 調製 5%與 10% 海藻酸鈉水溶液與海藻酸鈉蛋白霜，檢視抗菌力

1. 剪裁棉胚布，分別使用鉛筆繪製 10cm×10cm 大小，依照「未塗抹、塗抹 5%海藻酸鈉蛋白霜、塗抹 5%海藻酸鈉水溶液、塗抹 10%海藻酸鈉蛋白霜、塗抹 10%海藻酸鈉水溶液」。
2. 調製 5%與 10% 海藻酸鈉水溶液與海藻酸鈉蛋白霜，各 5ml 塗抹於棉胚布上，待乾後使用 ATP 冷光儀測量其 RLU 值。
3. 之後每 12 小時使用 ATP 冷光儀測試，實驗彙整如下表 4-4-3、表 4-4-4、圖 4-4-3 與圖 4-4-4 所示：

表 4-4-3 以 ATP 冷光儀測量 5% 海藻酸鈉水溶液與海藻酸鈉蛋白霜 RLU 值

時間	未塗抹	5%海藻酸鈉蛋白霜色糊	5%海藻酸鈉水溶液
5/12 PM 10:00	9648	3541	4475
5/13 AM 10:00	9484	2081	6442
5/13 PM10:00	10801	2071	6771
5/14 AM10:00	10092	2883	5277
5/14 PM10:00	13545	2311	5799
5/15 AM10:00	9931	2797	5222
5/16 AM10:00	10270	3113	5659
5/18 PM10:00	10520	1885	4132

RLU 值

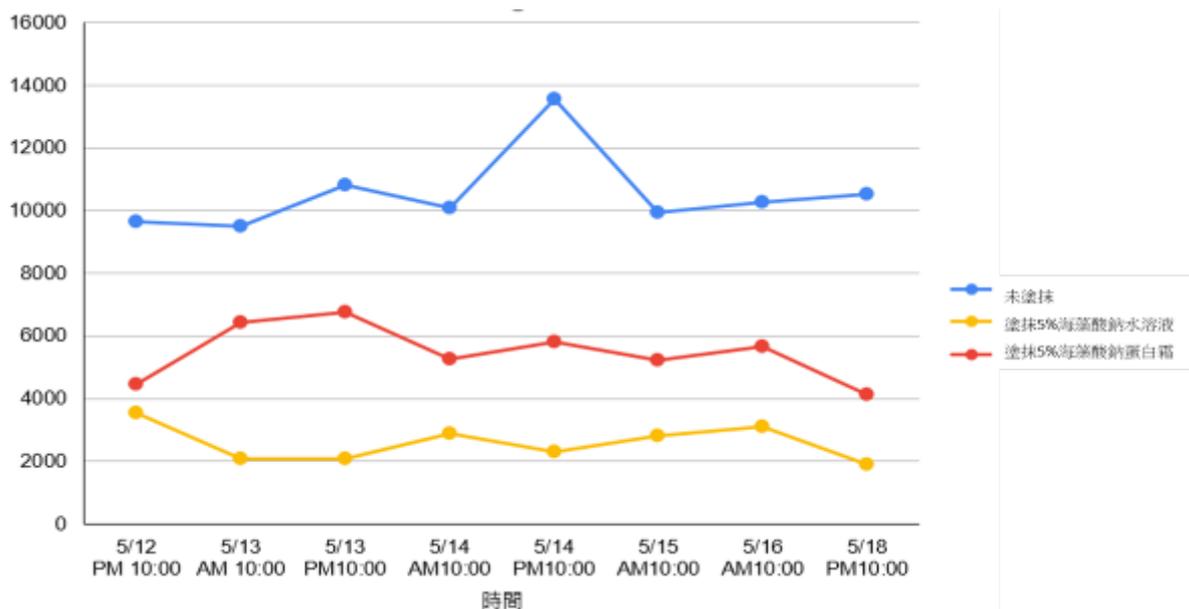
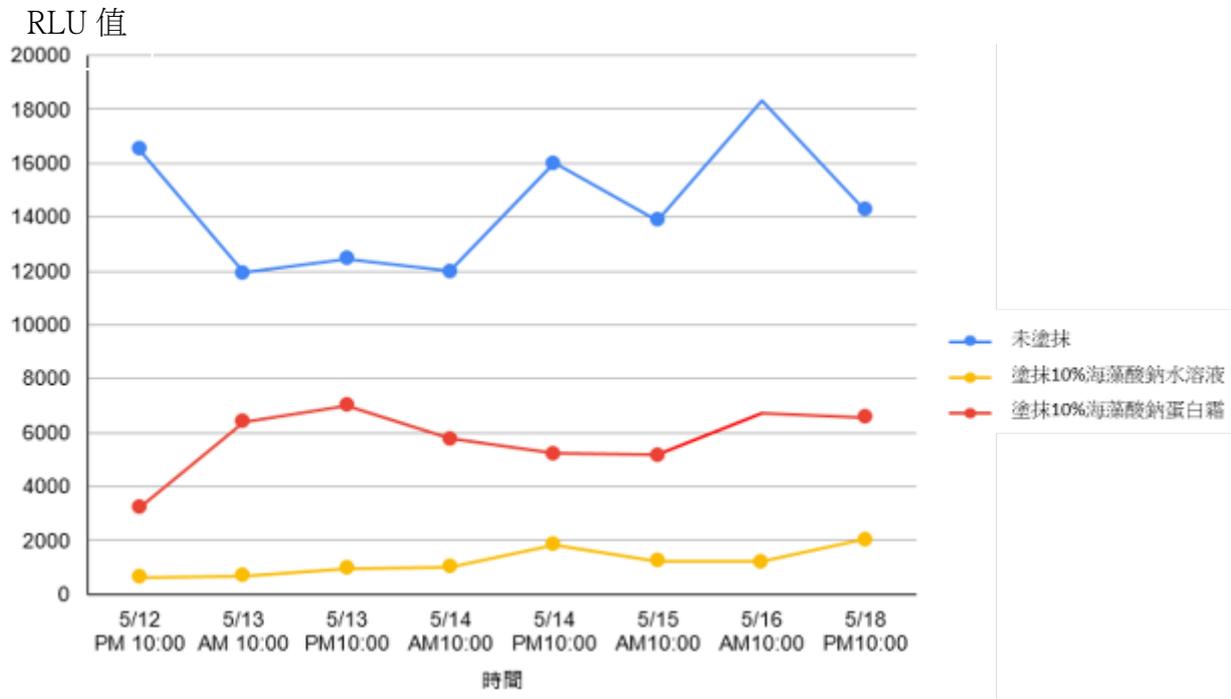


表 4-4-4 以 ATP 冷光儀測量 10% 海藻酸鈉水溶液與海藻酸鈉蛋白霜 RLU 值

時間	未塗抹	10%海藻酸鈉蛋白霜色糊	10%海藻酸鈉水溶液
5/12 PM 10:00	16522	619	3208
5/13 AM 10:00	11931	691	6409
5/13 PM10:00	12458	954	6998
5/14 AM10:00	11980	1030	5780
5/14 PM10:00	16004	1840	5225
5/15 AM10:00	13893	1224	5178
5/16 AM10:00	18316	1221	6745
5/18 PM10:00	14261	2026	6576



- 討論：
1. 由表 4-4-3、表 4-4-4、圖 4-4-3 與圖 4-4-4 數據資料顯示，5%與 10%的海藻酸鈉蛋白霜均有一定程度的抗菌能力，可以降低細菌數約 40%~50%，抗菌能力可以維持 5 天。
 2. 相較之下，5%與 10%的海藻酸鈉水溶液具有明顯的抗菌能力，其中又以 10%海藻酸鈉水溶液的抗菌力最顯著，可以維持 7 天。
 3. 由實驗一的數據資料結果，我們能將海藻酸鈉蛋白霜調製成具有抗菌能力的色糊，我們希望我們的抗菌色糊能「減少布料浸染所需

本研究
研究亮點！

要的時間與大量的水浸泡」。至於是否真的能夠具有應用性，就必須透過物理性測試才會得到具有信效度之數據來判斷。

五、實驗二 布料塗抹海藻酸鈉蛋白霜色糊後進行物理測試檢視物理性質

(一)自製簡易垂度觀測裝置：檢視硬挺度

我們運用之前學習數學量角器量角度的概念，設計出可以讓布垂擺在木板上，以量化的方式來將布的垂度做更精準的數據分析，進而得知蛋白霜對棉胚布是否造成顯著的硬挺程度。自製簡易垂度觀測裝置手稿設計圖如下圖 4-5-1 所示，製作完成如下圖 4-5-2 所示。

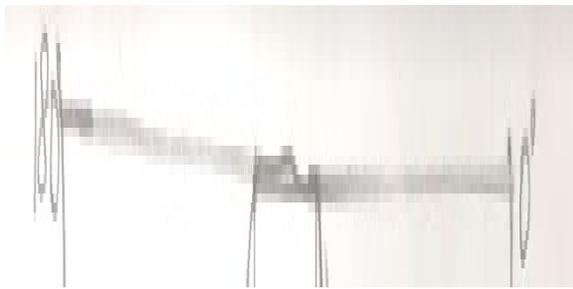


圖 4-5-1 自製簡易垂度觀測裝置手稿設計圖

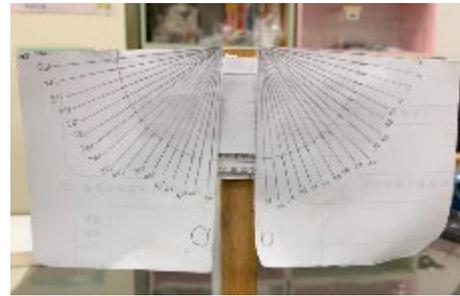


圖 4-5-2 自製簡易垂度觀測裝置製作

※建立假設：如果布料的硬挺程度不佳，則布會垂擺靠近 90 度的位置；如果布料的硬挺程度越好，布則會垂擺的角度會遠離 90 度的位置。

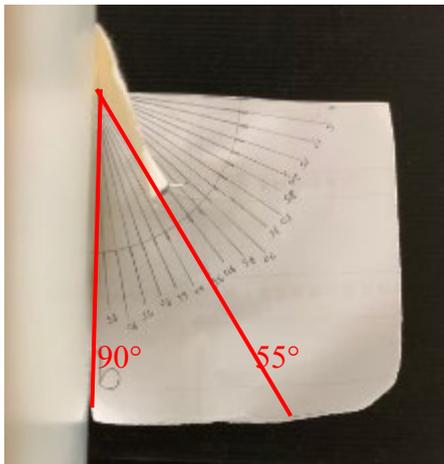


圖 4-5-3 未塗抹色糊棉胚布之垂度

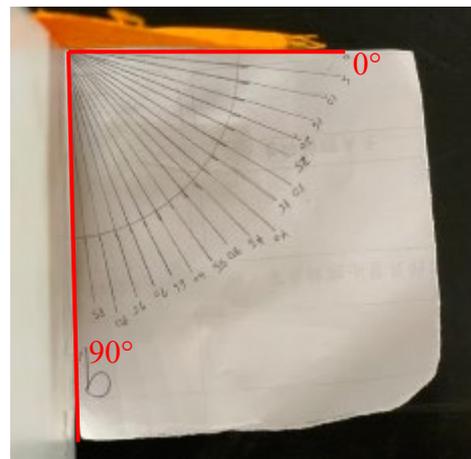


圖 4-5-4 塗抹色糊棉胚布之垂度

表 4-5-1 未塗抹色糊與塗抹色糊棉胚布之垂度數據平均(22 次平均)

	未塗抹色糊	塗抹色糊
平均角度(距離 90° 度數)	28.54	83.71

由上表 4-5-1 數據資料、圖 4-5-3 與圖 4-5-4 所示，經過色糊塗抹並熨燙後之布料硬挺成度大幅提升，距離 90 度的度數超過 80 度，具有顯著差異，即代表 100ml 蛋白加入 0.6g 海藻酸鈉所形成的色糊對布料具有明顯的硬挺程度。接下來我們要探討的是重量與拉力對於布料的加工持久性。

(二) 自製簡易裝置：檢視布料的加工持久性

平日生活觀察到布料經過活動或是擠壓造成的拉扯會形成痕跡，這讓我們想要嘗試自行設計裝置來檢視布料的加工持久性。裝置有二：

1. 重力拉扯裝置

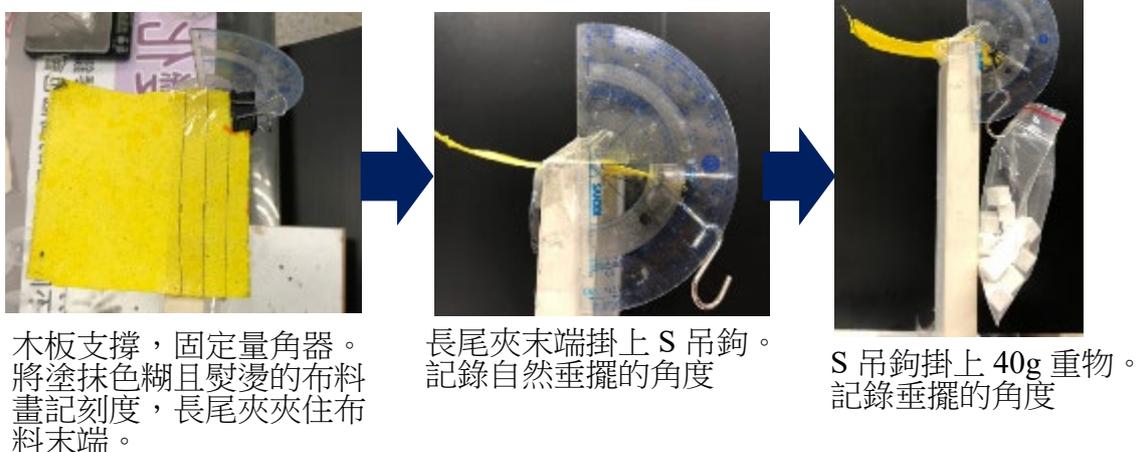


圖 4-5-5 自製簡易重力拉扯裝置操作流程圖



本實驗將塗抹色糊且熨燙的布料進行 22 次測試，記錄「自然垂擺的角度」(左圖紅線標示處)與「掛上重物的垂擺角度」，二數相減得到平均值，統計如下表 4-5-2，數據資料詳見實驗筆記。

表 4-5-2 重力拉扯垂度數據平均(22 次平均)

	未塗抹色糊之棉胚布			塗抹色糊之棉胚布		
	自然垂擺	掛重物後垂擺	角度差	自然垂擺	掛重物後垂擺	角度差
平均角度	31.86	83.5	51.64	9.59	52.27	32.68

單位：度

由上表 4-5-2 數據可以得知，色糊塗抹後熨燙之布料具有一定程度的耐壓，可以模擬出平常人體起立、坐姿所承受的拉力對布料的加工持久性。然而實驗結果讓我們也思考著，「如果真的對摺，加工持久性仍然存在嗎？」於是我們在進行下一個實驗。

2. 壓力回彈實驗：檢視加工持久性

說明：將經過色糊塗抹並熨燙後之布料剪裁片段(尺寸：長 5cm×寬 2cm)進行壓力回彈測試。將布料取 1cm 處標記並一起對摺 5 分鐘，鬆手靜置 1 分鐘，觀察回彈角度。

※建立假設：如果布料的加工持久度佳，布的對摺夾角應小於 90 度；
如果布料的加工持久度差，布的對摺夾角應大於 90 度。

本實驗測試共 10 次，結果如下表 4-5-3 所示，數據紀錄詳見實驗筆記。

表 4-5-3 壓力回彈實驗數據平均 (單位：度)

	未塗抹色糊之棉胚布	塗抹色糊之棉胚布
平均角度	127.2	55.6
回彈情形		

經由本實驗的簡易裝置來檢視蛋白霜製成的色糊塗抹於布料上，經過熨燙後具有明顯的硬挺度與加工持久性。

(三)剪裁測試

在剪裁布料的過程，我們發現到布料經過色糊塗抹並熨燙後，**非常容易剪裁**，使用一般剪刀即可剪裁，不需要額外使用裁布專用的剪刀，如下圖 4-5-5 與圖 4-5-6 所示：



圖 4-5-5 布料經過色糊塗抹並熨燙後容易剪裁



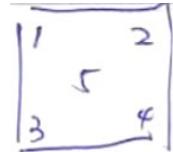
圖 4-5-6 一般布料不容易剪裁

布料經過色糊塗抹並熨燙過後，好像上了一層堅硬的護膜，我們好奇地疑問著：「染色成品是否具有均染性和水洗牢度？」於是進行以下檢驗。

(四)檢視均染程度

說明：1. 染料的選擇：收集染料的過程中，請教過化工行老闆，以及自然教室做實驗常用的色素，選擇了直接(黃)、直接(綠)、反應(橙)、鹽基(藍)、紅色食用色素等五種染料。

2. 我們探討染色布的「均染度」時，以往大多用目測的方式觀察，現在想用 App 軟體，對布的各點(左上、右上、左下、右下、中)進行 RGB 對色，觀測其差異性。



步驟：1.將實驗二的布料，紅、橙、黃、綠、藍五色擇一塊進行檢測

2.拍照，使用 App 「color detector」，進行對色，每一塊布得到 5 組 RGB 數據(左上、右上、左下、右下、中)。

3.將測得之 RGB 數值最大值與最小值之差，算出色差百分比。

布料對色示意圖如右所示，測得數據統計如表 4-5-6，數據細則詳見實驗筆記。

形成假設：若色差指數百分比在 5% 以內，代表有達到均染的效果。



圖 4-5-7 .將實驗二的布料，紅、橙、黃、綠、藍五色擇一塊進行檢測

表 4-5-6 觀測布料 RGB 對色差異性

顏色	R 值差	差異率(%)	G 值差	差異率(%)	B 值差	差異率(%)
紅	7	2.7	3	1.2	2	0.8
橙	14	5.4	16	6.2	0	0
黃	11	4.3	12	4.7	13	5
綠	40	15.6	32	12.5	35	13.7
藍	21	8.2	28	10.9	35	13.7

差異率換算：將 RGB 數值差÷255×100%

從上表 4-5-6 可以得知以下推論：

1. 顏色越深(綠色、藍色)，造成的色差指數會提升
2. 其中對紅色的染劑色差指數最低，黃色次之，顯示本研究之色糊對紅色與黃色的染劑調製成色糊，經過塗抹再熨燙後對布料有達到「均染」的效果。

(五)水洗牢度測試：檢視耐用度

因應一般家庭使用洗衣機的習慣，本實驗採取兩種方式測試，分別為

「旋渦式水洗牢度」與「震盪式水洗牢度」測試：

旋渦式水洗牢度	震盪式水洗牢度
	
<ol style="list-style-type: none"> 1. 調配 5% 的肥皂粉溶液，約 1000ml，底下放置攪拌用磁石，參考洗衣機轉速，調整轉速為每分鐘 500 轉。 2. 放入染色樣布後，旋轉 30 分鐘。 3. 取出樣布烘乾後，與原布比較顏色，並用手机 APP 程式對色。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 調配 5% 的肥皂粉溶液，倒入超音波震盪槽。 2. 放入染色樣布後，震盪 30 分鐘。 3. 取出樣布烘乾後，與原布比較顏色，並用手机 APP 程式對色。

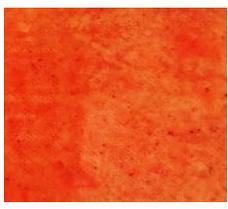
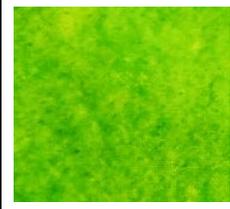
實驗結果：

1. 測試前原布

食用色素(紅)	反應染料(橙)	直接染料(黃)	直接染料(綠)	鹽基性染料(藍)
				
R : 137	R : 157	R : 188	R : 66	R : 23
G : 8	G : 47	G : 139	G : 79	G : 25
B : 15	B : 0	B : 1	B : 9	B : 37

2. 旋渦式水洗牢度

(1) 水洗後顏色

食用色素(紅)	反應染料(橙)	直接染料(黃)	直接染料(綠)	鹽基性染料(藍)
				

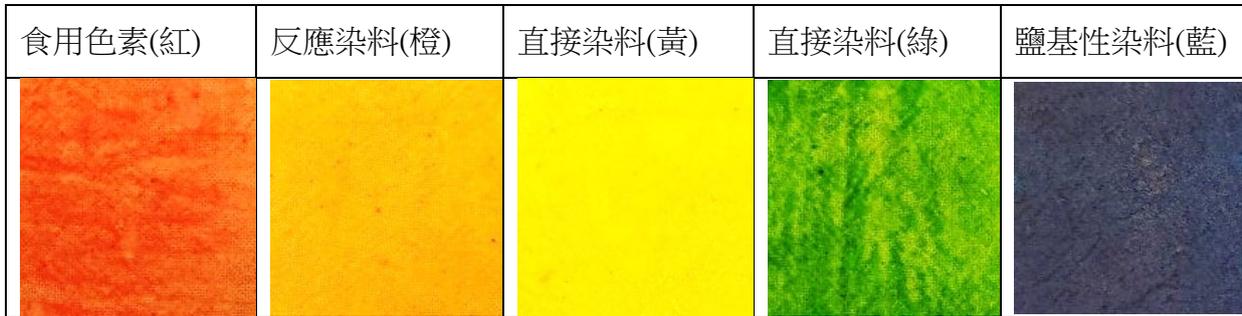
(2) RGB 色碼與色差百分比

R : 166	11.0%	R : 176	7.4%	R : 179	3.0%	R : 62	1.5%	R : 23	0%
G : 75	26%	G : 116	27.1%	G : 136	1.0%	G : 94	5.8%	G : 22	1.2%

B : 44	11.0%	B : 20	7.8%	B : 0	0.3%	B : 9	0%	B : 38	0.4%
--------	-------	--------	------	-------	------	-------	----	--------	------

3. 震盪式水洗牢度

(1) 水洗後顏色



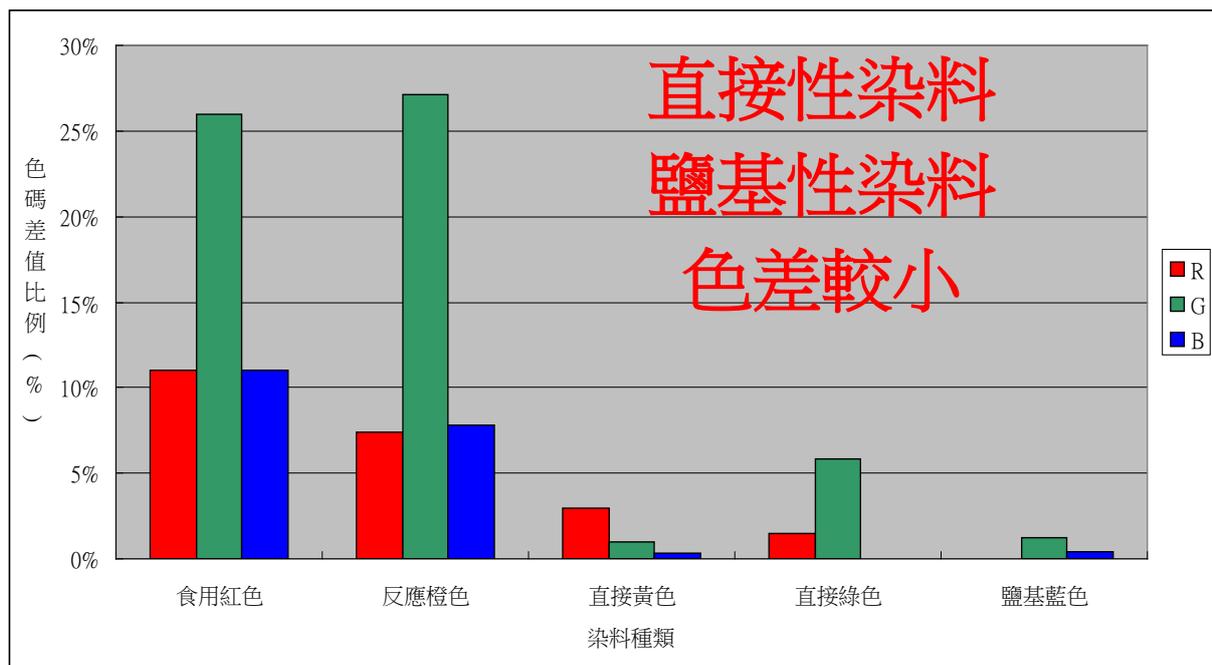
(2) RGB 色碼與色差百分比

R : 176	15.2%	R : 176	7.4%	R : 183	1.9%	R : 57	3.5%	R : 22	0.4%
G : 50	16.5%	G : 102	21.6%	G : 134	1.9%	G : 85	2.3%	G : 22	1.2%
B : 19	1.5%	B : 5	1.9%	B : 8	2.7%	B : 8	0.4%	B : 38	0.4%

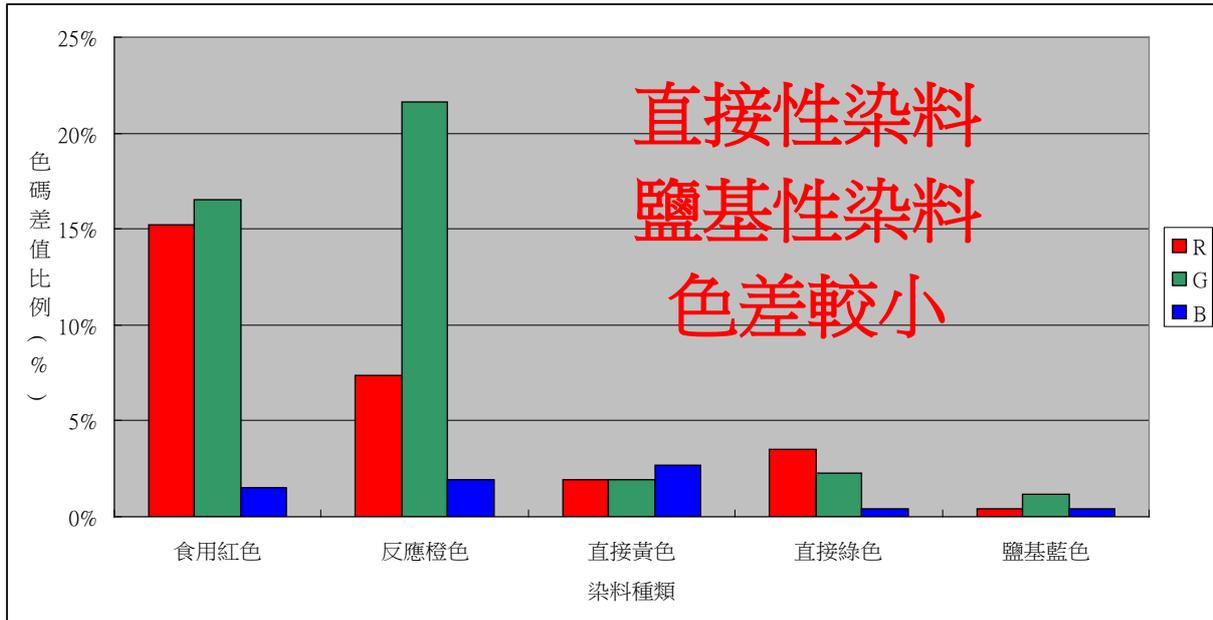
實驗發現：

1. 從目測觀察，經過兩種不同方式水洗，發現紅色食用色素、橙色反應染料的退色情形較為嚴重，顯示水牢度較差。
2. 以 APP 對色軟體進行觀察，計算布上五個點的 RGB 值並平均，並與原布比較結果如下：

(1) 旋渦式水洗牢度：



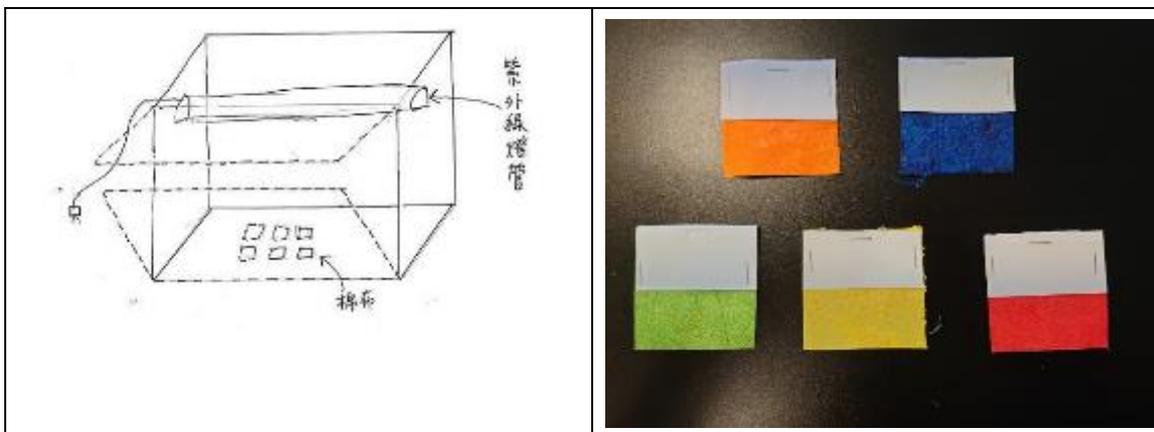
(2) 震盪式水洗牢度



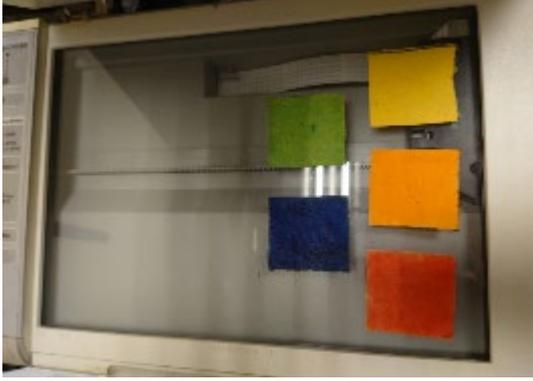
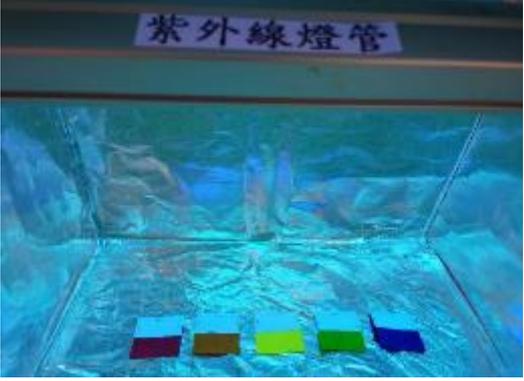
小結：選擇以海藻酸鈉蛋白霜色糊染色，若考慮水洗牢度，不論以螺旋式、超音波震盪式的洗滌方法，染料方面的選擇以直接性、鹽基性染料較佳。

(六) 抗紫外線牢度測試

1. 說明：布料難免會經過日曬，而現在疫情嚴峻，有的家庭、學校會使用紫外線來消毒，因此，這個實驗就是測試這些染色布對紫外線的耐受能力。
2. 組裝紫外線測試箱：
 - (1) 將前面實驗布料貼上標籤紙，放入自製紫外線照射箱中，模擬太陽光照射。
 - (2) 分別將染布照射 UV 光(16hr、40hr、64hr)後，觀察顏色變化。
 - (3) 觀察經過染色的棉布洗滌前後的顏色變化。



設計紫外線照射箱設計圖，用紙箱製作，放燈座與燈管，並用黑布做好保護	將前面實驗布料貼上標籤紙遮光，觀察遮光處與照光處之不同。
-----------------------------------	------------------------------

措施。	
	
以掃描機掃描樣布，然後用對色 APP 程式，多點測試 RGB 值，比對實驗結果。	放入自製紫外線照射箱中，模擬照射 UV 光(2 日、4 日、6 日)後，觀察顏色變化

3. 實驗結果：

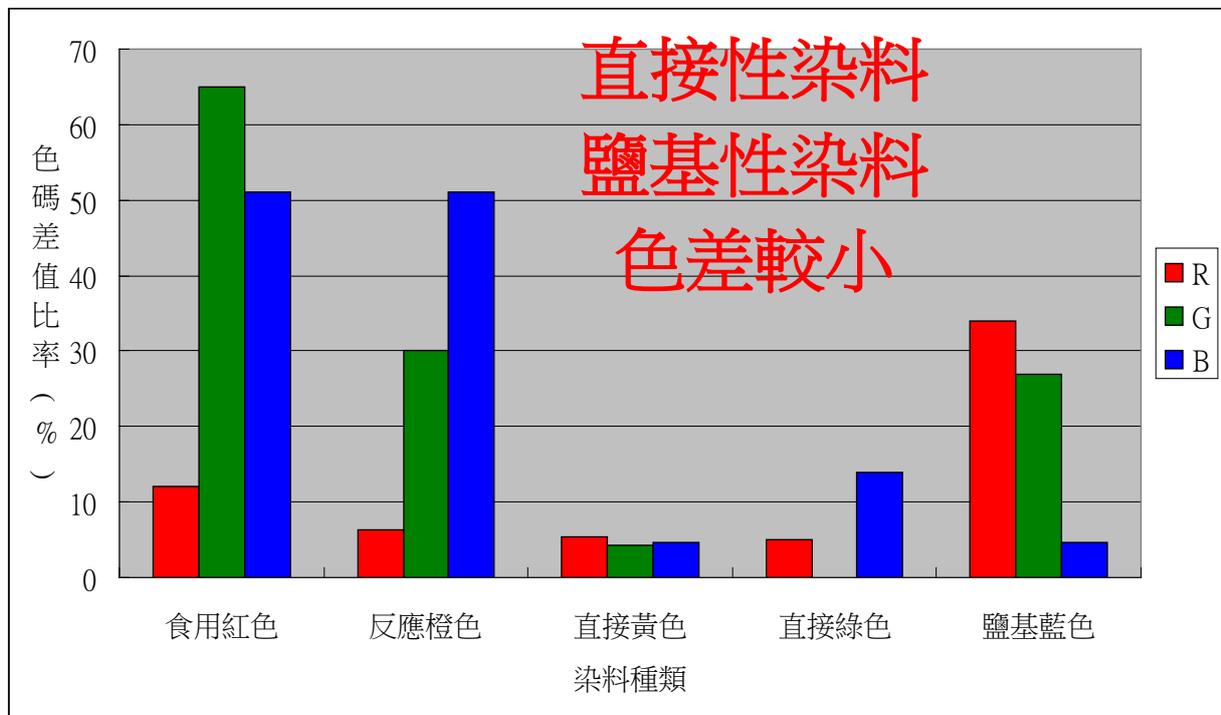
(1)經過紫外光照射的布料顏色變化情形：

照射時間	0 小時	2 日	4 日	6 日
食用色素 (紅)				
色碼(RGB) 平均值	(220, 38, 51)	(230, 101, 169)	(255, 163, 153)	(255, 204, 182)
反應染料 (橙)				
色碼(RGB) 平均值	(230, 86, 52)	(228, 159, 92)	(233, 137, 129)	(246, 162, 130)
直接染料 (黃)				
色碼(RGB) 平均值	(240, 232, 89)	(240, 223, 80)	(254, 243, 97)	(254, 243, 101)

直接染料 (綠)				
色碼(RGB) 平均值	(150, 229, 84)	(143, 217, 96)	(154, 251, 83)	(163, 229, 121)
鹽基染料 (藍)				
色碼(RGB) 平均值	(88, 118, 206)	(96, 108, 146)	(136, 156, 180)	(174, 189, 218)

(2)RGB 色碼與色差百分比 (%)

染料 RGB	食用色素 (紅)	反應染料 (橙)	直接染料 (黃)	直接染料 (綠)	鹽基染料 (藍)
R	12	6.3	5.4	5.1	34
G	65	30	4.3	0	27
B	51	51	4.7	14	4.7



4. 實驗發現：

- (1) 經過紫外光的照射，兩天以上會出現較為明顯的變化，因此延長實驗時間為六天。
- (2) 經過六天照射，食用紅色、反應橙色出現較大的色差，顏色變淺、鹽基藍色則出現色相改變，變得深沉且暗淡，直接黃色、綠色奈紫外光成度較佳，顏色改變最少。
- (3) 經文獻查詢，耐紫外線能力，以染料本身特性與加工助染劑為主要影響因素，實驗結果顯示以蛋白霜、海藻酸鈉加工方式，在這一批染料中，以直接黃色與直接綠色較為適當。

伍、研究結果與討論

一、海藻酸鈉對蛋白攪拌打發成蛋白霜具有顯著效果

- (一) 而海藻酸鈉的特性就是溶於水後會形成膠狀的狀態，平常常用於水果罐頭填充物，防止罐頭內水果因運送過程受到震動而損傷。這生活經驗讓我們想要「嘗試」加入蛋白攪拌。
- (二) 蛋白加入海藻酸鈉攪拌後，因為黏稠分子均勻擴散比糖的效果好，在 2 分鐘內即可將蛋白打發成蛋白霜，此現象讓我們感到非常驚訝且欣喜！

二、海藻酸鈉水溶液與海藻酸鈉蛋白霜色糊之抗菌力探討

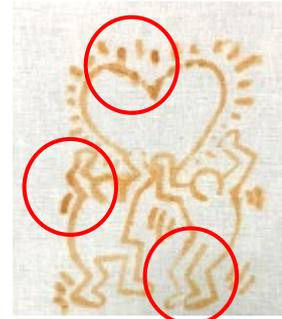
- (一) 調製 10%海藻酸鈉水溶液塗抹於布料乾燥後，經過 ATP 冷光儀持續 84 小時檢測後，數值都在 2000 以下，即代表 10%海藻酸鈉水溶液具有顯著的抑菌能力，我們認為：10%海藻酸鈉水溶液可以做為一般餐桌巾與餐巾布的塗料。
- (二) 調製 10%海藻酸鈉蛋白霜色糊塗抹於布料乾燥後，經過 ATP 冷光儀持續 84 小時檢測後，可以看到 RLU 數據是逐漸下降，雖然不及 10%海藻酸鈉水溶液那麼顯著的抗菌力，但我們認為蛋白賦予海藻酸鈉水溶液延展性與助染的功能，能讓布料以「省時、省水」的狀態下達到均染的效果。

(三) 我們認為我們研究成果可以多用途使用：

1. 可以使用海藻酸鈉蛋白霜色糊將素色布料進行泡沫染或網版印刷，低溫熨燙後再塗抹海藻酸鈉水溶液待乾，製成美麗的餐桌巾與餐巾布。
2. 若是具有特殊花色的餐桌巾與餐巾布，則可以直接塗抹海藻酸鈉水溶液待乾。

三、加入海藻酸鈉的蛋白霜再加入乾粉性染劑形成色糊之成效探討

(一) 我們也單純使用蛋白直接攪拌打發成蛋白霜，再加入適量的薑黃粉形成色糊進行網板印刷，但是出現「不均染」與「色糊暈開」等現象，印刷品質不佳，如右圖圈起處所示。



(二) 色糊可經過網版印刷出精美的圖案，但是網版圖案的孔隙若是寬度小於 0.1 公分則會造成些許瑕疵，因此調製出來的色糊仍然有條件上的限制。

(三) 我們也嘗試著想要對上漿的布料進行網版印刷，我們發現到會有些許的渲染現象，經過熨燙後反而會有「漸層」的藝術感，所以不認為是印刷效果不好。



(四) 目前已經可以透過網版印刷進行雙色漸層的混色印刷，同樣也達到均染的效果。而且每件的印刷花色皆不相同，適合居家 DIY 增加新鮮感。



(五) 調製出來的色糊具有良好的印刷能力，同時印刷的技術也很重要，我們將持續精進網版印刷的技術，以增加印刷的穩定度



四、布料經過海藻酸鈉蛋白霜色糊熨燙後的物理特性

(一) 我們經過紡織廠的訪問而自製簡易裝置進行布料的物理性測試，嘗試以簡便的方式檢視布料的耐用度、加工持久性與水洗牢度。

(二) 布料經過海藻酸鈉蛋白霜色糊熨燙後具有顯著的硬挺度、加工持久性、易剪裁等物理特性，我們認為是色糊進入布料纖維後經過熨燙，讓有被塗抹色糊的布料整體結構增強，以致於布料具有上述之物理特性。

(三) 經過水洗牢度測試與抗紫外線牢度經 RGB 檢測對色，**直接性染料與鹽基性染料**所形成的海藻酸鈉蛋白霜色糊較能夠固色。

五、本研究與歷屆科展得獎作品之比較

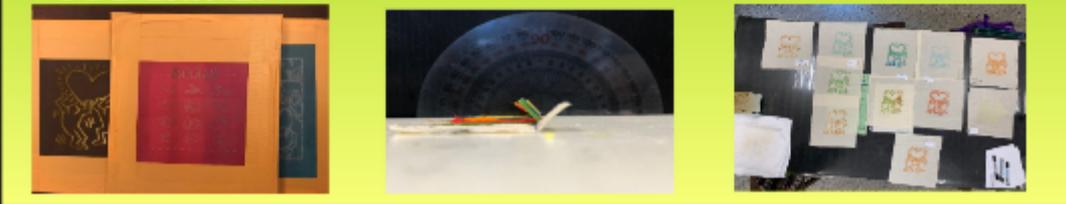
(一) 本研究研讀歷屆科展得獎作品之內容時，發現得獎作品與本研究相同為「用蛋白質做為助染劑」，但不同的是：歷屆科展得獎作品研究中，仍使用「加熱浸泡」與額外添加助染劑輔助，以求染色品質。

(二) 本研究之抗菌色糊則是以「省時、省水」的狀態下，使得布料達到均染的效果。彙整入下表所示：

作品名稱	A	B	本研究
染色原理	植物變性蛋白 做為黏著劑	植物變性蛋白 做為黏著劑	動物變性蛋白 做為黏著劑
染色方式	咖啡渣染色	豆漿助染布	蛋白助染
需要浸泡時間	100°C 加熱煮 60 分鐘	8 小時	無須浸泡， 直接塗抹染色(省水) 待乾只需 20 分鐘 (省時)
是否添加其他 化學藥劑	醋(定色劑)	硼酸、熟石灰、 市售助染劑	無

本組實驗貢獻度 (亮點發現)

1. 節省植物染長時間浸泡程序，以天然蛋白霜泡沫染色更能省時省水，也可作網版印染。
2. 染色成品賦予棉布抗皺性、硬挺性、均染性與剪裁便利性。
3. 海藻酸鈉水溶液與海藻酸鈉蛋白霜色糊具有抑菌效果。



陸、總結論

- 一、本研究之調製 10%海藻酸鈉蛋白霜色糊與 10%海藻酸鈉水溶液具有抗菌力，可以做為不同用途的抗菌染料。
- 二、植物性、動物性等乾燥的染劑均可加入含有海藻酸鈉的蛋白霜，所調製的色糊具有相當優良的延展性與媒染力，可以染布與網版印刷。
- 三、經過本研究的色糊熨燙過後的布料，具有顯著的「易剪裁」、「硬挺度」與「加工持久度」等物理特性。

柒、參考文獻資料

- 一、國民小學自然與生活科技領域教科書。南一書局。2019。
- 二、牛仔愛上蛋--探討牛仔布染色助劑以變性蛋白質替代化學樹脂的可行性。中華民國第60屆中小學科學展覽會。國小組生活與應用學科(二)環保與民生。
- 三、黃喜玫，天然媒染劑應用於植物染可行性之研究。樹德科技大學應用設計研究所，2003。
- 四、咖啡渣•染•變身 show~探討咖啡渣之染色變因與再利用。中華民國第57屆中小學科學展覽會。國小組化學科。
- 五、吳宛靜等(2020)，運用生物螢光反應檢測法稽核醫院環境清潔之成果。感染控制雜誌。202002_30(1).0002。
- 六、蛋白棉花糖~蛋白霜之研究。中華民國第54屆中小學科學展覽會。國小組生活與應用學科。
- 七、不「球」「滲」「解」。中華民國第57屆中小學科學展覽會。國中組化學科。

【評語】 082905

本研究選題符合時下抗菌的題材性，而且研究結構清楚，能運用簡易的測量法表達布料的功能性；另外，針對細菌的量測也嚴謹的運用外部資源 ATP 冷光儀檢測可信的數據；最後，達到將研究結果落實於布料上，研究中有幾個面項可以再加強。第一：學生對於 ATP 冷光儀的認知程度可以做簡短說明(包括冷光儀如何操作)；第二：若要落實於布料的應用，例如幼生圍兜、手帕...等，因為此類布料常常會有與其他打翻溶液混和的可能性，所以與其他液體(酸或鹼性)接觸後的染布變化將會是應用的關鍵。

作品簡報

「蛋」「藻」協力，
齊心抗菌！

組別：國小組

科別：生活與應用科學科(二)環保與民生

「蛋」「藻」協力，齊心抗菌！

研究動機

植物染課程

新冠肺炎疫情

公共衛生

水庫缺水

生活觀察

文獻研讀

預備
實驗

調製
海藻酸鈉水溶液

調製
海藻酸鈉蛋白霜色糊

不同濃度之
海藻酸鈉水溶液

10%海藻酸鈉
蛋白霜色糊

抗菌力測試

ATP冷光儀

細菌培養

物理性測試

均染程度

耐用度

水洗牢度

檢視成效

總結論

資料處理

數據分析

討論

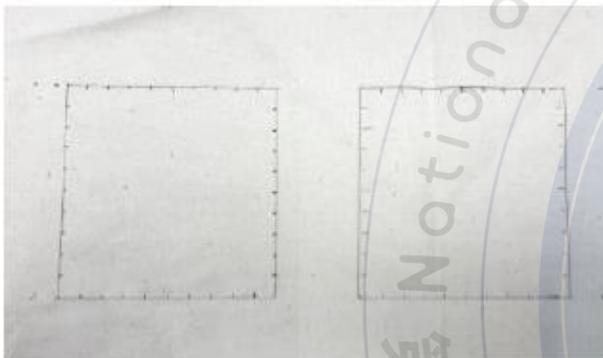
研究設計

實驗一、探討海藻酸鈉與海藻酸鈉蛋白霜色糊的抗菌力

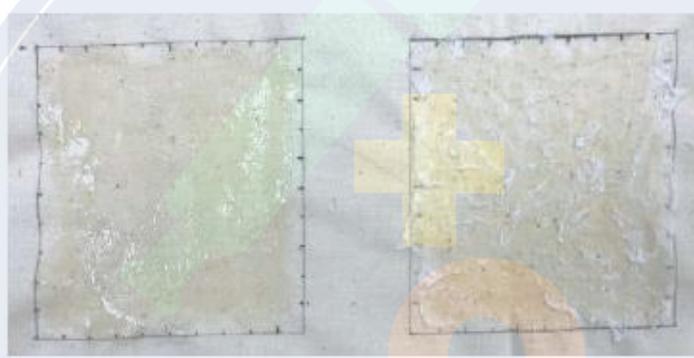
使用檢測儀器：**ATP冷光儀**

(專門用於開刀房環境或食品衛生細菌量監測，可以**迅速檢測細菌量**)

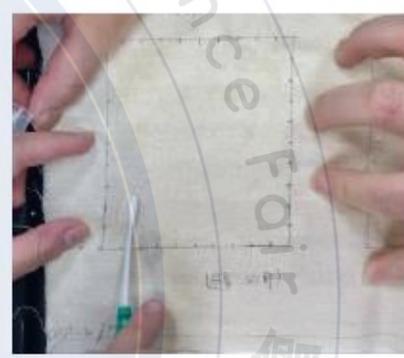
實驗基本步驟：剪布、劃記 → 塗抹、待乾 → 採樣 → 檢測



繪製2個10×10大小方框
(手指不觸摸框內)



塗抹不同種類色糊



使用專用測試棒浸泡蒸餾水5秒，之後分別橫向、縱向，依序塗抹，共20次。



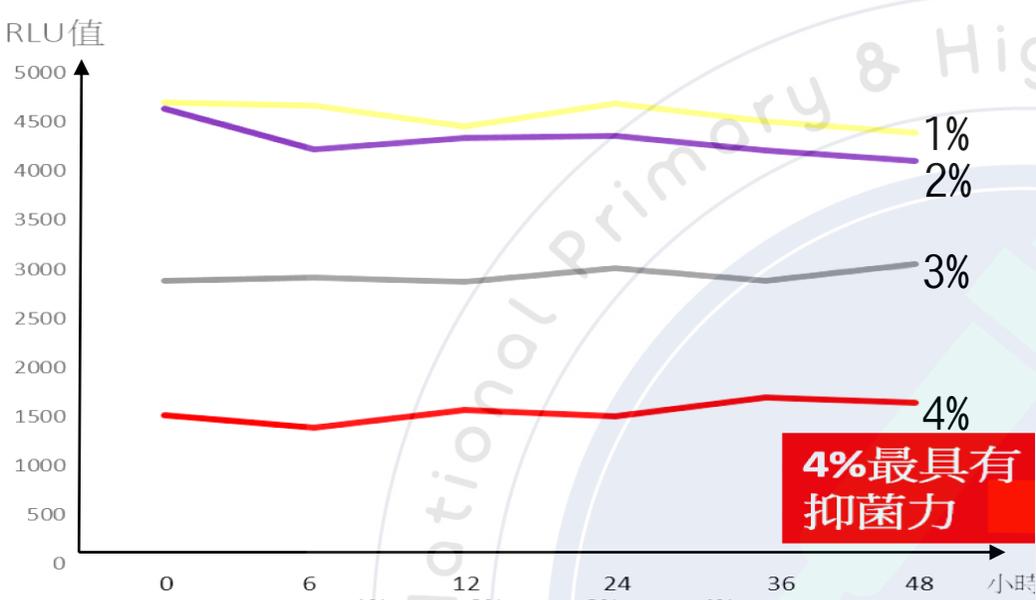
與測試棒內檢測液體接觸並搖晃約10秒，放入冷光儀檢測

冷光儀上顯示出的數據值(RLU值)越低，表示該物品上細菌數越少。

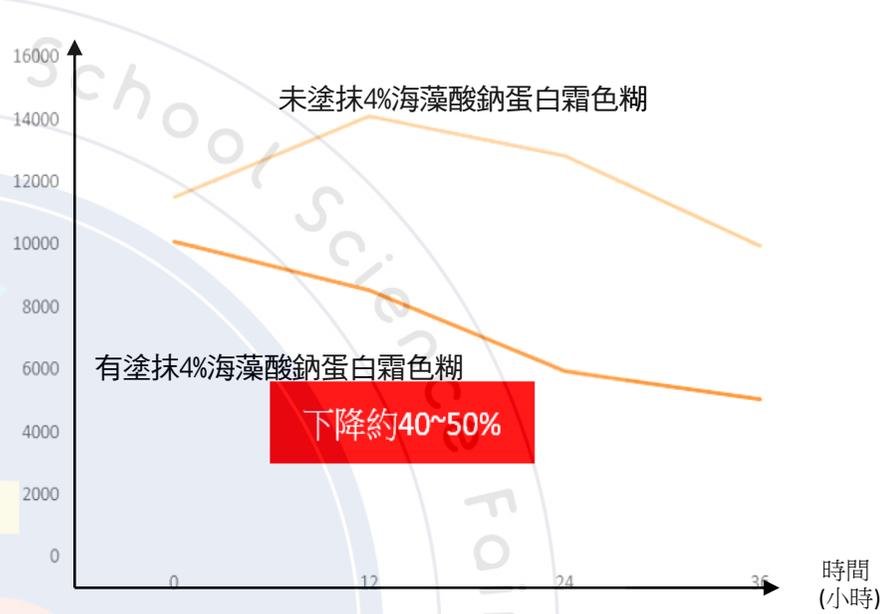
以下為參考文獻中提及的場所與其檢測RLU值

場所	開刀房、手術室	食品加工廠	乾洗手後的手掌
RLU值	低於200	低於500	約2000

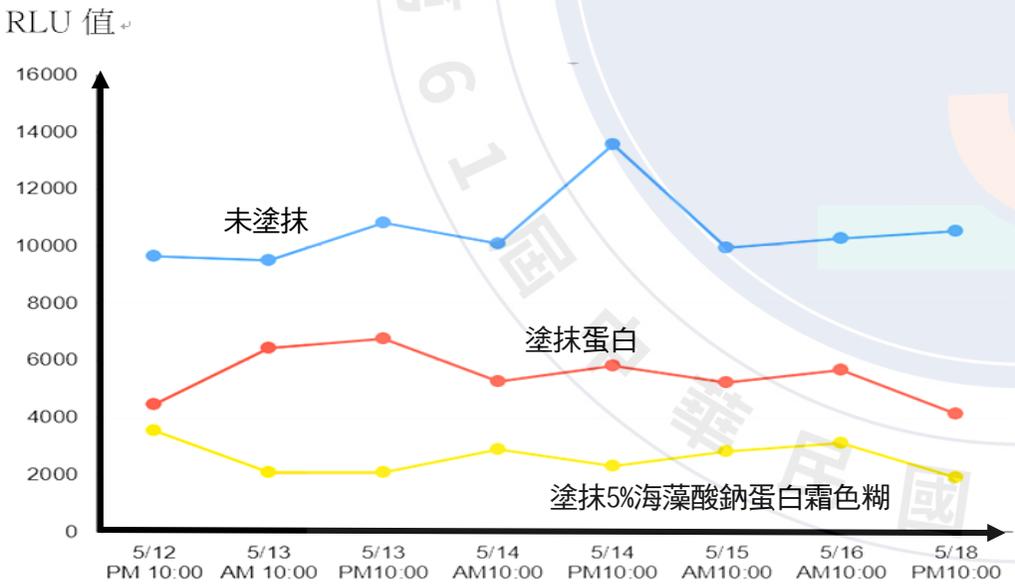
不同濃度海藻酸鈉水溶液塗抹棉胚布細菌數(RLU值)折線圖



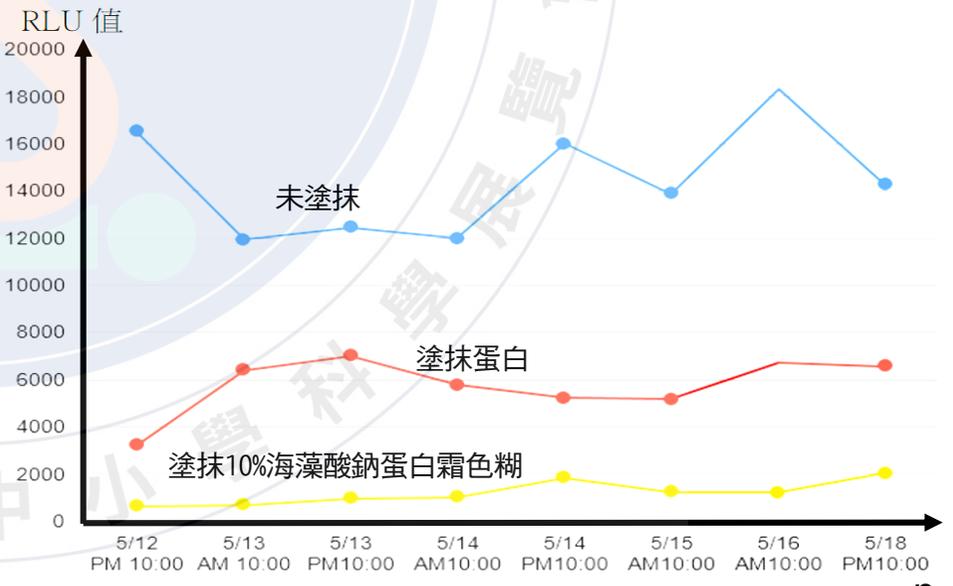
4%海藻酸鈉蛋白霜色糊塗抹於棉胚布細菌數折線圖



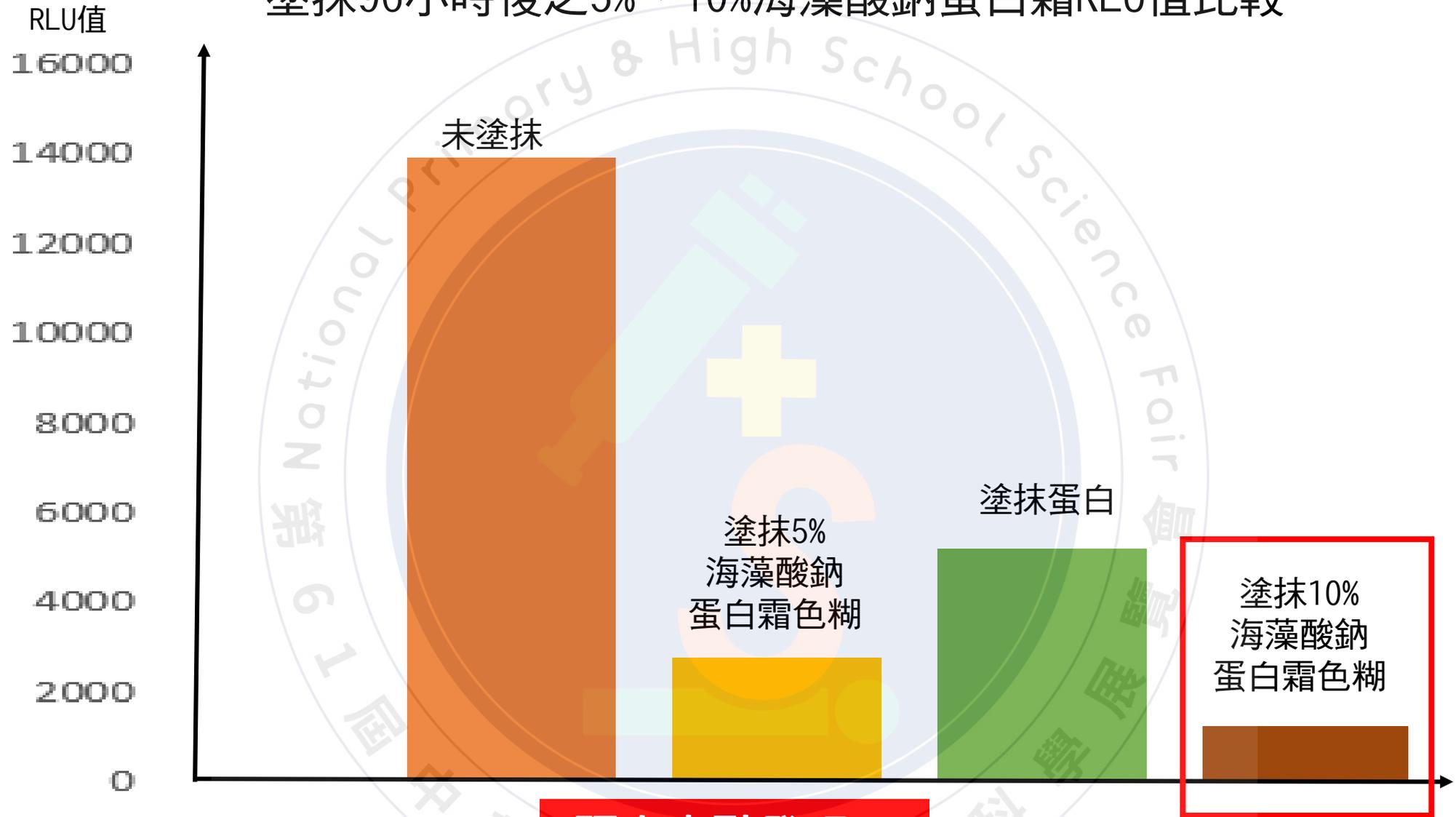
以ATP冷光儀測量5% 海藻酸鈉蛋白霜色糊RLU值



以ATP冷光儀測量10% 海藻酸鈉蛋白霜色糊RLU值



塗抹96小時後之5%、10%海藻酸鈉蛋白霜RLU值比較



研究亮點發現！

10%海藻酸鈉蛋白霜色糊的抗菌力最顯著。

10%海藻酸鈉蛋白霜色糊細菌培養實驗結果

實驗環境：35°C，放置24小時後觀察

大腸桿菌培養基

對照組：未塗抹的棉胚布

抑菌圈

註：白色的紙片為一般醫療使用的抗生素

金黃色葡萄球菌培養基

抑菌圈

註：白色的紙片為一般醫療使用的抗生素

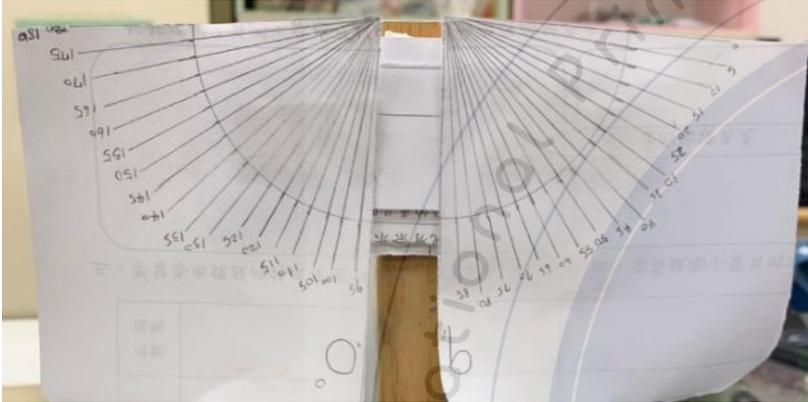
研究亮點發現！

10%海藻酸鈉蛋白霜色糊具有抑制大腸桿菌與金黃色葡萄球菌的能力，且和有效的抗生素效果接近。

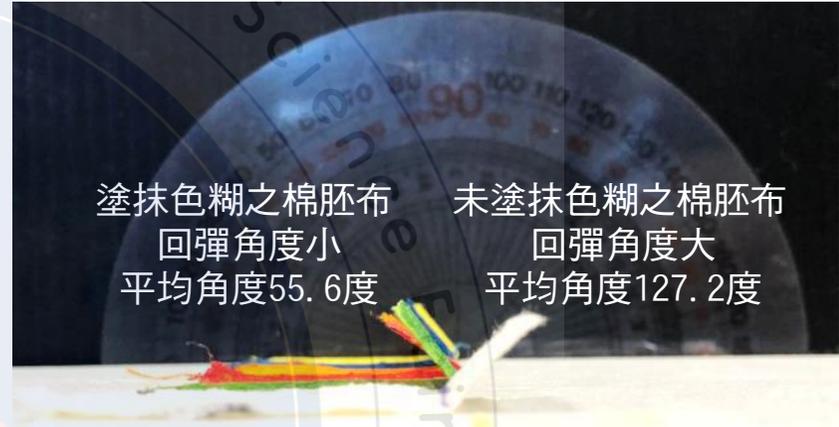
研究設計 實驗二、布料塗抹海藻酸鈉蛋白霜色糊後進行物理測試檢視物理性質

檢視布料的硬挺度

檢視布料的加工持久性



壓力回彈實驗



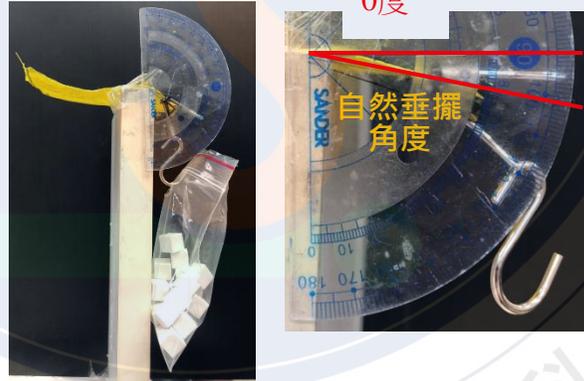
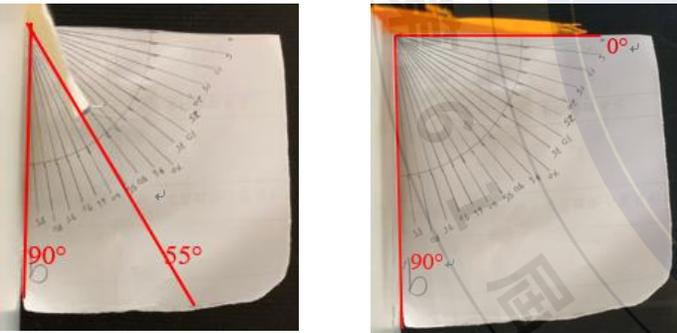
塗抹色糊之棉胚布
回彈角度小
平均角度55.6度

未塗抹色糊之棉胚布
回彈角度大
平均角度127.2度

※建立假設：如果布料的硬挺程度不佳，則布會垂擺靠近90度的位置。

重力拉扯裝置

重力拉扯垂度數據平均(22次平均)



	未塗抹色糊之棉胚布		
	自然垂擺	掛重物後垂擺	角度差
平均角度	31.86	83.50	51.64
	塗抹色糊之棉胚布		
	自然垂擺	掛重物後垂擺	角度差
平均角度	9.59	52.27	32.68

	未塗抹色糊	塗抹色糊
平均角度 (距離90°度數)	28.54	83.71

色糊對布料具有明顯的硬挺程度。

色糊塗抹於布料上，經過熨燙後會比較挺，也比較耐磨。

剪裁測試

檢視均染程度

1	2
	5
3	4

使用App軟體「color detector」，對布的各點(左上、右上、左下、右下、中)進行RGB對色，觀測其差異性。

形成假設：若色差指數百分比在5%以內，代表有達到均染效果。

布料經過色糊塗抹並熨燙後容易剪裁



顏色	差異率(%)	差異率(%)	差異率(%)
紅	2.7	1.2	0.8
橙	5.4	6.2	0
黃	4.3	4.7	5
綠	15.6	12.5	13.7
藍	8.2	10.9	13.7

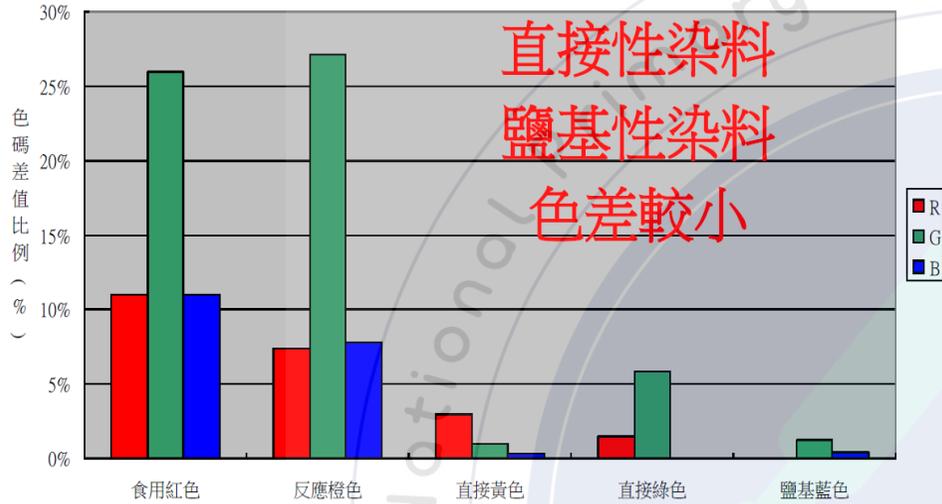
研究結果發現

1. 顏色越深(綠色、藍色)，造成的色差指數會提升
2. 紅色與黃色的染劑調製成色糊，經過塗抹再熨燙後對布料有達到「均染」的效果。

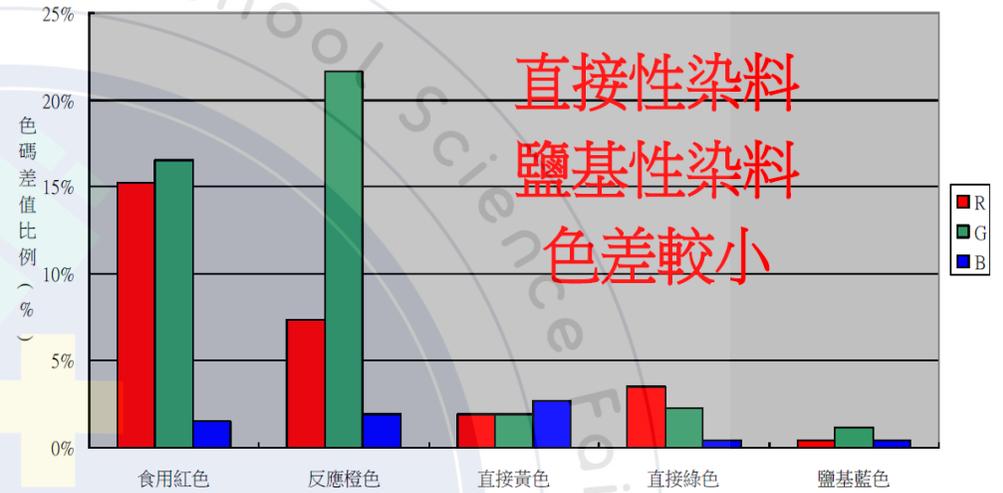
一般布料不容易剪裁

檢視耐用度

旋渦式水洗牢度



震盪式水洗牢度



食用色素(紅)	反應染料(橙)	直接染料(黃)	直接染料(綠)	鹽基性染料(藍)

食用色素(紅)	反應染料(橙)	直接染料(黃)	直接染料(綠)	鹽基性染料(藍)

測試前原布

食用色素(紅)	反應染料(橙)	直接染料(黃)	直接染料(綠)	鹽基性染料(藍)
R : 137	R : 157	R : 188	R : 66	R : 23
G : 8	G : 47	G : 139	G : 79	G : 25
B : 15	B : 0	B : 1	B : 9	B : 37

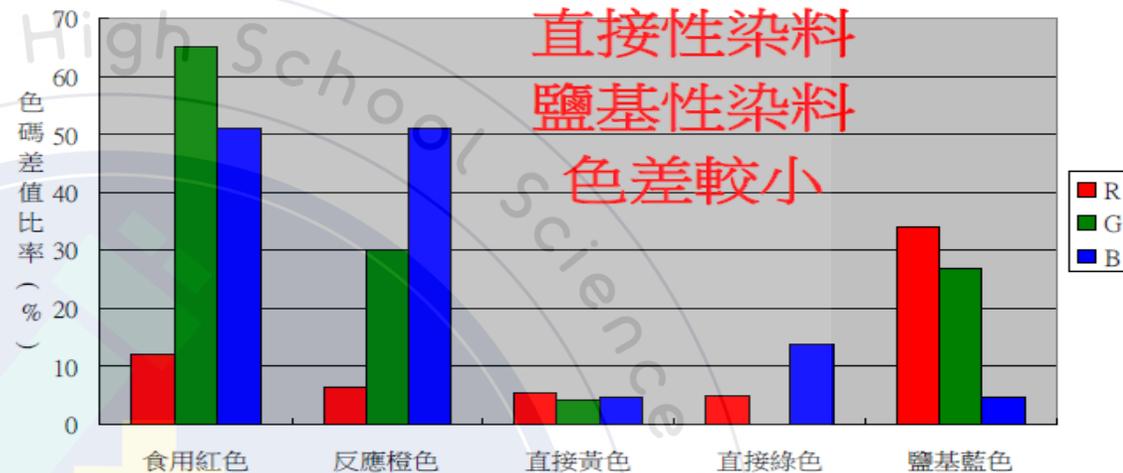
實驗小結

染料方面的選擇以**直接性**、**鹽基性**染料較佳。

檢視日曬耐用度(紫外光)

第0日與第6日之色差百分比圖

照射時間	0 小時	2 日	4 日	6 日
食用色素 (紅)				
色碼(RGB) 平均值	(220, 38, 51)	(230, 101, 169)	(255, 163, 153)	(255, 204, 182)
反應染料 (橙)				
色碼(RGB) 平均值	(230, 86, 52)	(228, 159, 92)	(233, 137, 129)	(246, 162, 130)
直接染料 (黃)				
色碼(RGB) 平均值	(240, 232, 89)	(240, 223, 80)	(254, 243, 97)	(254, 243, 101)
直接染料 (綠)				
色碼(RGB) 平均值	(150, 229, 84)	(143, 217, 96)	(154, 251, 83)	(163, 229, 121)
鹽基染料 (藍)				
色碼(RGB) 平均值	(88, 118, 206)	(96, 108, 146)	(136, 156, 180)	(174, 189, 218)



抗菌色糊不需要長時間的浸泡，也不需要大量的水，進行泡沫染色與網版印刷。

研究亮點發現！

以「省時、省水」的方式塗抹於布料上，減少水資源的浪費與時間的耗費。

研究結果與討論



本研究與歷屆科展得獎作品之比較

作品名稱	A	B	本研究
染色原理	植物變性蛋白 做為媒染劑	植物變性蛋白 做為媒染劑	動物變性蛋白 做為媒染劑
染色方式	咖啡渣染色	豆漿助染布	蛋白助染
需要浸泡時間	100°C加熱 煮60分鐘	8小時	直接塗抹染色(省水) 無須加熱浸染(省時)
是否添加其他 化學藥劑	醋(定色劑)	硼酸、熟石灰、 市售助染劑	無



本研究貢獻度

我們以創新製程，達到棉布改質的目的，讓布料有抗菌力與耐用度，因應環境的公共衛生，對於一些疾病可以預防。

參考文獻

- 一、國民小學自然與生活科技領域教科書。南一書局。2019。
- 二、牛仔愛上蛋—探討牛仔布染色助劑以變性蛋白質替代化學樹脂的可行性。中華民國第60屆中小學科學展覽會。國小組生活與應用學科(二)環保與民生。
- 三、黃喜玫，天然媒染劑應用於植物染可行性之研究。樹德科技大學應用設計研究所，2003。
- 四、咖啡渣·染·變身 show~探討咖啡渣之染色變因與再利用。中華民國第57屆中小學科學展覽會。國小組化學科。
- 五、吳宛靜等(2020)，運用生物螢光反應檢測法稽核醫院環境清潔之成果。感染控制雜誌。202002_30(1).0002。
- 六、蛋白棉花糖～蛋白霜之研究。中華民國第54屆中小學科學展覽會。國小組生活與應用學科。