

投稿類別：自然科學類

篇名：

藍藍路—兼具實用性及安全性之藍染研究

作者：

江定學。花蓮縣立富源國民中學。國中九年忠班

黃軍淇。花蓮縣立富源國民中學。國中九年忠班

指導老師：

王芷芸老師

王瑱鴻老師

壹•前言

一、研究動機

在我的記憶中小時後看過阿婆在後院把新鮮的山藍葉放到染缸裡泡水，然後過一兩天就會看他戴上他那個招牌的客家藍布的頭巾綁上系上圍裙把藍泥與石灰放缸裡開始建鋼，之後的一陣子就看著他拿拜拜的蘋果有時加一些蜂蜜跟米酒，之後過了一陣子他捲起袖子綁上頭巾把一片片綁好的布泡進那個染缸裡面。

上國中後開始了家鄉走讀課程，但是從開始接觸藍染到現在，我發現大多藍染師傅都是用經驗與感覺去判斷是否完成、需不需要再添加化學藥劑，讓我們覺得這是一個非常需要依賴師傅經驗的技藝。在學習藍染技法時，我們又發現藍染師父的手大多因為長期接觸藍染而出現了一些傷口無法痊癒，我們一直覺得可能是因為藍染中含有會對皮膚造成傷害的物質。

這些原因讓我們決定做這次研究，我們想找出讓上色程度呈現最佳狀態的建藍方式，以及適合作為藍染添加物也不會對人體造成影響的物質，以便在未來一般大眾在操作藍染時較容易上手也不會對人體造成影響。

二、研究目的

- (一) 探討不同建藍方式對布料纖維強度的影響。
- (二) 探討不同建藍方式對布料染色飽和度的影響。
- (三) 探討接觸藍染染液對皮膚造成之影響及因應方式。

一、研究方法

(一) 研究流程：



圖一 研究流程圖

- (二) 進行實驗：透過進行實驗尋找出最適合藍染的布料以及最適合加入染缸的物質。
- (三) 訪問專家：透過訪問社區醫師以及藍染專家，得知藍染對人體的影響，藉此找出降低對皮膚造成影響的方法。

四、預期效益

希望讓社會大眾在操作藍染時，可以做出染色程度較佳又兼具健康的染布，以及讓藍染專家在長期接觸藍染時也不會有身體不適的狀況出現。

貳•正文

一、文獻探討

(一) 藍染的步驟（2007，馬芬妹）：

1. 採集：找到葉片較大且具有色素的葉子。
2. 製靛：將採好的葉子放在水缸中，加入水，水需要淹過葉子，靜置 2 到 3 天讓葉子把色素（Indoxyl）釋放在水中，就可以將葉子撈出，接下來要將與浸葉重量比例為 2%至 2.5%的石灰乳倒入缸中，要不停地攪拌當顏色由綠色變為藍色就要開始靜置 1 天，隔天將缸上多餘的水倒掉，盡量不要晃動到缸底，以免濺起沉澱物，當水倒光就只剩下我們要的藍泥。
3. 建缸：將先前做好的藍泥，和龍眼木灰或相思樹灰製成的木灰水，混和成染布用的染料。
4. 養缸：使用水果、蜂蜜或米酒加在染料中，來養染料內藍寶寶（Indigo），藍寶寶會幫助染料還原，但現在因為要追求快速，所以都被葡萄糖或保險粉取代。
5. 染布：將布用自己喜好的方式綁起來，先將布放在水裡將空氣擠出來，再將布放倒染缸內，用雙手擠壓約 5 分鐘，擰乾後拍打讓綠色的染料還原成藍色，再重複放入染缸 5 至 6 次之後曬乾。
6. 漂洗：在水中重複輕輕的漂洗，把布裡殘留的鹼洗掉，如果洗出的鹼很多，水會呈現黃色。
7. 晾乾：將漂洗好的染布曬乾，需要把染布展開，曬乾後才不會出現皺摺，漂洗和晾乾要一直重複。

(二) 染布原理：

將成熟大菁葉片溶於水會溶出綠色水溶性原靛素(Indican)，遇到氧氣會氧化成藍色非水溶性藍靛素(Indigo)。加入石灰並攪拌使鈣離子與藍靛素結合，成為「藍泥」。藍泥無法直接染色，故染布前須先將其還原成隱色性染液(俗稱靛白，Indigo white)才能染色，其過程稱為「建藍」，傳統發酵建藍法是利用生物繁殖發酵原理進行。當植物纖維與水溶性靛白吸附，再取出接觸空氣就會「氧化」。原為暗綠色氧化為藍色靛藍，而此時靛藍已定於纖維中不易脫離，因為以還原成非水溶性藍靛素。

(三) 接觸藍染染液對人體造成影響之物質：

1. 氫氧化鈉（2014，國家環境毒物研究中心）：

氫氧化鈉是具有極強腐蝕性的鹼性物質，任何組織接觸到氫氧化鈉都會造成嚴重燒傷。吸入氫氧化鈉的粉塵或水氣時，會造成鼻、喉，以及呼吸道的刺激，甚至會造成上呼吸道腫脹或痙攣，進而導致阻塞和喪失脈搏，也可能會導致肺部發炎和肺部液體的堆積。食入固體或液體的氫氧化鈉會引起自發性嘔吐、胸部和腹部疼痛，以及吞嚥困難。氫氧化鈉對口腔、咽喉、食道與胃的腐蝕性傷害是非常迅速的，並可能導致穿孔、出血。

2. 保險粉連二亞硫酸鈉（2019，維基百科）：

- (1) 健康危害：對眼睛、皮膚、黏膜(呼吸道)有刺激性，接觸後可引起頭痛、噁心、嘔吐。
- (2) 環境危害：對環境有危害，會污染水體。
- (3) 燃爆危險：遇火可燃燒。

二、研究方法

(一) 實驗器材：

電子秤、燒杯、滴管、量筒、溫度計、砝碼、筆記型電腦、撥棒、自製布料纖維強度測試儀、pH 計。



圖二 自製布料纖維強度測試儀



圖三 pH 計

(二) 實驗材料：

75%酒精、米酒、棉布、藍泥、木灰。



圖四 藍泥



圖五 木灰

三、實驗步驟

(一) 探討不同建藍方式對不同布料纖維強度的影響

1. 建缸：依照添加的化學藥品設計出 5 種建藍方式如下表一：

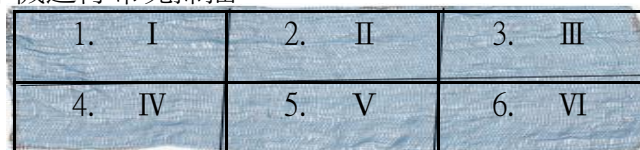
表一 5 種的建缸法主要成分

杯	A	B	C	D	E
主要內容物	藍泥：50gw 木灰水：800gw 葡萄糖：2gw 米酒：15gw	藍泥：50gw 水：800gw NaOH：2.5gw 葡萄糖：2gw	藍泥：50gw 水：800gw 保險粉：2gw	藍泥：50gw 木灰水：800gw 保險粉：2gw	藍泥：50gw 水：800gw 保險粉：2gw NaOH：2.5gw
備註	傳統法(木灰水用菌) 維持溫度 30°C pH：10.5	傳統法(NaOH用菌) 維持溫度 30°C 2 天完成 pH：11	只加保險粉 快速建藍 30 分鐘完成 pH：10	快速建藍(保險粉+木灰水) 30 分鐘完成 pH：11.1	快速建藍(NaOH+保險粉) 30 分鐘完成 pH：11

2. 染布：將五種布料（麻、棉、毛、絲、化學）放入五杯染料中（泡 5 分鐘，晾 3 分鐘，連續 3 次），之後晾乾。
3. 抽絲：從染好的布中抽出長度 15cm 至 25cm 的絲。
4. 測纖維強韌：用自製纖維強韌測量裝置，將纖維掛在鉤子上，下方掛上秤盤，置入砝碼，紀錄纖維斷時裂砝碼重量。

(二) 探討不同建藍方式對不同布料染色飽和度的影響

1. 剪布：從每塊染好的布上，剪下一塊長 9cm、寬 4cm 布。
2. 掃描：利用影印機進行布塊掃描。



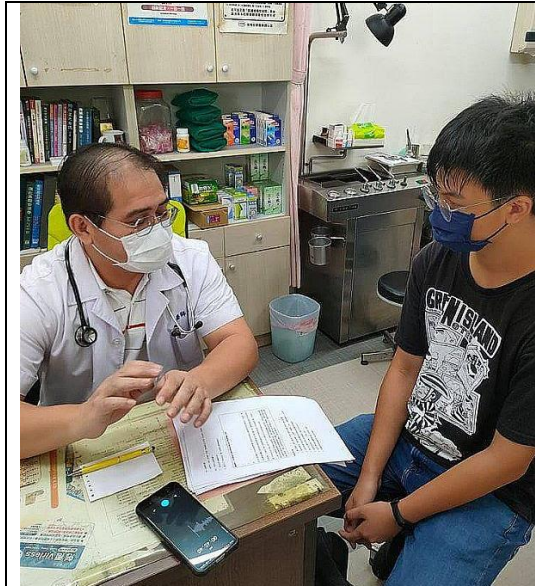
圖六 染布掃描分配圖

3. 找 RGB 數值：將掃描完成的布平分 6 塊，並利用小畫家軟體找到每區域中心點的 RGB 數值。
4. 轉換 HSV：將 6 點 RGB 轉換為 HSV，本實驗主要探討 S 值（飽和度）。
5. 平均：刪除 6 個飽和度數值中與平均值差異最大的，再求剩餘 5 個飽和度的平均和標準值。

四、訪談步驟

(一) 蒐集資訊：上網查詢資料，找尋藍染中會對健康產生影響的物質。

- (二) 設計題目：設計及撰寫訪問內容及問題。
- (三) 訪談方式：現場訪談與線上訪談，並全程錄音。
- (四) 訪談對象：訪問醫師以及藍染工坊的師傅，是否有因為接觸藍染而產生對皮膚影響的經驗或個案。
- (五) 整理訪問內容：將訪問得到的資訊，加以整理並歸納出結論。



圖七 訪問社區醫師



圖八 訪問染坊老師

五、實驗結果

(一) 探討不同建藍方式對布料纖維強度影響

不同建藍方式不同布料染色後纖維強度三次測量值及平均值(以克重為單位)。

實驗結果如下：

表二 纖維強度實驗結果

	純棉	純麻	純毛	烏干紗
未染色數值	180/195/220	161/155/148	50/40/47	90/90/100
未染色平均值	198.3	151.3	45.6	93.3
A 杯數值	100/110/110	90/109/100	40/40/41	95/70/80
A 杯平均值	106.6	99.6	40.3	81.6
B 杯數值	100/100/110	40/30/30	50/40/44	87/78/80
B 杯平均值	103.3	33.3	43.3	81.6
C 杯數值	110/100/130	140/160/165	40/45/30	100/120/118
C 杯平均值	113.3	155	38.3	112.6
D 杯數值	70/75/88	120/100/100	59/40/55	90/78/70
D 杯平均值	77.6	106.6	51.3	79.3
E 杯數值	88/70/90	30/55/45	30/52/40	90/78/70
E 杯平均值	82.6	43.3	40.6	78.3

(二) 不同建藍方式對不同布料染色飽和度的影響

1. 將各塊剪下的布料掃描後以小畫家取 6 點的 RGB 值，資料如下。（因 A 杯建藍失敗，不列入探討）註：以下表格中為 R/G/B

表三 B 杯 各種布料取 6 點所得 RGB 數值

標準點／布	棉	麻	毛	絲	化學
I	46/85/114	66/103/128	109/137/155	158/179/198	155/165/177
II	61/99/121	62/97/123	110/133/154	127/154/176	157/171/186
III	60/91/107	52/90/116	108/135/155	132/160/187	149/161/168
IV	47/79/101	68/105/131	127/147/169	157/187/206	139/152/168
V	59/84/105	27/62/91	113/141/163	146/166/186	161/172/184
VI	48/84/112	88/123/144	110/139/157	132/151/167	145/156/177

表四 C 杯 各種布料取 6 點所得 RGB 數值

標準點／布	棉	麻	毛	絲	化學
I	54/91/116	55/89/113	136/158/170	110/150/172	129/156/176
II	45/83/107	55/93/115	127/149/163	114/154/175	131/157/172
III	44/84/110	55/110/134	111/140/155	105/151/172	114/142/160
IV	41/94/121	63/100/120	113/140/155	115/151/170	134/161/176
V	47/95/119	72/109/136	114/143/162	115/155/179	121/143/155
VI	33/82/106	75/122/145	125/154/169	103/150/173	115/142/163

表五 D 杯 各種布料取 6 點所得 RGB 數值

標準點／布	棉	麻	毛	絲	化學
I	41/75/104	84/114/135	108/137/157	124/153/176	163/183/195
II	72/89/101	64/103/126	103/131/151	137/160/181	136/163/182
III	50/78/90	44/94/117	116/145/163	116/137/161	144/172/192
IV	63/99/117	69/100/122	127/151/176	133/158/181	140/168/188
V	34/88/108	60/97/120	37/162/176	114/138/163	163/185/202
VI	32/68/93	70/105/131	118/145/166	121/151/172	150/166/183

表六 E 杯 各種布料取 6 點所得 RGB 數值

標準點／布	棉	麻	毛	絲	化學
I	19/83/115	70/111/129	147/169/185	114/141/165	173/185/193
II	28/77/100	71/109/132	102/130/149	129/151/174	134/169/193
III	43/94/120	97/120/143	140/159/179	118/145/171	177/201/212
IV	55/115/143	60/93/119	133/160/180	131/156/180	164/180/199
V	26/86/111	100/131/146	123/150/167	133/157/180	165/187/203
VI	54/92/109	82/110/124	119/147/163	125/151/172	172/196/207

2. 利用色碼轉換器將各 RGB 數值轉換成 HSV 數值結果如下：

註：以上表格中為 H/S/V。H 為、S 為飽和度(%)、V 為亮度(%)。刪除線代表算平均值時被刪除。

表七 B 杯 各種布料取 6 點所得 HSV 數值

標準點／布	棉	麻	毛	絲	化學 A
I	205/59/44	204/48/50	203/29/60	208/20/77	212/12/69
II	202/49/47	205/49/48	208/28/60	206/27/69	211/15/72
III	200/43/41	204/55/45	205/30/60	209/29/73	202/11/65
IV	204/53/39	204/48/51	211/24/66	203/23/80	213/17/65
V	207/43/41	207/70/35	206/30/63	210/21/72	211/12/72
VI	206/57/43	202/38/56	202/29/61	207/20/65	219/18/69

表八 C 杯 各種布料取 6 點所得 HSV 數值

標準點／布	棉	麻	毛	絲	化學
I	204/53/45	204/51/44	201/20/66	210/36/67	205/26/69
II	203/57/41	202/52/45	203/22/63	200/34/68	201/23/67
III	203/60/43	198/58/52	200/28/60	198/38/67	203/28/62
IV	200/66/47	201/47/47	201/27/60	200/32/66	201/23/69
V	200/60/46	205/47/53	203/29/63	202/35/70	201/21/60
VI	199/68/41	199/48/56	200/26/66	198/40/67	206/29/63

表九 D 杯 各種布料取 6 點所得 HSV 數值

標準點／布	棉	麻	毛	絲	化學
I	207/60/40	204/37/52	204/31/61	206/29/69	202/16/76
II	204/28/39	202/49/49	205/31/59	208/24/70	204/25/71
III	198/44/35	198/62/45	202/28/63	212/27/63	205/25/75
IV	200/46/45	204/43/47	210/27/69	208/26/70	205/25/73
V	196/68/42	203/50/47	186/78/69	210/30/63	206/19/79
VI	204/65/36	205/46/51	206/28/65	204/29/67	210/18/71

表十 E 杯 各種布料取 6 點所得 HSV 數值

標準點／布	棉	麻	毛	絲	化學
I	200/83/45	198/45/50	205/20/72	208/30/64	204/10/75
II	199/72/39	202/46/51	204/31/58	210/25/68	204/30/75
III	200/64/47	210/32/56	210/21/70	209/30/67	198/16/83
IV	199/61/56	206/49/46	205/26/70	209/27/70	212/17/78
V	197/76/43	199/31/57	203/26/65	209/26/70	205/18/79
VI	198/50/42	200/33/48	201/26/63	206/27/67	198/16/81

(三) 探討接觸藍染染液對皮膚造成之影響及因應方式

1. 保護皮膚的措施

- (1) 皮膚本身的油質和細菌會形成皮脂膜，皮脂膜是皮脂、角質細胞產生的脂質及從汗腺裡分泌出來的汗，和空氣中的灰塵、細菌等等融合的一層膜，皮脂膜的 pH 值為 4.5 到 6.5 之間呈現弱酸性，會與染缸中的氫氧化鈉、保險粉等等鹼性物質中和，因此不會傷害到皮膚。
- (2) 染缸裡的木灰可在皮膚上形成保護，木灰成分主要為碳酸鹽類如碳酸鉀、碳酸鈣和其他微量元素如鐵、矽、鋁，溶於水後呈現弱鹼，因此會將氫氧化鈉的鹼性程度壓低形成緩衝作用，可防止氫氧化鈉或保險粉等對人體有害的物質進到身體。

2. 察覺皮膚的徵狀

皮膚的狀況表現得很明顯像是癢疹、丘疹、還有整塊保護缺損、顏色也會不一樣所以非常敏顯。

3. 藍染的氣味導致身體不適

在工廠製作藍染的時候，因為同時會有好幾缸濃度都很高的染缸，類似像氨水的味道會很重，這時才有可能會不適。氫氧化鈉俗稱燒鹼，遇到水後會大量放熱容易形成鹼蒸氣會造成不適。

參●結論

一、問題與討論

(一) 不同建藍方式對布料纖維強度有何影響？

我們依照染色時可能會添加的化學藥品(NaOH、保險粉)組合成五種染色法。

A：完全每有使用化學藥品，利用木灰水達鹼性，使菌類得以生存、發酵，將藍靛素還原為靛白。

B：使用 NaOH 製造鹼性環境，讓菌類得以生存、發酵，將藍靛素還原為靛百。

C：直接使用保險粉(還原劑)快速建藍。

D：使用木灰水及保險粉法(還原劑)快速建藍。

E：常見快速建藍法，添加 NaOH 和保險粉(還原劑)。

因為絲布無法抽出纖維，因此沒有測量其纖維強度，其他四種布料結果如下：

表十一 不同建藍方式對不同布料染色後纖維強度平均值（以克重為單位）

	純棉	純麻	純毛	烏干紗
未染色平均值	198.3	151.3	45.6	93.3
A 杯平均值(pH=12)	106.6	99.6	40.3	81.6

B 杯平均值(pH=11)	103.3	33.3	43.3	81.6
C 杯平均值(pH=10)	113.3	155	38.3	112.6
D 杯平均值(pH=11.1)	77.6	106.6	51.3	79.3
E 杯平均值(pH=10.9)	82.6	43.3	40.6	78.3

由此實驗可得知：

1. 每種布的纖維強度被破壞情形由小至大為純棉：C<A<B<E<D；純麻：C<A<D<E<B；純毛：D<B<E<A<C；烏干紗：C<A=B<D<E。
2. 純棉的纖維強度最強，但破壞也大，不過染色後的纖維強度在四種布料中依舊是好的。
3. C 杯只有加保險粉未加其他鹼性物質，對棉和麻破壞性較小，對烏干紗甚至可增強纖維強度，但對毛料纖維破壞性大。
4. 麻在 B 和 E 杯中纖維強度的破壞最明顯，可能是這兩杯都含有氫氧化鈉，也許作為以後探討主題。

(二) 不同建藍方式對染色飽和度有何影響？

A 杯未能成功建藍，無法染色，其他 4 種染布法得到各種布料的染色飽和度平均值如下表：

表十二 不同建藍方式對不同布料染色飽和度平均值和標準差

杯/布料	棉	麻	毛	絲	化學(烏干紗)
B	49%(6.2)	47.6%(6.1)	29.2%(0.84)	22.2%(2.9)	13.4%(2.5)
C	62.2%(4.6)	49%(2.3)	26.4%(2.7)	35%(2.2)	25.8%(2.8)
D	56.6%(11)	45%(5.2)	29%(1.9)	28.2%(1.6)	22.4%(3.6)
E	71.2%(8.9)	37.4%(7.4)	23.8%(3.0)	28%(1.8)	15.4%(3.1)

註：平均值(表標準差)、A 杯建藍沒有成功，無法染色。

1. 各種建藍方式皆為棉的飽和度最高代表上色效果最佳，其次為麻布，而上色效果最差的是化學。
2. 毛布 4 種建藍方式的飽和度平均值大約都在 20%無太大差異。
3. 絲和化學纖維飽和度最高的建藍方式為 C。
4. 由此可推測，主要是布料材質影響染色飽和度，而最合適的染色布料為棉與麻。

(三) 探討接觸藍染染液對皮膚造成之影響及因應方式

1. 皮膚本身雖然有皮脂膜可以進行保護，但是時間久了就會漸漸消失。染缸裡的木灰可以讓手產生一種保護，可以防止氫氧化鈉等鹼性物質對皮膚造成傷害，但是最重要的還是要戴手套。
2. 皮膚有任何狀況會表現得非常明顯，不需要從其他身體部位去確認。表現出症狀的時間也不一定，如果皮膚嚴重不適也要立即就醫。
3. 除非是聞到濃度非常高的染缸，不然身體不適的可能性很低，就算聞到濃度高的染缸，也不一定會感到身體不適。如果有任何不適的感覺，例如：頭暈等，

就立即停止此活動。

二、研究結論

- (一) 染色後纖維強度幾乎都會破壞，只用保險粉不添加鹼性物質破壞性較小。當建藍方式中含有 NaOH 麻的破壞非常明顯。
- (二) 最合適藍染的布料是棉、麻，上色飽和度最高，上色效果最差的是化學纖維，如使用毛、絲、化學（烏干紗），必須多染幾次或增加浸泡時間。
- (三) 傳統建藍有可能失效，是藍染過程較大的問題。
- (四) 選擇快速建藍時能節省時間、不易失敗，上色效果也不錯，但會破壞布料纖維。建議直接使用保險粉（還原劑）不用添加鹼性物質，減少纖維的破壞。
- (五) 雖然身體與木灰會對皮膚進行保護，但是最好的方法還是帶手套，若在進行藍染的過程中，有任何不適的狀況請立馬停止，在之後若需要則立即就醫。

肆•引註文獻

- 一、姚珩等人（2021）。國中自然學課本第四冊。第二章氧化還原反應。翰林出版。
- 二、周育丞、董益亨（2020）。青出於藍。中華明國第 60 屆中小學展覽會國中組生活應用科學。
- 三、蔡永潔、陳祐嘉、梁安柔、黃昱瑄（2009）。藍染的化學世界。中華明國第 49 屆中小學科學展覽會高中組化學科。
- 四、馬芬妹（2007）。台灣藍 草木情:植物藍染色技藝手冊。南投縣:國立台工藝研究所。
- 五、鄭允中、周鈺翔（2006）。奈米分子篩與本土植物染，讓藍染復活。中華明國第 46 屆中小學科學展覽會高中組化學科。
- 六、維基百科（2019）：連二亞硫酸鈉。
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%BF%9E%E4%BA%8C%E4%BA%9A%E7%A1%AB%E9%85%B8%E9%92%A0>
- 七、國家環境毒物研究中心（2014）：氫氧化鈉。
http://nehrc.nhri.org.tw/toxic/toxfaq_detail_mobile.php?id=82
- 八、每日頭條教您自製草木灰，花草肥料不用愁（2018）<https://kknews.cc/zh-tw/home/jgovrx6.html>
- 九、「肌膚防護罩，需要好照料」皮脂膜。<https://www.sib-beautyskin.com/pages/qa19>
- 十、RGB 轉換 HSV 及 HSL 。<https://reurl.cc/NZq1Lp>
- 十一、元氣網 20190215-純淨水 vs.天然水 從健康角度看，哪種水最適合人體？（2019）<https://health.udn.com/health/story/6008/3645448>
- 十二、演示看板《實驗原理》CD 光譜儀。
<https://www2.nsysu.edu.tw/physdemo/2012/C3/95%e6%bc%94%e7%a4%ba%e7%9c%8b%e6%9d%bf.pdf>
- 十三、科學實驗王 21：氧化與還原作者 Story a.譯者：徐月珠 繪者：Hong Jong Hyun