

中華民國第 56 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 生活與應用科學科

第三名

080803

「蛋」妝素抹

- 探討植物蛋白製作天然塗料之可行性

學校名稱：新北市私立康橋高級中學

作者： 小四 陳鼎穎 小四 曾元庠 小四 郭亞宸	指導老師： 楊紹政 賴明遠
-----------------------------------	---------------------

關鍵詞：蛋白質、環保塗料

摘要

傳統塗料使用大量的重金屬與溶劑，影響著大家的身體健康，所以我們探討以自製天然的塗料來取代傳統的塗料。我們取四種豆類：黃豆、黑豆、米豆與花豆，以加酸改質，比較發現以黃豆蛋白質沉澱量最高，所以取黃豆來製作出天然塗料，使用四種抑菌材料硼酸、硼砂、小蘇打粉和薑汁比較抑菌效果、以硼酸效果最好。再將黃豆蛋白分別加入碳酸鈣、硫酸鈣和對照組、放入酸、鹼、中性清潔劑水溶液中做比較、因此實驗證明，黃豆蛋白可用於天然塗料的製作。

壹、研究動機

最近家裡裝潢，完成後留下的塗料強烈氣味，令人頭昏腦脹、流淚、鼻子過敏，很不舒服，上網查詢這些氣味，主要的是裝潢留下的「甲醛」物質(附錄一)，除了讓人身體不舒服外，它還是第一級的致癌物。如果塗料裡沒有這些影響我們人體是多麼好，想起老師說過在第一次世界大戰的飛機，使用的膠水是用牛奶來作成的，於是我想是否可以做塗料呢？於是上網查到美國已利用牛奶裡的蛋白質做塗料，將牛奶蛋白加酸變性後取出酪蛋白沉澱物再酸鹼中和成塗料，想到爺爺奶奶吃早餐時喝豆漿，也是蛋白質，不同的是牛奶性動物蛋白，而豆漿是植物性蛋白；所以我們嘗試使用市面上常見的豆類來取代牛奶製作天然塗料。

貳、研究目的

實驗一：選取四種豆類，分別為黑豆、黃豆、花豆、米豆，調製成天然蛋白塗料。

實驗二：以硼砂、硼酸、小蘇打粉、薑汁做抑菌比較，選最佳效果做為抑菌材料。

實驗三：將塗料依配方分成硫酸鈣、碳酸鈣與對照組、再各加入天然珊瑚紅色料、最後塗抹在水泥板及木板上並做附著度和拉力測試。

實驗四：測試黃豆蛋白塗料以中性清潔液及酸鹼溶液浸泡後的適用性。

實驗五：將製作完成的水泥板及木板上漆後，做耐候性的測試。

實驗六：以二氧化鈦當色料，試作自製白色塗料。

實驗七：利用成本分析比較自製天然塗料和市售塗料的差別。

參、研究設備與器材

一、原料與材料：

			
1. 黑豆	2. 黃豆	3. 米豆	4. 花豆
			
5. 白醋	6. 酸鹼廣用試紙	7.有機珊瑚紅泥粉	8. 硫酸鈣(石膏)
			
9. 碳酸鈣	37.二氧化鈦	11. 木板	12. 水泥板
			
13. 硼砂	14. 硼酸	15. 碳酸鈉	16.冰醋酸
			
17. 老薑	18.酒精	19.洋菜 Agar	20.碘液
			
21.碳酸氫鈉	22.中性清潔劑	23. LB 肉湯	24. 無糖豆漿

二、儀器與設備類：

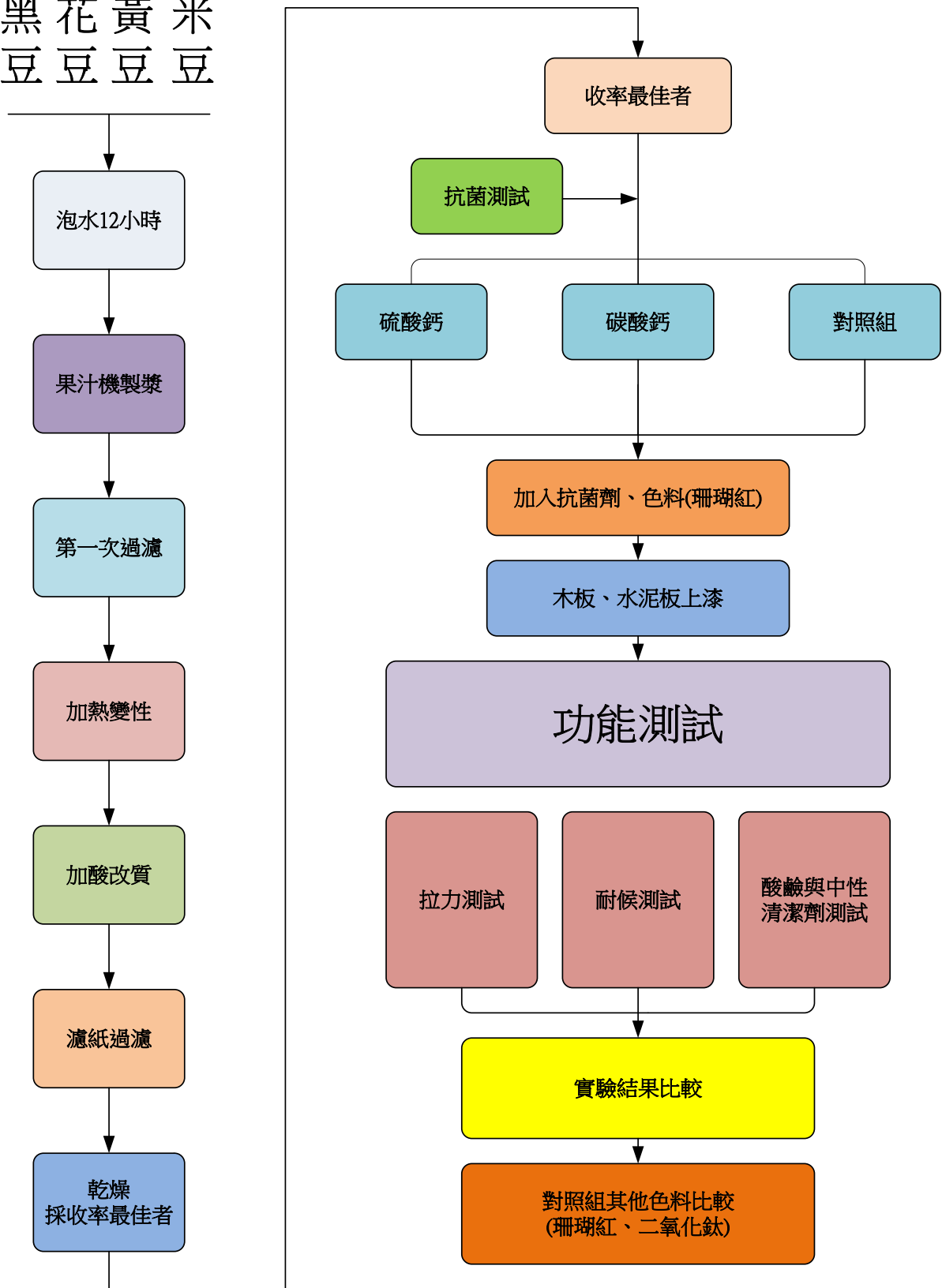
			
1. 漏斗	2. 燒杯	3. 磅秤	4. 藥匙
			
5. 秤量紙	6. 果汁機	7. 標籤紙	8. 烘碗機
			
9. 不鏽鋼濾網	10. 濾紙	11. 刷子	12. 手套
			
13. 酒精燈	14. 玻璃纖維網	15. 保鮮膜	16. 攪拌棍
			
17. 布丁杯	18. 果菜機	19. 滴管	20. 口罩
			
21. 萬用角座	22. 酸鹼度計	23. 塑膠杯	24. 盛水盆
			
25. 培養皿	26. 安全吸球	27. 血清瓶	28. 壓力鍋

			
29. 打火機	30.磁石攪拌器(組)	31. 電磁爐	32. 棉花棒
			
33.試管與試管架	34.打洞器	35.光碟片	36.溫度計
			
37.雙面膠			

肆、研究過程及方法

一、實驗流程

黑花黃米
豆 豆 豆



二、了解蛋白質製成塗料的原理。

(一) 黃豆的成分。

黃豆的根為瘤狀，其根瘤菌與黃豆植株共生，具有固定氮的能力，所固定的氮約為全株黃豆含量之 25%~50%。黃豆含有豐富的蛋白質、油脂、纖維素、半纖維素、醣類、粗纖維及灰分，黃豆的組成，如下表所示，可知蛋白質含量最多。

黃豆組成成份	百分比(%)
蛋白質	40
脂肪	20
醣類	7
纖維素及半纖維素	17
粗纖維質	5
灰分	6

資料來源：Handbook of Soy Oil Processing and Utilization，AOCS / ASA(1980)

(二) 油漆的成份。

成分包括如下五大部分：

- 1.油料：包括乾性油和半乾性油，是主要成膜物質之一。
- 2.樹脂：包括天然樹脂和人造樹脂，也是主要成膜物質的一部分。
- 3.顏料：包括著色顏料、體質顏料和防銹顏料，具體品種相當繁多。
- 4.溶劑：包括稀釋劑，用來溶解上述物質和調劑稠度，為輔助成膜物質。
- 5.輔料：包括固化劑、增塑劑、防潮劑等。

以上材料經不同比例調製而成。其顏料有的化學合成，也有的是粉碎的礦物、貝殼或由金屬物質加工製成。樹脂則是油漆塗抹的主要成分，分別有天然樹脂(如：松香、漆樹)及合成樹脂兩種；其中合成樹脂含有油脂是無法完全轉為水溶性，因此不管是水性或油性的塗料，都必需要加入有機溶劑來溶解樹脂，特別是「噴漆」就含有大量甲苯。一般常用溶劑有：松香水、甲苯、二甲苯、丁酮、丙酮等。

(三) 黃豆塗料的製作：

本組實驗首創以黃豆製作成塗料，而塗料包含以下四種主要成分：黏結劑＋填充料＋顏料＋溶劑。

1. 黏結劑：豆漿中添加適量的醋酸使其產生變性，放置一段時間後進行化學沉澱作用，再過濾出「黃豆蛋白」。
2. 填充料：加入適量礦石粉末是為了增加塗料的厚度，自然塗料的填充料通常會用硫酸鈣、碳酸鈣等。混合攪拌後，如果添加的粉末增加，而不會影響塗量的品質，就可以使用。
3. 顏料：若有需要添加色素粉的話，可在豆蛋白混合物中慢慢添加少量粉末，直到獲得正確的顏色。自然塗料的顏料可以來自動物、植物、礦物或金屬氧化物。
4. 溶劑：本實驗使用唯一溶劑為：乾淨的自來水。

三、實驗一：以常見豆類調製製成天然蛋白塗料。







(一)製成豆漿

1. 將黃豆、黑豆、米豆、花豆、各 100 公克放入盛水盆中加入 400 毫升的水、浸泡約 12 小時。
2. 分別將浸泡後的黃豆、黑豆、米豆、花豆瀝乾後，放入果汁機中加入 400 毫升的水，打成漿液，放到量杯裡。



(二)各豆汁加酸變性

1. 分別將粗濾好的黃豆汁、黑豆汁、米豆汁、花豆汁，放置酒精燈上加熱至 $60^{\circ}\text{C} \sim 80^{\circ}\text{C}$ ，一邊加入白醋並不停地攪拌，加到白色沈澱物不再產生。
2. 將形成的沉澱物拿來過濾，取出沉澱物以碘液測出澱粉值。
3. 將過濾出的水溶液以酸鹼度機測出酸鹼值。

		
將豆渣粗濾	加熱至 60°C ~80°C	加入醋酸改質
		
靜置沉澱	細濾沉澱物	測量濾液酸鹼值

(三)中和與烘乾

1. 將黑豆及黃豆的沉澱物逐次加入小蘇打粉，再用廣用試紙檢測，反覆測試至原本黃色(中性)為止。
2. 將黑豆及黃豆的沉澱物放在烘碗機低溫烘培 72 小時。取出稱重，比較收率。

		
過濾後成品	加入小蘇打粉並用廣用試紙檢測至中性	烘碗機烘乾

四、實驗二：抑菌性比較

(一) 抑菌材質準備

1. 薑汁準備：取老薑一條 65g，洗淨切成小片後將置於果菜機，榨出薑汁。

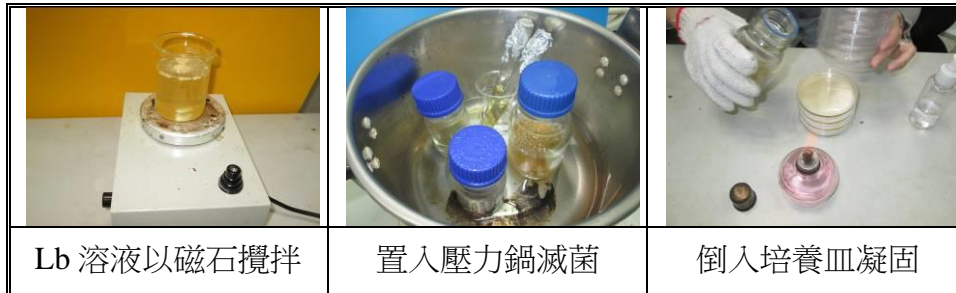
		
準備老薑洗淨	置於果汁機打漿	榨出薑汁

2. 豆漿準備：(同前)

3. LB(溶菌肉湯)培養基製作與鞋底菌培養：

- (1) 取 5g LB 肉湯加入 200C.C.的水於燒杯，置入磁石於燒杯內攪拌均勻。
- (2) 各取 10 毫升於 4 個試管。鋁箔紙蓋住試管口，以避免水氣進入試管。

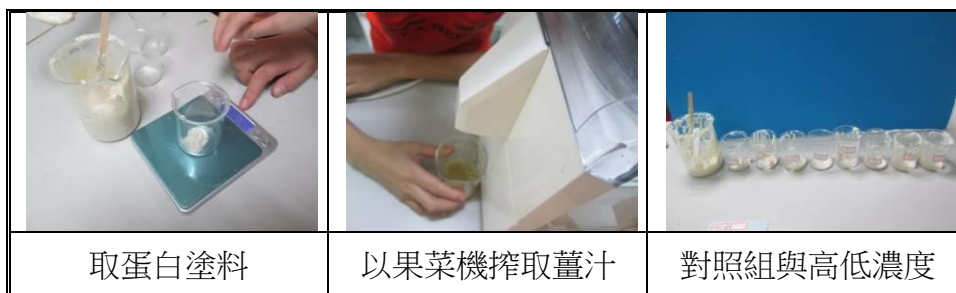
- (3) 將 Agar 粉 0.15g 和 30 毫升 LB 加在一起即 0.5% 的 Soft Agar。
- (4) 將 Agar 粉 3 g 和 150 毫升 LB 加在一起即 2% 的液態 LB
- (5) 將 0.5% Soft Agar 和 2% LB 液態溶液置入壓力鍋中加熱 20 分鐘，洩壓後打開壓力鍋，取出以上靜置冷卻，注意不可低於 60°C，否則會凝固。
- (6) 將桌子噴上 70% 的油漆消毒，並置放點燃的酒精燈，讓周邊處於無菌狀態。
- (7) 將 2% 的微溫 LB Agar 倒入培養皿中，靜置使其凝固。
- (8) 將棉花棒沾水，再沾一沾鞋底，將棉花棒放入 0.5% 液態 LB 試管內攪拌。



(二) 抑菌液調配：

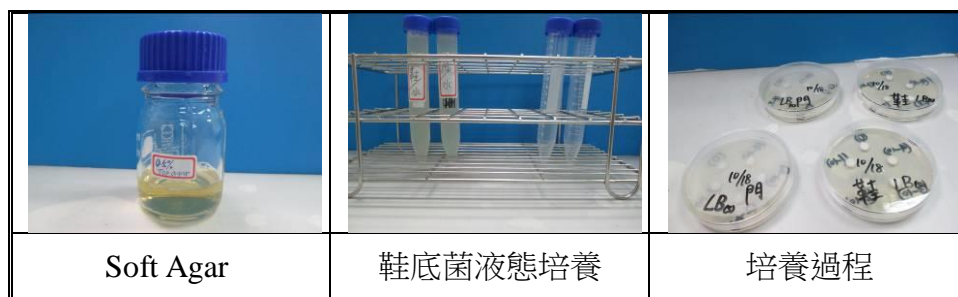
1. 依下表重量，加入各抑菌材料薑汁、小蘇打粉、硼酸、硼砂四種(附錄三)。
2. 配製完成後，再加入純水 10 公克，使濃度 10% 和 5% 減半，分別為 5% 和 2.5%。
3. 編號"0"為對照組，僅豆漿水溶液。

編號	1		2		3		4	
材料	豆漿	薑汁	豆漿	小蘇打粉	豆漿	硼酸	豆漿	硼砂
濃度 10%	9.0g	1.0g	9.0g	1.0g	9.0g	1.0g	9.0g	1.0g
濃度 5%	9.5g	0.5 g	9.5g	0.5 g	9.5g	0.5 g	9.5g	0.5 g



(三) 細菌種植與觀察(LB 培養基、Soft Agar 與鞋底菌培養由指導老師協助完成)

1. 取 LB 的培養基 0.5% Soft Agar 4.5CC，加入鞋底菌各一滴，作細菌的培養。
2. 倒入 LB 培養基內靜置 15 分鐘。在塗佈細菌的 LB 上打 5 個洞，並分別編號。在打洞處一一的滴入三滴所做的抑菌材料。



五、實驗三：以黃豆製成天然蛋白塗料

(一)黃豆天然漆製作

1. 將豆漿加酸後產生的沉澱物過濾後，放入少量小蘇打粉，再用酸鹼試紙檢測，反覆進行確認是否回復到原本黃色(中性)。
2. 將中性的沈澱物取 300g，分成 3 份，每份 100 公克。
3. 依照下表以硫酸鈣、碳酸鈣和不加入的對照組，調配出天然塗料。
4. 將調配好的原料各加入等重量 100ml 的水，並攪拌均勻。
5. 在邊長為 8 公分x8 公分的水泥板及木板上板中央處貼上雙面膠，作為分隔線。再塗上自製的三種天然漆。

硫酸鈣組

	木板 1-1	木板 1-2	木板 1-3	水泥板 1-1	水泥板 1-2	水泥板 1-3
硫酸鈣	10g	10g	10g	10g	10g	10g
硼酸	10g	10g	10g	10g	10g	10g
珊瑚紅	5g	5g	5g	5g	5g	5g

碳酸鈣組

	木板 2-1	木板 2-2	木板 2-3	水泥板 2-1	水泥板 2-2	水泥板 2-3
碳酸鈣	10g	10g	10g	10g	10g	10g
硼酸	10g	10g	10g	10g	10g	10g
珊瑚紅	5g	5g	5g	5g	5g	5g

對照組-1

對照組	木板 3-1	木板 3-2	木板 3-3	水泥板 3-1	水泥板 3-2	水泥板 3-3
硼酸	10g	10g	10g	10g	10g	10g
珊瑚紅	5g	5g	5g	5g	5g	5g



(二) 附著度實驗

1. 依序排好自製三種天然漆分別塗勻在邊長為8公分x8公分的正方形水泥板及木板上，並將彈簧秤、泡棉膠等器材準備好。我們想藉由彈簧秤的固定拉力和剪下泡棉膠的固定大小，來測試三種天然漆分別在水泥板及木板的附著程度。
2. 彈簧秤固定施力 200gw、泡棉膠固定剪下 1.8 公分x2.0 公分大小，每種天然漆分別在水泥板及木板各做 3 次實驗。
3. 將固定施力大小拉下來的泡棉膠，用數位相機記錄結果並以 ImajeJ 軟體計算塗料脫落的面積。
4. (塗料脫落的面積 / 3.6 平方公分) x 100% 就是塗料脫落的百分比。



六、實驗四：黃豆蛋白塗料適用性及耐酸鹼性之比較

(一) 製作過程

1. 取冰醋酸 125g 加水至 2500 毫升，調配出 5% 的醋酸水溶液。

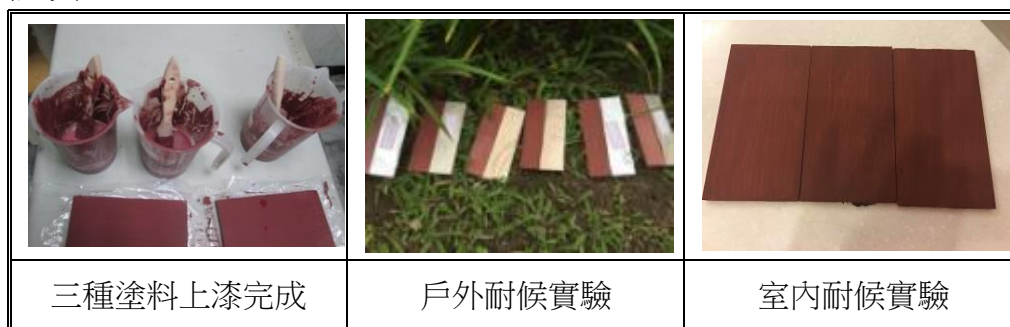
2. 取碳酸鈉 125g 加水至 2500 毫升，調配出 5%的碳酸鈉水溶液。
3. 取洗碗精 25g 加水至 2500 毫升，調配出 1%的中性清潔劑水溶液。
4. 依照下表，將以上好天然塗料的木板編號，一一浸泡於下列的 3 種溶液中 1 小時，並觀察改變狀況。

醋酸溶液 5%	硫酸鈣 1-1	碳酸鈣 2-1	對照組 3-1
中性清潔劑溶液 1%	硫酸鈣 1-2	碳酸鈣 2-2	對照組 3-2
碳酸鈉溶液 5%	硫酸鈣 1-3	碳酸鈣 2-3	對照組 3-3



七、實驗五：將製作完成的石板及木板上漆後，做耐候性的測試。

1. 將製作完成之成品，取樣品的一半包上鋁箔，分別放置室內與花園裡，三個月後比較其差異。



八、實驗六：試作白色塗料

1. 將豆漿加酸後產生的沉澱物過濾後，放入少量小蘇打粉，再用酸鹼試紙檢測，反覆進行確認是否回復到原本黃色(中性)。
2. 將中性的沈澱物取 100 公克。
3. 依照對照組的配方，並加入 5g 的二氧化鈦顏料，調配出白色塗料。
4. 將調配好的原料各加入等重量 100ml 的水，並攪拌均勻。
5. 在邊長為 8 公分x8 公分的水泥板及木板上板中央處貼上雙面膠，作為分隔線。再塗上自製的白色塗料。

對照組-2

對照組	木板 3-4	水泥板 3-4
硼酸	10g	10g
二氧化鈦	5g	5g





九、實驗七：利用成本分析比較自製天然塗料和市售塗料的差別。

1. 回顧自製天然塗料實驗過程中所有材料的採購費用，包括黃豆、醋酸、小蘇打粉和硼酸等。
2. 收集目前瓦斯（液化石油氣）的單價，利用熱量原理計算所需要消耗的能源價格。
3. 收集市售塗料價格，比較自製天然塗料和市售塗料的差別。

伍、研究結果

一、實驗一：以常見豆類調製製成天然蛋白塗料。

實驗中我們陸續加入醋酸，並測量它們的酸鹼程度，結果如下：

	黑豆	黃豆	米豆	花豆
碘液				
	黃棕色	黃棕色	藍黑色	藍紫色
酸度	4.5	4.6	4.7	4.8
廣用試紙	紅色（酸性）	紅色（酸性）	紅色（酸性）	紅色(酸性)

結果：

1. 以碘液測試發現米豆和花豆的過濾物呈現藍色顯示他們的主要成分是澱粉。
2. 我們根據下表的黃豆收率最高以及價格便宜，決定以黃豆作為天然漆的材料。

	黑豆	黃豆
原重量	100g	100g
收率(乾重)	51.0%(50.96g)	54.4%(54.44g)
價格	55 元/600 公克	30 元/600 公克

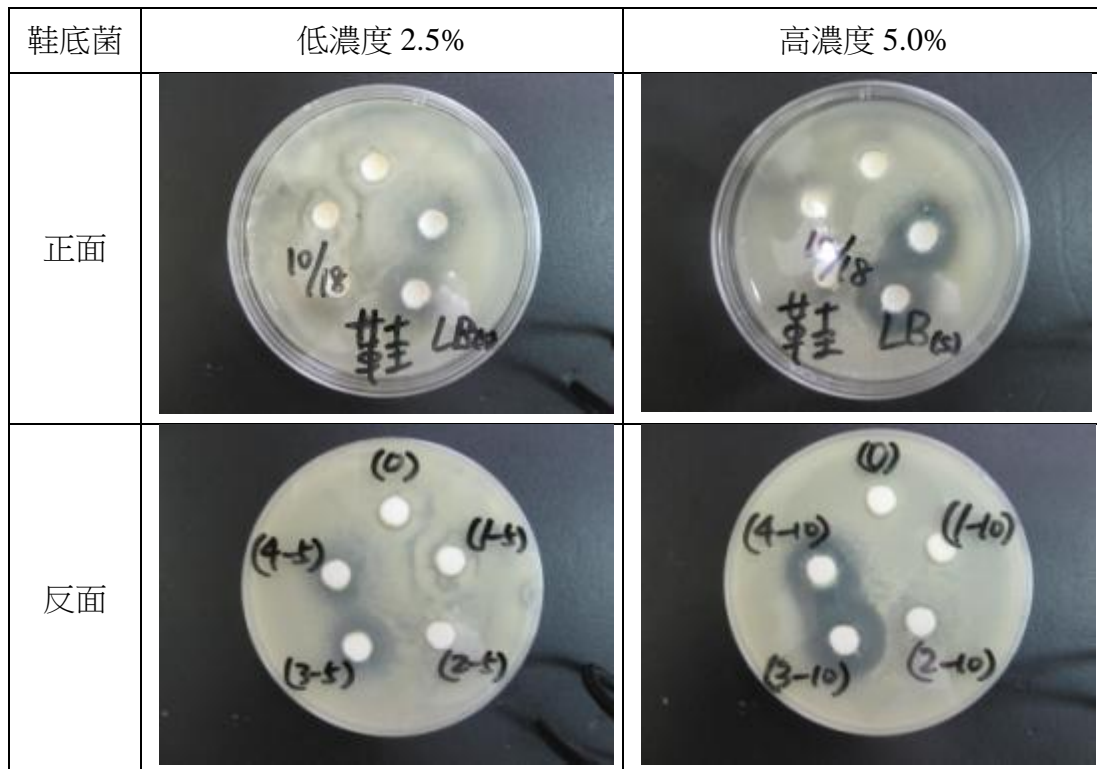
$$\text{收率(乾重)} = \frac{\text{烘 72 小時沉澱物重量}}{\text{原本重量 100g}} \times 100\%$$

二、實驗二：抑菌性比較。

(一) 用培養好的鞋底菌與以下四種分成高低濃度的”抑菌劑”，和一組對照做比較。

編號	0	1	2	3	4
黃豆蛋白 低/高	9.5/9.0	9.5/9.0	9.5/9.0	9.5/9.0	9.5/9.0
材料	空白對照組	薑汁	小蘇打粉	硼酸	硼砂
低濃度	0	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%
高濃度	0	5%	5%	5%	5%

經過 24 小時後，觀察培養皿，結果如下：




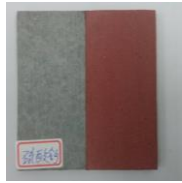





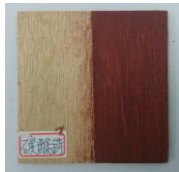


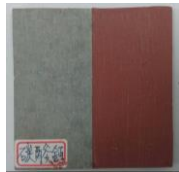

初步結果：1.硼砂和硼酸 2.5%與 5.0%在都植入細菌的圈圈周圍，顯示細菌無法生長，有抑菌效果。

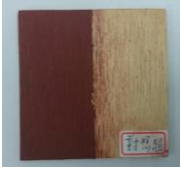
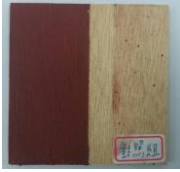

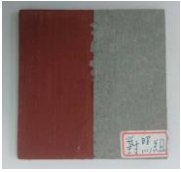
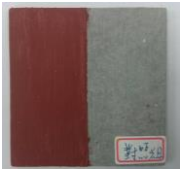

2.由黑圈圈大小可以看出 3 號硼酸抑菌效果較 4 號硼砂效果好，高濃度又比低濃度好。

3.薑汁與小蘇打粉對鞋底細菌均無抑菌效果。

三、實驗三：以黃豆製成天然蛋白塗料後塗佈不同材質上的觀察。

硫酸鈣		
木板 1-1	木板 1-2	木板 1-3
		
水泥板 1-1	水泥板 1-2	水泥板 1-3
		








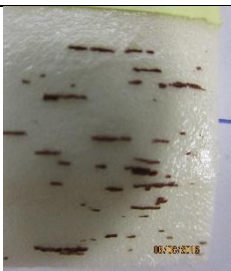

碳酸鈣		
木板 2-1	木板 2-2	木板 2-3
		
水泥板 2-1	水泥板 2-2	水泥板 2-3
		

對照組		
木板 3-1	木板 3-2	木板 3-3
		
水泥板 3-1	水泥板 3-2	水泥板 3-3
		

實驗結果：

1. 我們發現以珊瑚紅硫酸鈣粉、碳酸鈣及對照組的天然塗料，粉刷的成果都很成功，顏色均勻，且表面平滑。

四、實驗三：三種天然漆在木板上脫落程度結果和百分比



	對照組	碳酸鈣粉	硫酸鈣粉
第 1 次			
脫落百分比	2.4%	3.4%	19.6%
第 2 次			
脫落百分比	1.6%	3.6%	22.4%
第 3 次			
脫落百分比	2.9%	5.1%	51.7%
平均值	2.3%	4.0%	31.2%

實驗結果：



三種天然漆在木板上附著程度：對照組與有加填料(碳酸鈣與硫酸鈣)相對較佳，無填料的對照組比有填料的好

五、實驗四：黃豆蛋白塗料適用性及耐酸鹼性之比較。


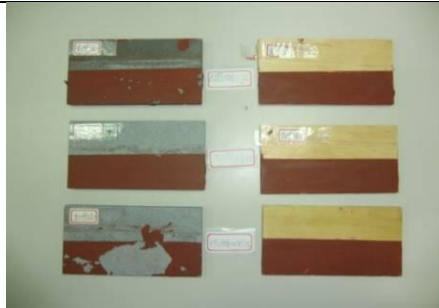
(一)加入硫酸鈣粉浸泡前後水泥板與木板之比較

浸泡前		浸泡後
	醋酸 5%	
	清潔 劑 1%	
	碳酸 鈉 5%	

(二)加入碳酸鈣浸泡前後水泥板與木板之比較

浸泡前		浸泡後
	醋酸 5%	
	清潔 劑 1%	
	碳酸 鈉 5%	

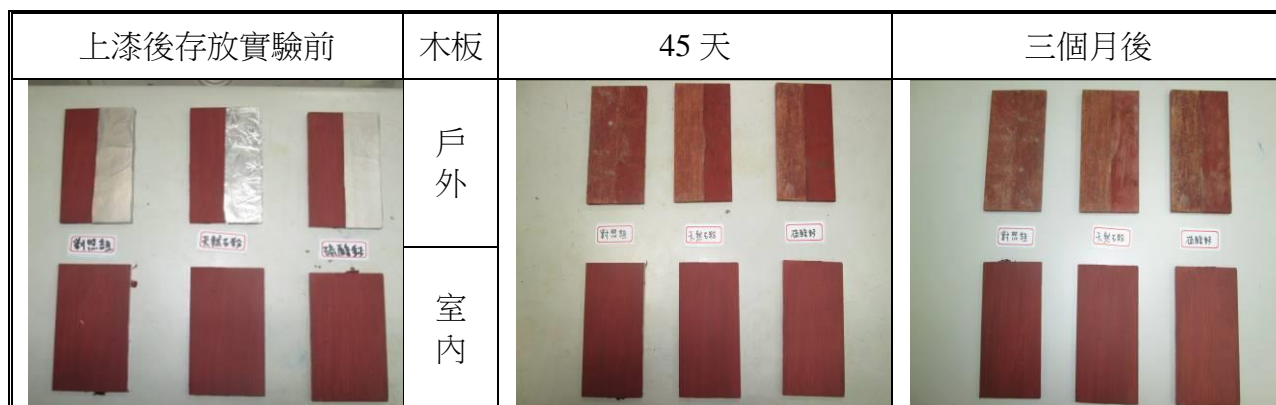
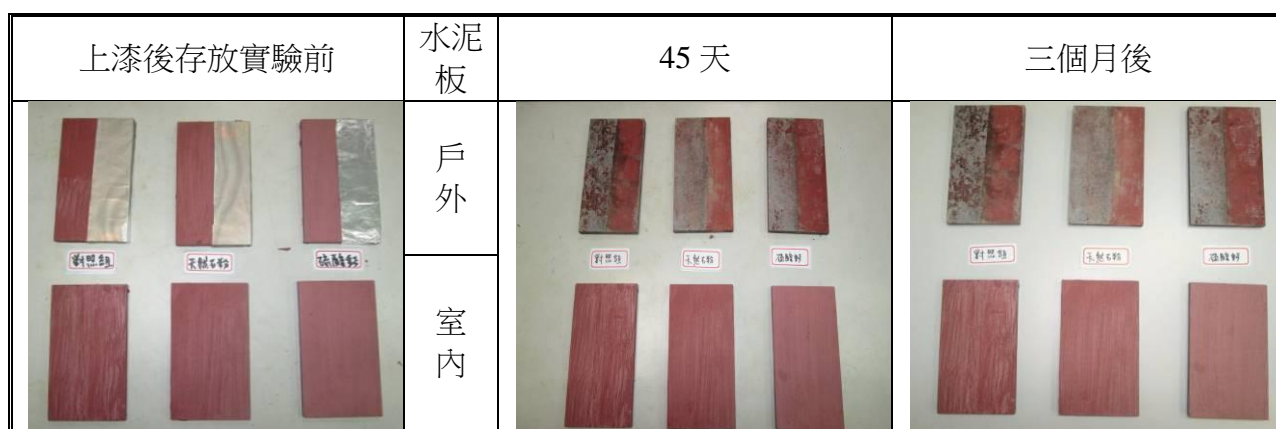
(三)對照組浸泡前後水泥板與木板之比較

浸泡前		浸泡後
	醋酸 5%	
	清潔 劑 1%	
	碳酸 鈉 5%	

(四)統計繪表：

添加物 浸泡劑	硫酸鈣粉		碳酸鈣		對照組	
	水泥	木板	水泥	木板	水泥	木板
醋酸水溶液 5%	剝落嚴重	良好	剝落嚴重	良好	剝落	良好
中性清潔劑水溶液 1%	剝落	良好	剝落	良好	良好	良好
碳酸鈉水溶液 5%	良好	良好	剝落	良好	剝落嚴重	良好

六、實驗五：將製作完成的水泥板及木板上漆後，做耐候性的測試。



實驗結果：

三個月後脫落的百分程度

材料 位置	木板			水泥板		
	硫酸鈣	碳酸鈣	對照組	硫酸鈣	碳酸鈣	對照組
戶外	55.1%	72.3%	28.4%	66.4%	81.7%	51.4%
室內	0%	0%	0%	0.7%	0.6%	0.1%

1. 水泥板置於戶外三個月後，幾乎都脫漆，在室內則有稍淺狀。
2. 木板置於戶外三個月後，都稍脫漆，在室內則有維持現狀。
3. 脫落程度：對照組 < 硫酸鈣 < 碳酸鈣。
4. 置於室外的木板與水泥板均無長出黴菌。

六、實驗六：以二氧化鈦當色料，試作自製白色塗料。

對照組(白)	
木板 3-4	水泥板 3-4
	

實驗結果：

對照組白粉刷效果較弱但可行性高，需再改良。

七、實驗七：利用成本分析比較自製天然塗料和市售塗料的差別。

(一)使用黃豆塗料的成本：

1.製作 1635 公克黃豆塗料所需材料：

	黃豆	醋酸	小蘇打粉	硼酸 5%	加熱 21°C→60°C	人工費用	成本
用量	600g	50ml	20g	50 g	0.084 度電	1 小時	
產生費用	45 元	3.84 元	0.654 元	4.91 元	0.1764 元	180 元	約 235 元

2.600g 的黃豆可做成 327g 的黃豆蛋白，加水 4 倍，製成黃豆塗料 1635g。

3.電磁爐加熱：

電磁爐功率	加熱效率	每秒電輸出熱量
1200W	90%	257.14 卡 (算 257.1 卡)

※根據經濟部能源報導月刊 2009 年 09 月能源報導－節約能源

※1 卡=4.2J

熱量： $H = M \times S \times (\text{上升溫度差}) = 1635 \times 1 \times (60 - 21) = 63765 \text{Cal} (21^\circ\text{C} \text{ 加熱至 } 60^\circ\text{C})$

◎所需熱量：63765Ccal，約為 = 64 kcal。

所需熱量 ÷ 每秒輸出熱量 = 64000 ÷ 257.1 = 249 秒	需約 249 秒	0.084 度電/次
--	----------	------------

4.各項原物料單價：

(1)「每度電」：表燈非營業（一般住家用電）：110 度以下部分每度 2.100 元

(2)《工研》業務用白醋(5000ml) DBAA0N-A40709231 235 元。

(3)【永豐化工】美國小蘇打粉-25 公斤 515 元。

(4)(化工原料) 美國車馬牌 硼酸 1 公斤 75 元。

(5)市售塗料：得利臻彩淨粹乳膠漆 A760U 室內乳膠漆 3 公升 1,550 元。換算每公升為 516.7 元。

陸、討論

一、實驗一為什麼決定用黃豆：

過濾時發現米豆及花豆不易過濾，所以我們過濾很久，仍然無法過濾，因為豆漿溶液過於黏稠，不似黃豆之顆粒狀，我們認為米豆及花豆澱粉過多，所以我們以碘液來測各溶液的澱粉成分，之後發現米豆及花豆含較多澱粉，若做成塗料較溶於水，所以淘汰；而用黑豆及黃豆，這兩者呈現黃棕色，故顯示沒有含澱粉。而採用黃豆之原因是因為收率較高，且價格較低。

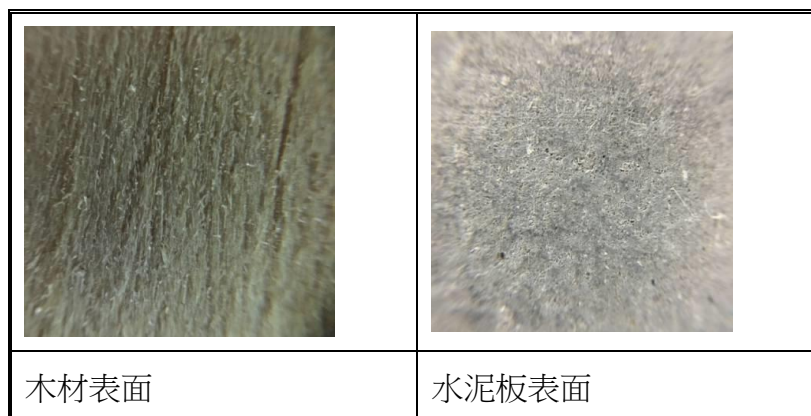
	黑豆	黃豆
重量	100g	100g
收率	51.0%	54.4%
價格	55 元	30 元

二、為何要取鞋底菌來作抑菌實驗？

實驗製作水泥塗料與木板塗料，因為空中的落菌是以很均勻自然分佈在地面上，也會有部分沾附在牆面的水泥或木板上，而我們穿著鞋子不斷地走來走去，在鞋上就沾上各種細菌，所以我們就採鞋底菌來實驗，主因是容易取得，且培養容易，也更具環境的菌種代表。

三、為何在水泥上漆與木板上漆效果不一樣？



實驗浸泡入酸鹼性水溶液後，發現水泥板表面的吸附效果沒有木材塗佈後效果好，我們將水泥板和木板置於手機的鏡頭下，以放大功能拍攝下，兩種表面如下圖：



可以很清楚看到，木材表面有許多纖維和隙縫造成表面粗糙，而水泥表面僅有極小的孔洞是相當的平滑，這是造成水泥板比較不適用的主因。

四、為何只有兩種顏色塗料？

由於，白色為：二氧化鈦粉末，易取得，並且實際塗佈，效果不錯，因其他礦石材料較為昂貴，本組也嘗試過食用色素，但因為染色方式與目前礦材較為不同，而且顏色較為怪異，如下：

綠色	藍色
	

故本組並無將失敗結果呈現，將來仍可多方嘗試其他顏色礦材施作。

五、拉力測試結果為何挑選泡棉膠帶？

因為測試普通膠帶，在做拉力測試時無法固定在彈簧秤上，而且黏力較為不足，故本組選擇泡棉膠帶施作。

柒、結論

- 一、實驗一取四種豆類做成天然塗料，其中黑豆和黃豆是可行的，而米豆和花豆則因為含澱粉量過高，過於黏稠，不適作用於塗料。比較成本以黃豆較為經濟，故而後實驗採以黃豆做成塗料。
 - 二、為避免塗料被細菌侵蝕，採以硼砂、硼酸、小蘇打粉、薑汁做抑菌比較。其中對鞋底菌的抑菌能力：硼酸>硼砂>小蘇打粉=薑汁。
 - 三、將黃豆製成天然蛋白塗料後，分別加入硫酸鈣粉和碳酸鈣，與對照組比較塗在木板及水泥板上附著度並無差異。但在白色的表現上龜裂嚴重，需在之後多嘗試不同的色素配方
 - 四、實驗三在相同彈簧秤固定施力 200gw 條件下，每種天然漆分別在水泥板各做 3 次的實驗結果完全沒有脫落情形，必須大於 500gw 的作用力泡棉膠才會撕開且仍無塗料脫落情形，所以三種天然漆在水泥板上附-著程度都非常好。
 - 五、黃豆蛋白塗料在木板和水泥板上，以肥皂水及酸、鹼水溶液浸泡後，比較塗在木板上前後幾乎無差異，較水泥板為佳。
 - 六、耐候實驗結果：黃豆蛋白塗料適合室內使用，室內放置三個月均無掉漆。以不添加填充物，較不易脫落。置室外的木板與水泥板均無長出黴菌。
- 六、自製塗料和市售塗料的比較

	自製塗料	市售塗料
氣味	無	有
有害物質	無	有
價格	便宜	較貴
牢度	適合室內佳	佳

捌、未來展望

- 一、本實驗試驗兩種色料的珊瑚紅與二氧化鈦，要將此塗料做進一步推廣，勢必要增加民眾用色之選擇，可由增加用色選擇度著手，來達到應用面加廣的部分。
- 二、本實驗可再進一步改良成大量批式製程，甚至於再一步進入連續式製程，來達到大量量產目的。

玖、參考資料

一、網路查詢：

- 1、神奇的黃豆 飼料營養雜誌(p.64~70)－黃豆食品加工技術研討會、九八年七期，查詢日期 104.10.12 資料來源：<http://www.miobuffer.com.tw/fnm/199807/11.htm>
- 2、衛生福利部食品藥物管理署(2010)食品營養成分查詢 食品營養成分資料庫(新版)。查詢日期：2015.10.15 資料來源：
<https://consumer.fda.gov.tw/Food/TFND.aspx?nodeID=178#>
- 3、<http://www.businessweekly.com.tw/KWebArticle.aspx?id=59860>
- 4、硼酸 104.11.12 資料來源：<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%A1%BC%E9%85%B8>
- 5、Willow Sidhe(年分無) How to Make Borax Milk Paint. 查詢日期 104.10.12 資料來源：
http://www.ehow.com/how_4968987_make-borax-milk-paint.html
- 6、<http://news.singtao.ca/estate/2008-06-11/1213209360d1082948.html> 環保漆油好處多。
- 7、<http://jianfeng8608.blog.china.com/201106/8232923.html> 製作牛奶塗料。
- 8、<http://energymonthly.tier.org.tw/outdatecontent.asp?ReportIssue=201205&Page=25&keyword=%BC%F6%AC%A6%B8%AF%E0%AE%C4%AFq%B5%FB%A6%F4>

二、參考書籍：

- 1、Earthbag Building by Kaki Hunter and Donald Kiffmeyer (2004) Page193 Milk Paint。

附錄一：甲醛是 IARC 認定的第一級致癌物

（優活健康網編輯部／綜合整理 2015.11.19）剛裝潢好的房子甲醛濃度很高，在搬進去前一定要先做處理，才不會讓自己及家人暴露在充滿毒物的環境中。大女兒一個多月大時，我們搬進現在的新家。新家裝潢最擔心的是甲醛殘留，為了做到零甲醛環境，真的花了許多心思，對於有相同需求的朋友，我們很樂於跟大家分享心得。

減少木作家具

甲醛具有防腐、防霉的功效，由於台灣的氣候較為潮濕，木作家俱或裝潢很容易發霉，幾乎都會用到甲醛。我們深知甲醛的殺傷力，因此「強烈」要求設計師，大量減少木作裝潢、櫃子、桌椅等家具，需要使用到木材的地方，請廠商以低甲醛材料訂作。

不過，即使如此用心，還是有遺漏的地方。之前訂作了一個漂亮的櫃子，它的外觀是鋼琴烤漆，真的很令人心動，就在我們想把它搬回家時，發現甲醛竟然超標 30 倍！為了保險起見，我們還將它留在工廠放了三個月，沒想到三個月後，甲醛沒完全散去。這還不是最恐怖的例子，一位朋友見我們如此費心，一時興起也在自己家裡測試一下甲醛含量，沒想到 12 年前裝潢的老房子，甲醛還是超標，可見甲醛的威力實在太驚人了！

入住前先去除甲醛

剛裝潢好的房子甲醛濃度很高，在搬進去前一定要先做處理，才不會讓自己及家人暴露在充滿毒物的環境中。在房子裝潢好之後，我們花了三道功夫來去除甲醛。第一步，先上一層清除甲醛的噴劑；第二步，噴灑光觸媒；最後，再塗佈一層除甲醛的蠟。全部搞定之後，還需將門窗打開通風，兩週後才搬進新家，如此大費周章，只求將甲醛徹底請出我們的家。

甲醛是 IARC 認定的第一級致癌物

甲醛具有防腐、防霉、防皺等功效，因此常出現在木材、油漆、塗料、清潔劑、黏著劑、保麗龍、地毯或衣服裡。甲醛揮發性很高，且味道強烈、刺鼻，常會讓人感覺眼睛癢、流淚、喉嚨痛、咳嗽，甚至誘發氣喘。甲醛也是國際癌症研究總署（IARC）認定的第一級致癌物。對於小朋友而言，長期暴露在甲醛下除了被認為跟白血病、血癌有關之外，甲醛也是呼吸道的嚴重過敏原。皮膚直接接觸可能引起過敏性皮膚炎，吸入高濃度甲醛時也可能誘發支氣管哮喘。

利用自然光能來催化分解甲醛

甲醛雖會隨著時間揮散，但可能需要長達 5 至 10 年，有時鼻子已經聞不到甲醛的味道，但濃度還是超標。如果想預防甲醛傷害，建議裝潢時盡量少用木作家具，或使用低甲醛的建材，而油漆則可選用無毒、水性的種類。當裝潢完成後，最好先請廠商來噴灑光觸媒，光觸媒的主要成分二氧化鈦，原理是利用自然光能來催化分解甲醛、苯等多種有害氣體。此外，室內保持持續通風，並種植能消除甲醛的植物（如：波士頓腎蕨、虎尾蘭、黃金葛、常春藤、麥門冬等），才能讓甲醛慢慢消散，降低毒物入侵家裡的機會。

（本文摘自／低敏共生，小兒過敏自然消失！／三采文化出版）

附錄二：節錄常見豆類營養成分表

食品分類	樣品名稱	內容物描述	熱量-成分值(kcal)	水分-成分值(g)	粗蛋白-成分值(g)
豆類	烘烤黑豆	熟，混合均勻打碎	435.294	3.4	39.02
豆類	豆漿粉	生，數包混合均勻	405.38	8.255	37.39
豆類	黃豆粉	生，混合均勻	400.9291	9.35	37.36
豆類	青仁黑豆	生，乾貨，混合均勻磨碎	380.5384	10.9293	37.0067
豆類	黑豆粉	生，混合均勻	430.962	3	36
豆類	黃豆	生，乾貨，混合均勻磨碎	389.0182	11.305	35.615
豆類	白鳳豆(台灣)	生，混合均勻磨碎	347.9988	10.518	27.393
豆類	鹽酥蠶豆	熟，去外殼，混合均勻打碎(蠶豆，鹽，油脂，調味料)	456.4117	2.715	26.928
豆類	豆腐皮	生，混合均勻打碎	180.0276	59.55	25.29
豆類	綠豆仁	生，乾貨，去皮綠豆仁，混合均勻打碎	341.8274	10.46	24.1
豆類	白鳳豆平均值	生，混合均勻磨碎	336.6138	12.693	23.768
豆類	綠豆	生，乾貨，混合均勻磨碎	345.0149	10.0565	23.088
豆類	紅豆	生，乾貨，混合均勻磨碎	329.2744	13.481	21.784
豆類	綠豆粉	生，乾貨，混合均勻	344.2899	10.81	21.74
豆類	豆豉	熟，混合均勻打碎(黑豆.鹽.苯甲酸)	231.1901	34.155	21.225
豆類	花豆(乾)	生，乾貨，混合均勻磨碎	330.5384	14.193	20.9555
豆類	米豆	生，乾貨，混合均勻磨碎	357.8419	8.7	20.78
豆類	白鳳豆(進口)	生，混合均勻磨碎	325.2288	14.868	20.143
豆類	五香豆干	熟，混合均勻打碎(黃豆，鹽，調味料)	176.6273	61.34	19.27
豆類	日式炸豆皮	熟，混合均勻打碎	357.7145	42.02	19.17
豆類	豆干塊平均值	熟，混合均勻打碎	161.6365	64.315	18.335
豆類	豆干絲	熟，混合均勻打碎(黃豆，鹽，調味料)	155.3048	65.83	18.31
豆類	小方豆干	熟，混合均勻打碎(黃豆，鹽，調味料)	146.6457	67.29	17.4
豆類	毛豆	生鮮，混合均勻打碎	114.7651	67.8885	14.6025
豆類	毛豆平均值	生鮮，混合均勻打碎	124.7808	68.2393	13.7558
豆類	百頁豆腐	熟，混合均勻打碎(黃豆，鹽)	198.2497	66.04	13.38
豆類	凍豆腐	生，冷凍包裝，混合均勻打碎	117.2906	74.97	12.919
豆類	帶莢毛豆	生鮮，去外莢，混合均勻打碎	120.2617	68.59	12.909
豆類	小三角油豆腐	熟，混合均勻打碎(黃豆，油脂)	125.9867	75.57	12.723
豆類	冷凍毛豆	生，冷凍包裝，混合均勻打碎	134.6591	69.758	12.468
豆類	花豆(生鮮)	生鮮，混合均勻打碎	171.513	55.1	11.7
豆類	豌豆	生鮮，混合均勻打碎	123.3651	67.815	9.2025
豆類	傳統豆腐	生，混合均勻打碎	82.1958	81.15	8.46
豆類	萊豆	生鮮，混合均勻打碎	114.1715	69.505	8.353

資料來源：衛生福利部食品藥物管理署(2010)食品營養成分查詢 食品營養成分資料庫(新版)

附錄三 硼酸與硼砂

硼酸(科技部高瞻自然科學教學資源平台)

<http://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=31091>

硼酸是一種含硼的弱酸，常用來當防腐劑、殺蟲劑、阻燃劑（**flame retardants**）、核能電廠中的中子吸收劑，以及製造其他化合物的前驅物。它以無色透明結晶或白色粉末的方式存在，可溶於水。

自然界中游離存在的硼酸常發現在某些特定的火山區如義大利的托斯卡納（**Tuscany**）及利帕里群島（**Lipari Islands**）與美國的內華達州（**Nevada**）等。在海水中也蘊含許多硼酸與其鹽類。在陸生植物裡，幾乎每種水果都含有硼酸。

在十三版的默克索引（**Merck Index**）中指出硼酸對老鼠的口服半致死劑量（**LD50**）為 5.14 g/kg，而對成人的半致死劑量為 5 到 20 g/kg，相較於氯化鈉對老鼠的口服半致死劑量（**LD50**）為 3.75 g/kg 而言它的毒性不大，但長期暴露在硼酸的環境下的影響是較受人們關注的，因為它會引起腎功能受損最後導致腎衰竭。

硼酸可以用來當防腐劑做成敷藥、軟膏等藥品用來治療較小範圍的割傷與燒傷。含 1.5 % 硼酸的無菌水可以用來清洗眼睛。硼酸是唯一知道對眼睛有益的酸，尤其可舒緩因長時間在含氯游泳池游泳後所引起的眼睛不適。硼酸也可當殺蟲劑對蟑螂、白蟻、火蟻、跳蚤、蠹魚等昆蟲有相當好的功效。

硼砂(維基百科) <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%A1%BC%E7%A0%82>

硼砂有防腐作用，為複方硼砂溶液的主要成分。硼砂是製造光學玻璃、琺瑯和瓷釉的原料；也用於鋼鐵冶金。

硼砂是硼酸鹽類礦物中分佈最廣的一種，為鹽湖的化學沉積產物，多見於乾涸的含硼鹽湖中。實驗室中常用硼砂來配置硼砂緩衝溶液，用於 DNA 的凝膠電泳以及分析化學等。硼砂珠實驗可用來鑑定特定金屬，例如銅、鐵、鉻、錳、鈷和鎳等。

早年在台灣，貢丸會加入硼砂以增加彈性及口感，後來禁用。

【評語】 080803

1. 以植物蛋白製作塗料確實可行，頗具商業化應用價值。
2. 未來應朝如何量化生產，使用的便利性，顏色多樣性的方向繼續研究。