

中華民國第 55 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

最佳團隊合作獎

080812

酵素洗衣真速效

學校名稱：高雄市橋頭區仕隆國民小學

作者：	指導老師：
小六 蔡禕宸	黃安佳
小六 許尚恩	馬櫻芳
小六 潘柏嘉	
小六 蘇加恩	
小六 王柏傑	
小六 凌堉翔	

關鍵詞：植物酵素、水果酵素、洗衣

摘要

我們先分析污垢的成份，了解污垢是以不同的方式附著在衣物上，同時也分析各種不同材質的衣物對於污垢的吸附程度，污垢對純棉吸附力最強。再以酒精浸泡的方式製作不同植物酵素，研究各種植物酵素對於衣物的去污力，為判斷污垢清潔後的乾淨程度，我們利用樂高機器人中的光源感應器來偵測污垢顏色的深淺。結果以番杏、青木瓜及蘆薈的效果最好，所以製作了混合酵素。利用膠水和小蘇打粉加入混合酵素中，讓混合酵素可以藉由事先塗抹的方式讓污垢能在一開始就先分解，而不會深入布料纖維中固著住而不易清除，就可以使污垢更容易被洗掉。

壹、研究動機

我們是一群很愛運動的學生，每天衣服都會很臭、很髒，媽媽雖然每天都幫我們洗衣服，可是洗完之後只要一流汗就又變臭了，到底是洗衣粉的問題，還是衣服本身還殘留一些髒污，聽學校的廚房媽媽說酵素可以去除衣服上的污垢，還拿了一大桶來給我們用。到底酵素是不是可以去除臭味，還有一些難洗的油汙真的可以用酵素洗掉嗎？我們發現廚工媽媽的酵素配方中還有蘆薈和檸檬的成分，使我們想知道如果利用學校中的藥用植物和水果做搭配，做成的酵素是否也可以去除難洗的油汙。

貳、研究目的

- 一、一般造成污垢的成份有哪些？
- 二、污垢是如何附著在不同材質的衣物上？
- 三、市售含有酵素成份的洗衣粉對污垢的去污效果如何？
- 四、不同植物所做成的酵素，對於污垢的清潔力如何？
- 五、若是洗衣精中直接加入不同植物酵素後以不同時間浸泡是否影響衣物的去污效果？
- 六、酵素對於放置多日的污垢清潔力如何？
- 七、結合膠水、鹽巴或小蘇打粉事先塗抹是否可達到更好的去污效果？
- 八、如何可以有效、省力又省時的去除污垢？

參、研究設備及器材

- 一、藥品：酒精、小蘇打粉、鹽、洗衣粉、洗碗精、膠水、白膠
- 二、植物：橘子、白茅、茂谷、香蕉、魚腥草、蘆薈、地瓜葉、到手香、柳丁、過溝菜蕨、番杏、落地生根、青木瓜、檸檬

三、 器材：鍋子、果汁機、菜刀、滴管、量筒、燒杯、攪拌棒、量杯、塑膠杯、樂高光源感應器、樂高機器人主機 NXT、150 倍放大倍率的顯微照相機

肆、研究過程或方法

一、 文獻探討及專家訪問

(一)我們將廚工媽媽的酵素配方紀錄下來，並在製作植物酵素時以此方式來製作：

材料：檸檬 13 斤、鹽 1 包、95%酒精 3 瓶、椰子油起泡劑 1 瓶、蘆薈果肉 3 碗、水 1500cc

製作方法：

- (1) 先將檸檬削下綠色部份的皮備用。
- (2) 把檸檬皮浸泡在酒精一天一夜後，再過濾，只需湯汁，皮丟棄。
- (3) 蘆薈果肉加少許水，再用果汁機打散。
- (4) 將鹽和椰子油起泡劑、1500cc 充份攪拌均勻後，再把浸泡檸檬皮後的汁液加入攪拌，放置一天即可使用。

(二)除了廚工媽媽的酵素配方外，我們也曾經在發現第十六屆中小學全國科展中的國中組生物科有關鳳梨酵素的研究內容有提到提製酵素方法有硫酸銨法、丙酮法及酒精法，其中以酒精法所得的酵素量最多，而硫酸銨法的活性最強。10%的鹽對酵素的分解能力可提升一倍，60℃的酵素消化力最強，超過 80℃的酵素就被分解掉了。

(三)水和洗衣粉又是如何去污？

一般的洗衣肥皂溶於水時，長鏈狀碳氫部分具有親油性，另一端是親水性，在水中親油性一端吸附油污，親水性一端露出溶入水中，油污被許多皂分子包圍形成懸浮粒，油污與衣物分離就可以用清水沖去。肥皂是脂肪酸與鹼(苛性鈉)在一定溫度下經煮煉(中和)並脫去甘油而成，其 PH 值一般在 9 左右，呈弱鹼性。但對於自來水中的硬水常會形成皂垢，所以去污效果不佳。

而洗衣粉中含有鹼緩沖劑和軟水劑，其 PH 值均在 11 以上，鹼性較強。主要成分是對十二烷基苯磺酸鈉，分子式： $C_{12}H_{25}-(C_6H_4)-SO_3Na$ ，而不是苯磺酸鈉： $(C_6H_5)-SO_3Na$ ，其他的還有生物酶、界面活性劑、助洗劑、穩定劑、分散劑、增白劑、香精等。洗衣粉是由多種化學成分組成的，主要作用的是界面活性劑，如烷基苯磺酸鈉、烷基磺酸鈉、脂肪醇硫酸鈉、脂肪醇聚氧乙烯醚、環氧乙烷和環氧丙烷等所混合成。各種化學物質分別作用，使洗滌去污效果更理想。這些界面活性劑也可直接使用在洗衣上，但是去污效果並不理想，而且成本高。因此，配製洗衣粉時還要加入一些助洗劑和輔助劑，使洗衣粉性能更完善，貯存、使用都比較方便。洗衣粉通用的助劑可分為無機鹽和有機物兩大類。

(四)於網路及一般煮婦洗衣的書籍中，我們發現針對難洗的污垢，一般會使用小蘇打粉做為浸泡後再清洗，例如：先生的衣領、袖口，孩子公園玩樂後的「禮物」、吃飯喝咖啡不小心滴落的醬油、咖啡汙漬通通都可以交給小蘇打粉。

使用方法：

- 1.一樣是灑上蘇打粉在衣領、袖口等髒污處，噴灑白醋水靜置約 20-30 分鐘後再刷洗。接下來再用一般的洗衣劑按一般洗衣程序清洗。
- 2.如果是小孩玩樂後特別髒的衣物，則需將衣物與洗衣劑+小蘇打粉一起浸泡在熱水中約 6 個小時。接下來再用一般的洗衣劑按一般洗衣程序清洗。

(五) 網路偏方大調查

使用膠水法：襯衫的衣領或腋下，留有黃漬的汗垢，以透明膠水將染有黃漬的地方塗滿，然後丟到洗衣機裡，按照正常洗衣程序洗衣服。達人 tips 認為膠水雖然可以深入纖維，能帶出些許的污垢但是膠水沒有去油能力，由只還是會殘留在衣物上，時間久了衣服會產生更多黃漬！

二、 實驗裝置介紹：

1. 在分析布料的污垢時，我們想到了利用樂高機器人中的光源感應器可以來偵測污垢的顏色的深淺，以判斷污垢清潔後的乾淨程度。
2. 光源感應器：是可以用來辨識光線的明亮或黑暗的工具，要先接在樂高機器人主機 NXT 上，偵測時光源感應器會發出紅色的光，NXT 螢幕會出現百分比數值，房間內不同的地方有不同的明暗程度，在越亮的地方數值越高；在越暗的地方數值越低。在電燈或日光下是 100%，在黑暗的角落大約在 20%以下。也可以將光源感應器對準物體表面，白色的物體反射光線（如：白紙）數值越高；黑色的物體吸收光線，數值比較低。

0 1 2.....32 33 34 35....49...61 62 63 64 65.....98 99 100%

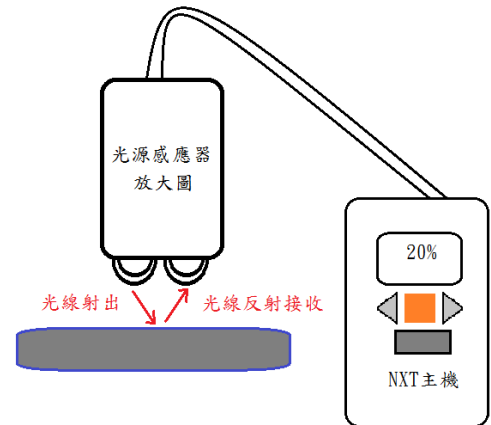
黑色

白色

數值範圍:0~100%，最小值到最大值為由黑到白色的判別

3. 原理：光源感應器上有兩個燈泡形狀的凸出物，一顆是會發出紅光的 LED 燈，另外一顆就是接收光源的光電晶體。當光源照射到物體，光電晶體接收反射回來的光，就可以知道光源反射強弱，機器人能夠藉此判別物體表面的光線差異。

4. 雖然光源感應器會發出紅光感應，但為了避免外界光線太大的影響，我們仍利用可遮光的裝置，儘量避掉外界太多的光線，以免造成誤差。



三、 實驗流程

(一) 一般造成污垢的成份有有那些？

1. 分析平常最常見的各種污垢：

(表一)各類污垢成份之分類

類別	污垢	分析成份
食物類	果汁	水果色素。
	巧克力	可可油脂
	醬油	胺基酸、有機酸、醣類、色素、香料
非食物類	原子筆	色素油墨
	水彩	色素
	墨汁	炭煙、膠料、添加劑
其他	汗漬	鹽、尿酸、蛋白質碎屑、身體分泌油酯…等。
	塵土	塵土、砂、皮膚碎屑和空氣中的污垢（汽機車排放）…等。
	血液	紅血球、血漿、其他蛋白質類血球。

- 2.我們將各類污垢依照特性成分分析：

(表二)各類污垢成份之比較

類別	污垢	蛋白質類	油脂類	膠質	色素(水溶性)	色素(酯溶性)	泥砂
食物類	果汁			●	●		
	巧克力		●			●	
	醬油				●	●	
非食物類	原子筆		●			●	
	水彩				●		
	墨汁			●	●		
其他	汗漬	●	●				
	塵土	●	●				●
	血液	●	●	●	●		

(二) 污垢是如何附著在不同材質的衣物上？

1. 污垢如何附著在不同材質的衣物上

我們準備不同材質的回收布料做測試：100%純棉、100%聚酯纖維、65%棉加 35%聚纖、97%棉 3%聚纖、78%棉 20%尼龍 2%彈性纖維。

再針對上述不同材質的布料沾上 1cc 的各種污垢，先以 150 倍放大倍率的顯微照相機拍下污垢附著的情形，再加以分析污垢附著的方式為何，以利找出最佳的清洗方式。

(表三)各類布料被污垢污染後的放大照片

不同材質布料 污垢	100%純棉	100%聚 酯纖維	65%棉 35%聚 纖	97%棉 3%聚 纖	78%棉 20%尼龍 2%彈性纖維
塵土					
附著方式	分析說明				
嵌入	污垢顆粒較大或不易溶於液體的泥砂比較容易以嵌入方式卡在衣物纖維之間，只要用刷洗的方式一般都可以洗淨，除非污垢顆粒較小卡入衣物纖維內層，只能靠多次刷洗揉洗的方式才能去除，這時的污痕也會比較不清楚了。				
番茄醬					

巧克力					
汗漬					
附著方式	分析說明				
黏附	多數小顆粒的污垢、蛋白質或含有膠質等的污垢具有黏性，就會黏在衣物纖維上，或者是靜電作用也會吸附，這時若是有洗衣精類的清潔劑可去除污垢，但若是膠質類的污垢就需要長時間浸泡在水或有機溶劑中，才可使黏性降低，再經由搓洗，就比較能去除污垢。				
果汁					
咖啡					
醬油					
附著方式	分析說明				
滲入	多數溶於液體的色素或極小顆粒的蛋白質污垢，都會順著液體滲入衣物纖維中，最難清除的就是這類污垢，多數仍是要靠浸泡在洗衣溶液中，若是能使色素溶於溶液，再經由洗衣機的揉洗，就能使色素去除。				
奇異筆					
水彩					
墨汁					
附著方式	分析說明				
染色	對於衣物有很強的滲透力及吸附力，必須要靠特殊的溶劑，或漂白水才能去除，有些化學染料在漂白水的浸泡下仍不容易去除，天然的色料比較容易被漂白水分解。				

2. 不同材質的衣物上污垢的附著力大小：

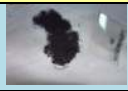
將附有污垢的衣物泡在洗衣粉溶液中，以小型洗衣機旋轉攪拌 5 分鐘，再以清水沖洗，取出晾乾，找出何種衣物對污垢的附著力最強。我們先測量各種沾有污垢的布料未洗前和洗過的光源感應器所偵測的光線明暗指數，再將兩個指數相減後就是我們的

去污指數。

$$\text{去污指數}\% = \frac{\text{洗過的光線明暗指數} - \text{未洗前光線明暗指數}}{\text{未洗前光線明暗指數}}$$

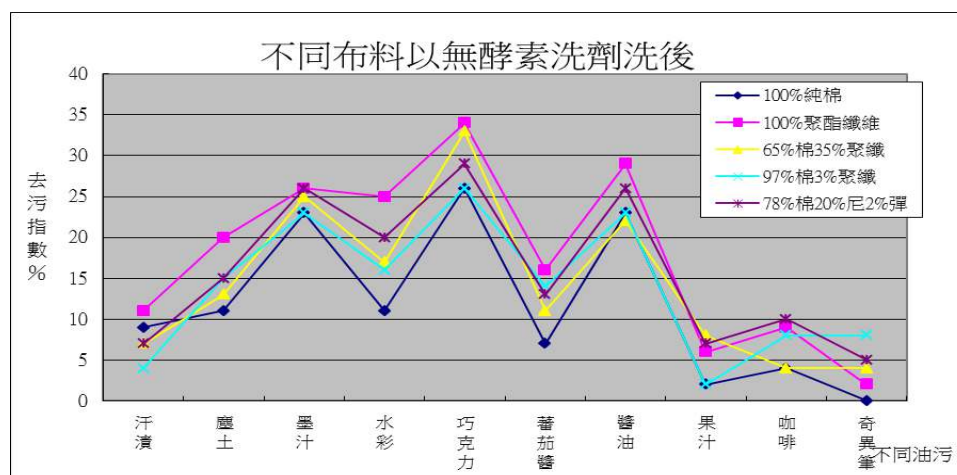
(去污指數愈高表示去污量愈高)

(表四)無酵素清潔劑對於不同材質的洗淨前後：樂高的光源感應器所偵測的光線明暗指數

明暗指數%	100%純棉	100%聚酯纖維	65%棉 35%聚纖	97%棉 3%聚纖	78%棉 20%尼龍 2%彈性纖維
汗漬 未洗					
未洗	57	60	60	58	59
汗漬 洗過					
洗過	66	71	67	62	66
去污指數%	9	11	7	4	7
塵土 未洗					
未洗	48	43	50	46	47
塵土 洗過					
洗過	59	63	63	61	62
去污指數%	11	20	13	15	15
墨汁 未洗					
未洗	24	28	27	28	25
洗過					
洗過	47	54	52	51	51
去污指數%	23	26	25	23	26
水彩 未洗					
未洗	47	35	45	42	38
洗過					
洗過	58	60	62	58	58
去污指數%	11	25	17	16	20

巧克力 未洗					
未洗	32	30	29	33	31
洗過					
洗過	58	64	62	59	60
去污指數%	26	34	33	26	29
蕃茄醬 未洗					
未洗	49	48	47	45	49
洗過					
洗過	56	64	58	59	62
去污指數%	7	16	11	14	13
醬油 未洗					
未洗	39	39	44	42	40
洗過					
洗過	62	68	66	65	66
去污指數%	23	29	22	23	26
果汁 未洗					
未洗	58	60	55	61	54
果汁 洗過					
洗過	60	66	63	63	61
去污指數%	2	6	8	2	7
咖啡 未洗					
未洗	51	49	55	50	50
洗過					
洗過	55	58	59	58	60
去污指數%	4	9	4	8	10

奇異筆 未洗					
未洗	43	41	43	39	41
洗過					
洗過	43	43	47	47	46
去污指數%	0	2	4	8	5



(圖一) 不同布料洗完後的明暗指數比較

(三) 市售含有酵素成份的洗衣粉對污垢的去污效果如何？

我們取市售含有酵素成份的洗衣粉分別和水、不含酵素洗衣粉、洗碗精、肥皂等清潔劑針對各種難洗的污垢試驗，分別在各類水中浸泡半小時，再以小型洗衣機旋轉攪拌 5 分鐘，再以清水沖洗，取出晾乾。運用樂高的光源感應器測量殘留色素的明暗指數，再計算污垢殘留量%。

因為多數的布料均可洗得比較乾淨，為避免沾上污垢時的量的誤差影響結果，所以在此我們希望以能看出洗後的污垢的殘留量何者是最小的，所以我們改變計算方式，以純棉原本的明暗指數和清洗後的明暗指數做比較看何者的污垢殘留量最少。

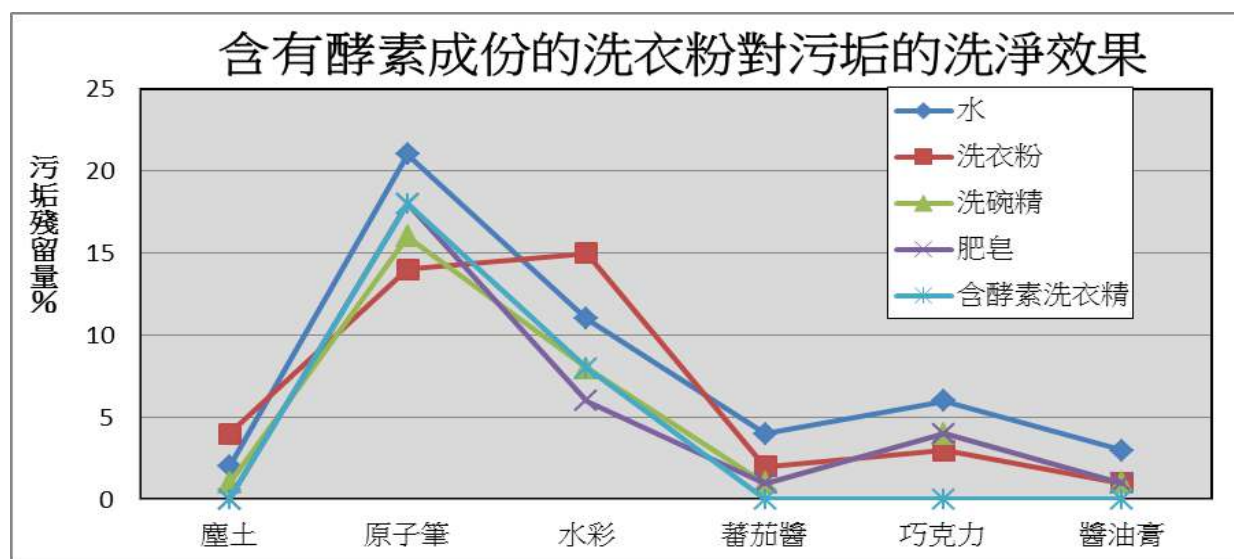
$$\text{污垢殘留量}\% = \frac{\text{純棉原本的明暗指數} - \text{清洗後的明暗指數}}{\text{純棉原本的明暗指數}} \times 100\%$$

(污垢殘留量為污垢留在衣物上的量，若顏色愈少，明暗指數愈高，再以純棉原本的明暗指數 72%相減時，數字愈小，表示清淨力愈強。)

(表五)純棉布料在不同洗劑下的去污效果

明暗指數%	水	洗衣粉	洗碗精	肥皂	含酵素洗衣精
-------	---	-----	-----	----	--------

塵土	70	68	71	72	72
原子筆	51	58	56	54	54
水彩	61	57	64	66	64
蕃茄醬	68	70	71	71	72
巧克力	66	69	68	68	72
醬油膏	69	71	71	71	72
墨汁	53	46	56	58	56
污垢殘留量%	水	洗衣粉	洗碗精	肥皂	含酵素洗衣精
塵土	2	4	1	0	0
原子筆	21	14	16	18	18
水彩	11	15	8	6	8
蕃茄醬	4	2	1	1	0
巧克力	6	3	4	4	0
醬油膏	3	1	1	1	0
墨汁	19	26	16	14	16



(圖二) 不同洗劑洗完後的明暗指數比較

(四) 不同植物所做成的酵素，對於污垢的清潔力如何？

我們將橘子、白茅、茂谷、香蕉、魚腥草、蘆薈、地瓜葉、到手香、柳丁、過溝菜蕨、番杏、落地生根、木瓜、檸檬各類水果及植物，以果汁機攪碎後，浸泡在酒精之中三天，

再經過濾後收集而成。

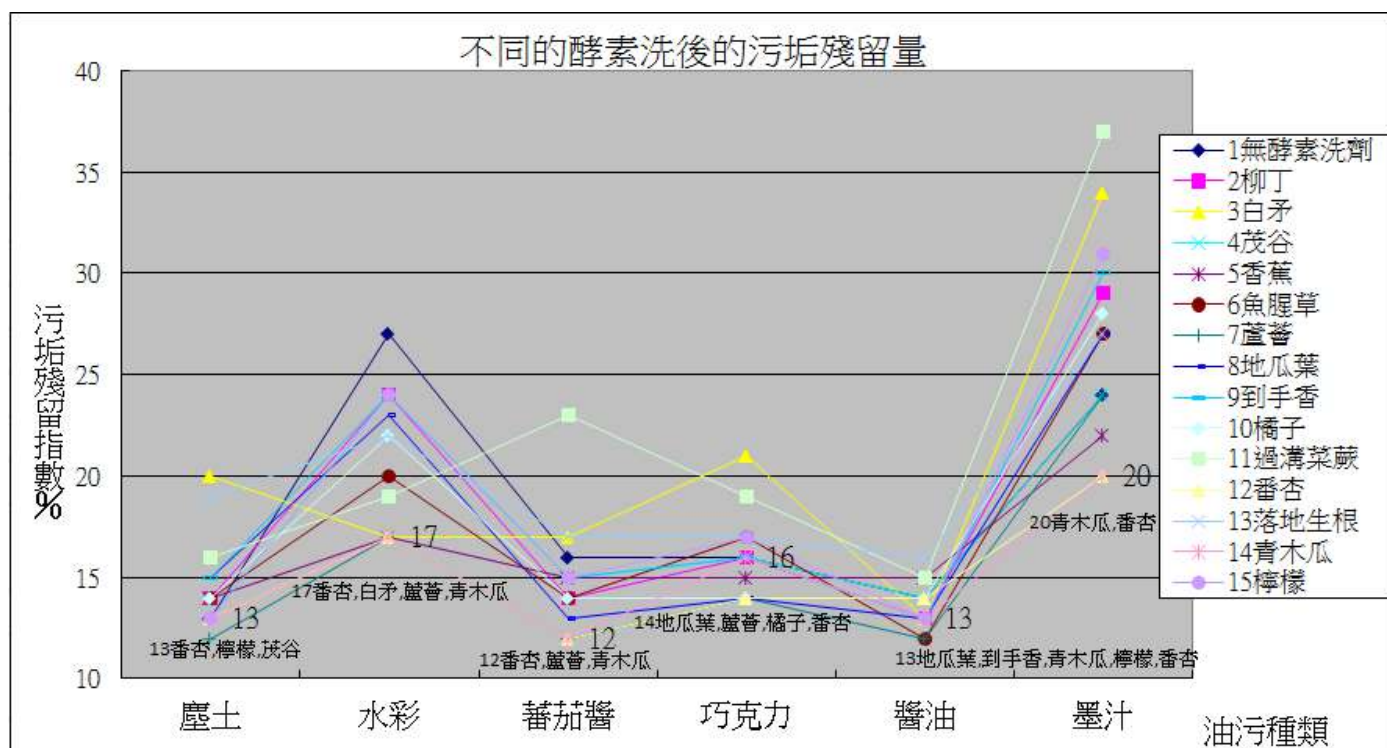
接著將沾有各種污垢的白色純綿布料，浸泡各種植物酵素後，以攪拌棒各攪5分鐘，以無酵素洗劑放入小型洗衣機中清洗後晾乾，運用樂高的光源感應器測量殘留色素的明暗指數，再計算污垢殘留量%。

我們希望以能看出洗後的污垢的殘留量何者是最小的，所以我們改變計算方式，以純棉原本的明暗指數和清洗後的明暗指數做比較看何者的污垢殘留量最少。

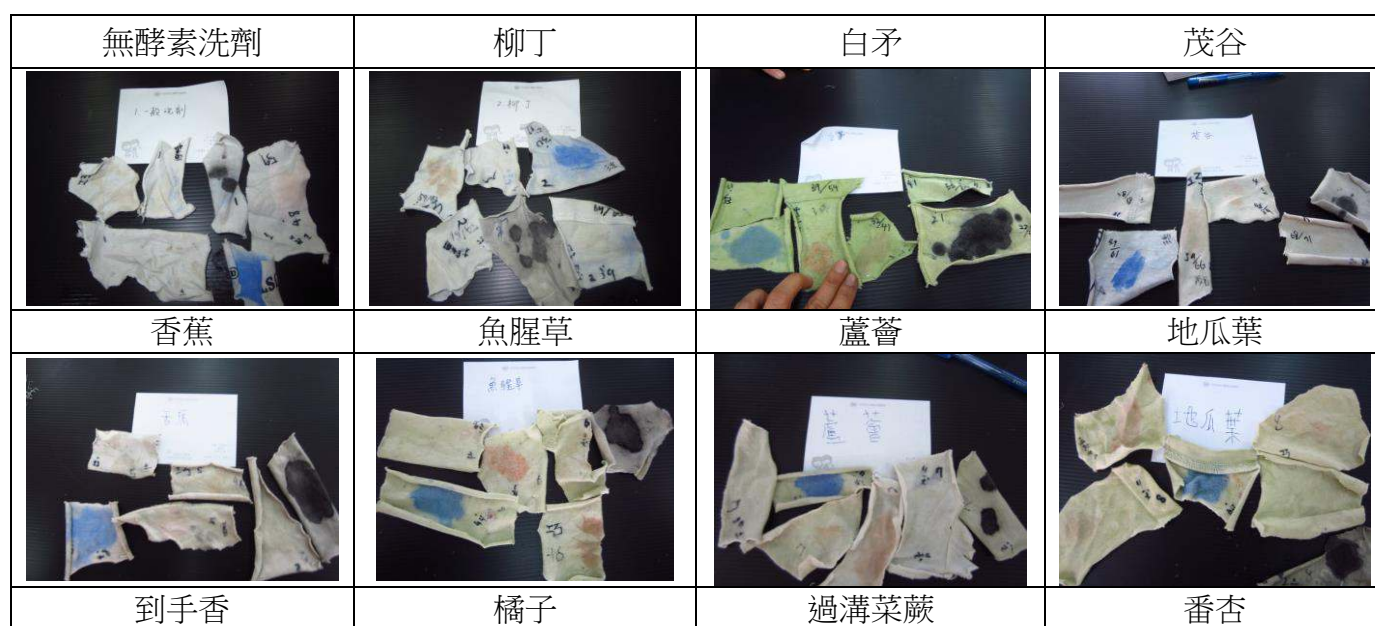
（表六）不同植物酵素對於污垢的去污效果

去污指數%	塵土	水彩	蕃茄醬	巧克力	醬油	墨汁
1 無酵素洗劑	59	45	56	56	58	48
2 柳丁	58	48	58	56	59	43
3 白茅	52	55	55	51	59	38
4 茂谷	59	48	57	56	58	48
5 香蕉	58	55	57	57	57	50
6 魚腥草	58	52	58	55	60	45
7 蘆薈	60	55	60	58	60	48
8 地瓜葉	57	49	59	58	59	45
9 到手香	57	48	57	56	59	42
10 橘子	58	50	58	58	58	44
11 過溝菜蕨	56	53	46	53	57	35
12 番杏	59	55	60	58	58	52
13 落地生根	53	50	55	55	56	45
14 青木瓜	59	55	60	56	59	52
15 檸檬	59	48	57	55	59	41
污垢殘留量%	塵土	水彩	蕃茄醬	巧克力	醬油	墨汁
1 無酵素洗劑	13	27	16	16	14	24
2 柳丁	14	24	14	16	13	29
3 白茅	20	17	17	21	13	34
4 茂谷	13	24	15	16	14	24
5 香蕉	14	17	15	15	15	22
6 魚腥草	14	20	14	17	12	27
7 蘆薈	12	17	12	14	12	24
8 地瓜葉	15	23	13	14	13	27
9 到手香	15	24	15	16	13	30
10 橘子	14	22	14	14	14	28
11 過溝菜蕨	16	19	23	19	15	37

12 番杏	13	17	12	14	14	20
13 落地生根	19	22	17	17	16	27
14 青木瓜	13	17	12	16	13	20
15 檸檬	13	24	15	17	13	31



(圖三) 不同植物酵素洗完後的明暗指數比較





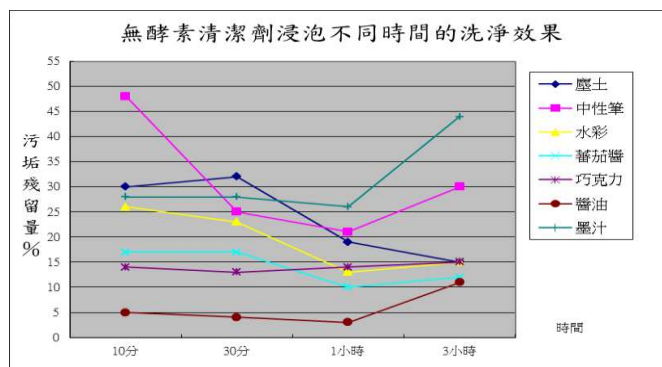
(五) 若是無酵素清潔劑中直接加入幾種效果好的植物酵素後以不同時間浸泡是否影響衣物的去污效果？

我們將蘆薈、青木瓜、番杏植物酵素直接加入無酵素清潔劑再針對各種沾污垢衣物做浸泡 10 分、30 分、1 小時、3 小時後，以攪拌棒各攪 5 分鐘，放入小型洗衣機中清洗後晾乾，運用樂高的光源感應器測量殘留色素的明暗指數，再計算污垢殘留量%。

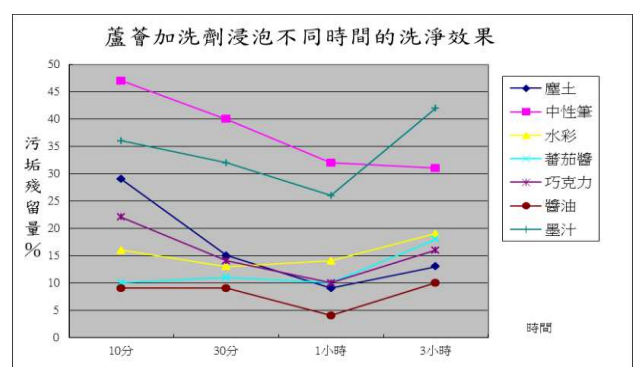
(表七) 不同時間浸泡不同的酵素洗劑的去污效果

污垢殘留量%	塵土	中性筆	水彩	蕃茄醬	巧克力	醬油	墨汁
1 無酵素清潔劑							
10 分	30	48	26	17	14	5	28
30 分	32	25	23	17	13	4	28
1 小時	19	21	13	10	14	3	26
3 小時	15	30	15	12	15	11	44
2 蘆薈 + 洗劑							
10 分	29	47	16	10	22	9	36
30 分	15	40	13	11	14	9	32
1 小時	9	32	14	10	10	4	26
3 小時	13	31	19	18	16	10	42
3 青木瓜 + 洗劑							
10 分	30	37	19	15	17	6	29
30 分	21	29	15	18	19	4	28

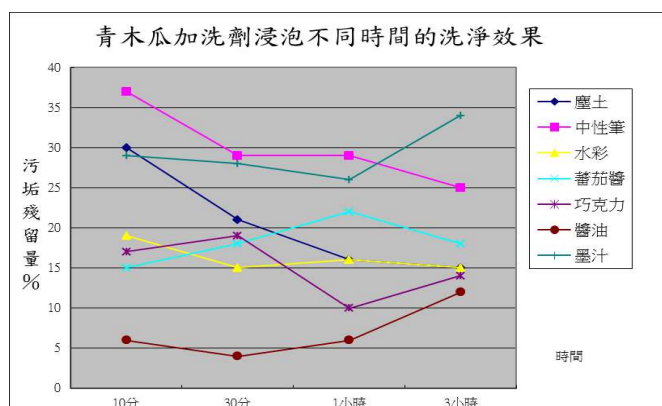
1 小時	16	29	16	22	10	6	26
3 小時	15	25	15	18	14	12	34
4 番杏 + 洗劑							
10 分	31	41	16	16	20	6	31
30 分	16	29	19	12	11	4	33
1 小時	14	26	14	11	11	4	26
3 小時	15	21	12	12	13	12	38



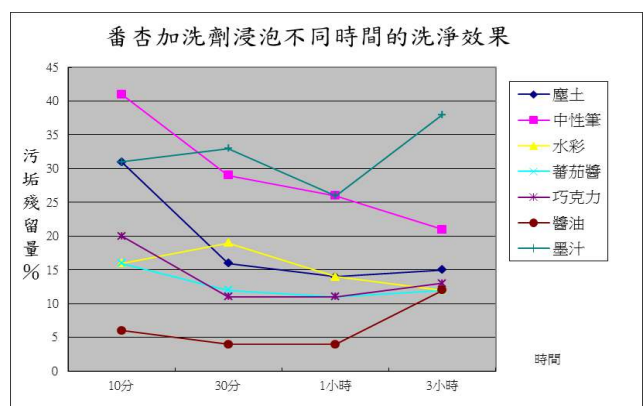
(圖四) 無酵素清潔劑浸泡不同時間的污垢殘留量%



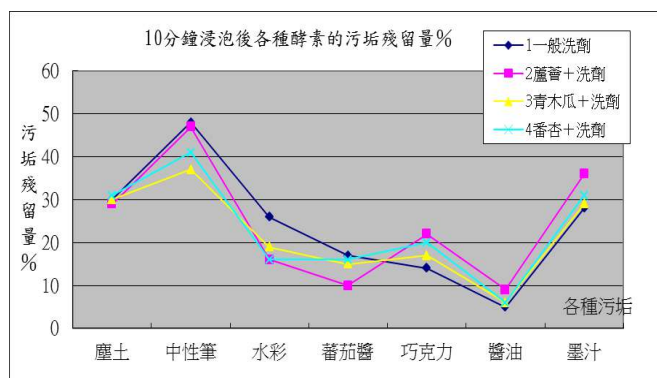
(圖五) 蘆薈浸泡不同時間的污垢殘留量%



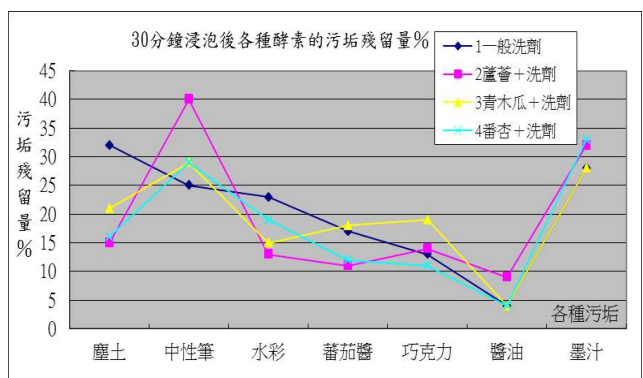
(圖六) 青木瓜浸泡不同時間的污垢殘留量%



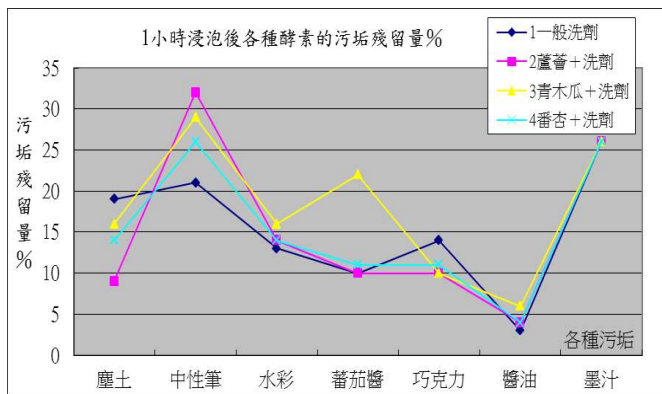
(圖七) 番杏浸泡不同時間的污垢殘留量%



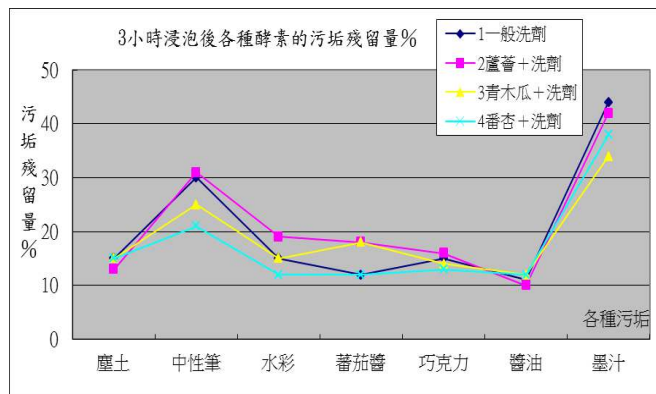
(圖八) 10 分鐘浸泡不同酵素的污垢殘留量%



(圖九) 30 分鐘浸泡不同酵素的污垢殘留量%



(圖十) 1 小時浸泡不同酵素的污垢殘留量%



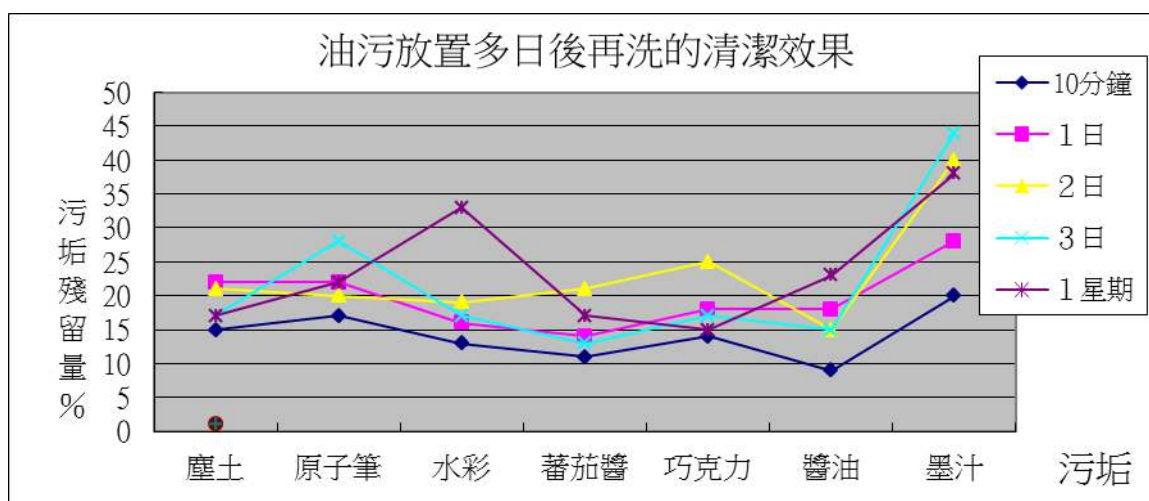
(圖十一) 3 小時浸泡不同酵素的污垢殘留量%

(六) 酵素對於放置多日的污垢清潔力如何？

我們將各式污垢沾在棉布後，放置不同時間後，再以番杏、蘆薈、青木瓜混合酵素清潔劑浸泡 1 小時，以攪拌棒各攪 5 分鐘，放入小型洗衣機中運轉 5 分鐘後，自來水清洗 10 分後脫水 5 分，晾乾 1 日，運用樂高的光源感應器測量殘留色素的明暗指數。

(表八) 污垢放置不同時間再清洗的洗淨效果

清洗後的明暗指數%	塵土	原子筆	水彩	蕃茄醬	巧克力	醬油	墨汁
10 分鐘	57	55	59	61	58	63	52
1 日	50	50	56	58	54	54	44
2 日	51	52	53	51	47	57	32
3 日	55	44	55	59	55	57	28
1 星期	55	50	39	55	57	49	34
計算後污垢殘留量%	塵土	原子筆	水彩	蕃茄醬	巧克力	醬油	墨汁
10 分鐘	15	17	13	11	14	9	20
1 日	22	22	16	14	18	18	28
2 日	21	20	19	21	25	15	40
3 日	17	28	17	13	17	15	44
1 星期	17	22	33	17	15	23	38



(圖十二) 污垢放置不同時間再清洗的洗淨效果趨勢圖

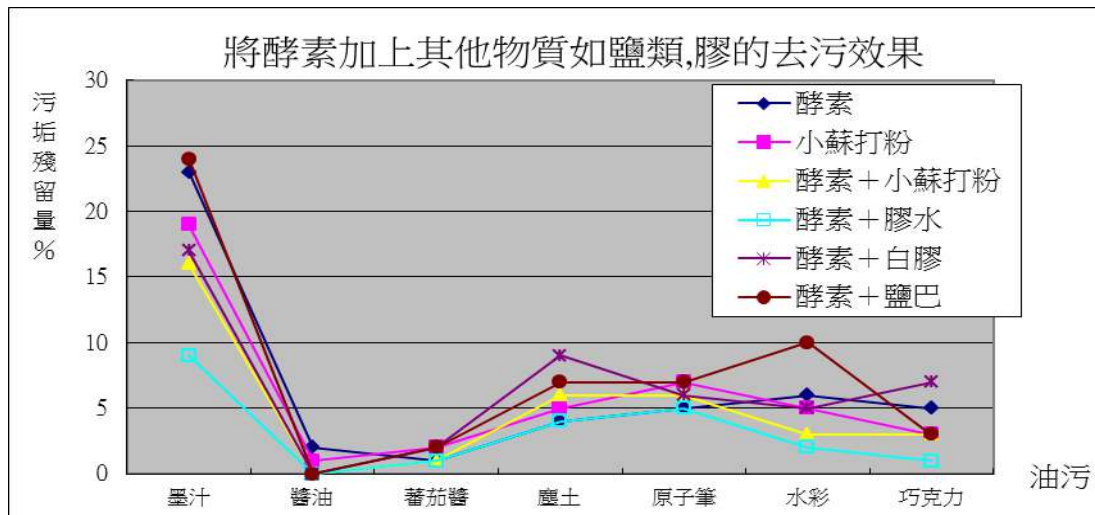
(七) 結合膠水或小蘇打粉及鹽事先塗抹是否可達到更好的去污效果？

將酵素分別和膠水、白膠及小蘇打粉、少許洗碗精混在一起，再塗在沾有各種污垢的純棉布料，待乾放置 1 日後，浸泡 1 小時的混合酵素溶液和洗衣粉後，放入小型洗衣機中運轉 5 分鐘後，清洗 10 分後脫水 5 分，晾乾 1 日，運用樂高的光源感應器測量殘留色素的明暗差。比較看看提早塗抹酵素是否可以洗得更乾淨。

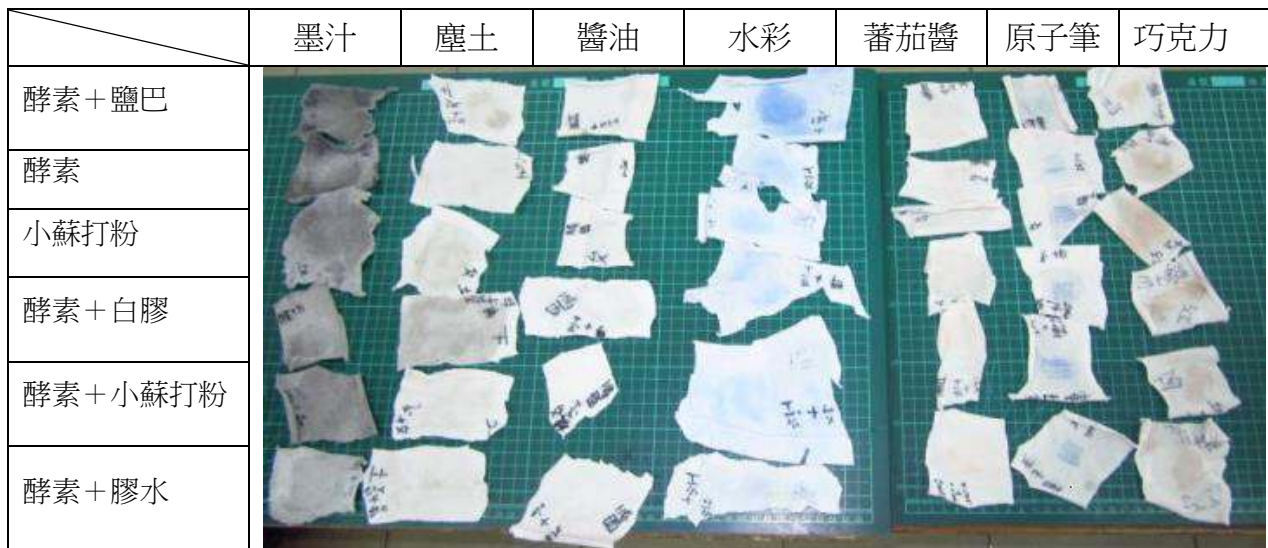
(表九) 酵素加入不同物質後的洗淨效果

清洗後的明暗指數%	墨汁	醬油	蕃茄醬	塵土	原子筆	水彩	巧克力
酵素	41	62	63	60	59	58	59
小蘇打粉	45	63	62	59	57	59	61
酵素+小蘇打粉	48	64	63	58	58	61	61
酵素+膠水	55	64	63	60	59	62	63
酵素+白膠	47	64	62	55	58	59	57
酵素+鹽巴	40	64	62	57	57	54	61
計算後污垢殘留量%	墨汁	醬油	蕃茄醬	塵土	原子筆	水彩	巧克力
酵素	23	2	1	4	5	6	5
小蘇打粉	19	1	2	5	7	5	3
酵素+小蘇打粉	16	0	1	6	6	3	3

酵素+膠水	9	0	1	4	5	2	1
酵素+白膠	17	0	2	9	6	5	7
酵素+鹽巴	24	0	2	7	7	10	3



(圖十三) 酵素加入不同物質後的洗淨效果



(八) 如何可以有效、省力又省時的去除污垢？

因為多數的衣物沾到污垢時一般隨手不會有洗衣的清潔劑，所以都不太能馬上清除，所以由以上實驗我們想到是否可先利用酵素做先前的處理，使污垢事先分解，等到回家後要洗衣時，就比較不用費力的刷洗，也能使衣物洗得乾淨。同時一般清潔劑需要加水，加了水又太溼，對於不能馬上洗的衣服，穿在身上，若能少水即能附在污垢處，快速乾

掉，也能快速分解不是很好嗎？所以由上面實驗我們發現小蘇打粉和膠水可以提高酵素的效率，又可使衣物不至於太溼，同時可使髒污不會馬上深入纖維。而入加洗碗精之後又可清除更多種類的污垢，所以我們做成了自製的酵素去污膏。想要測試看看是否可延長的時間為 2 天再洗衣，看看它是否有不錯的去污效果。

首先我們將沾有各項污垢的白色純棉布料，依下列方式清潔：

1.一開始的污垢如何去除：

(表十)沾到污垢時一開始不同的處理方式

	墨汁	醬油	蕃茄醬	塵土	原子筆	水彩	巧克力
以溼巾擦拭							
以溼巾搓揉							
以溼巾拍打							

2.塗抹各種加了膠水的清潔劑做比較：

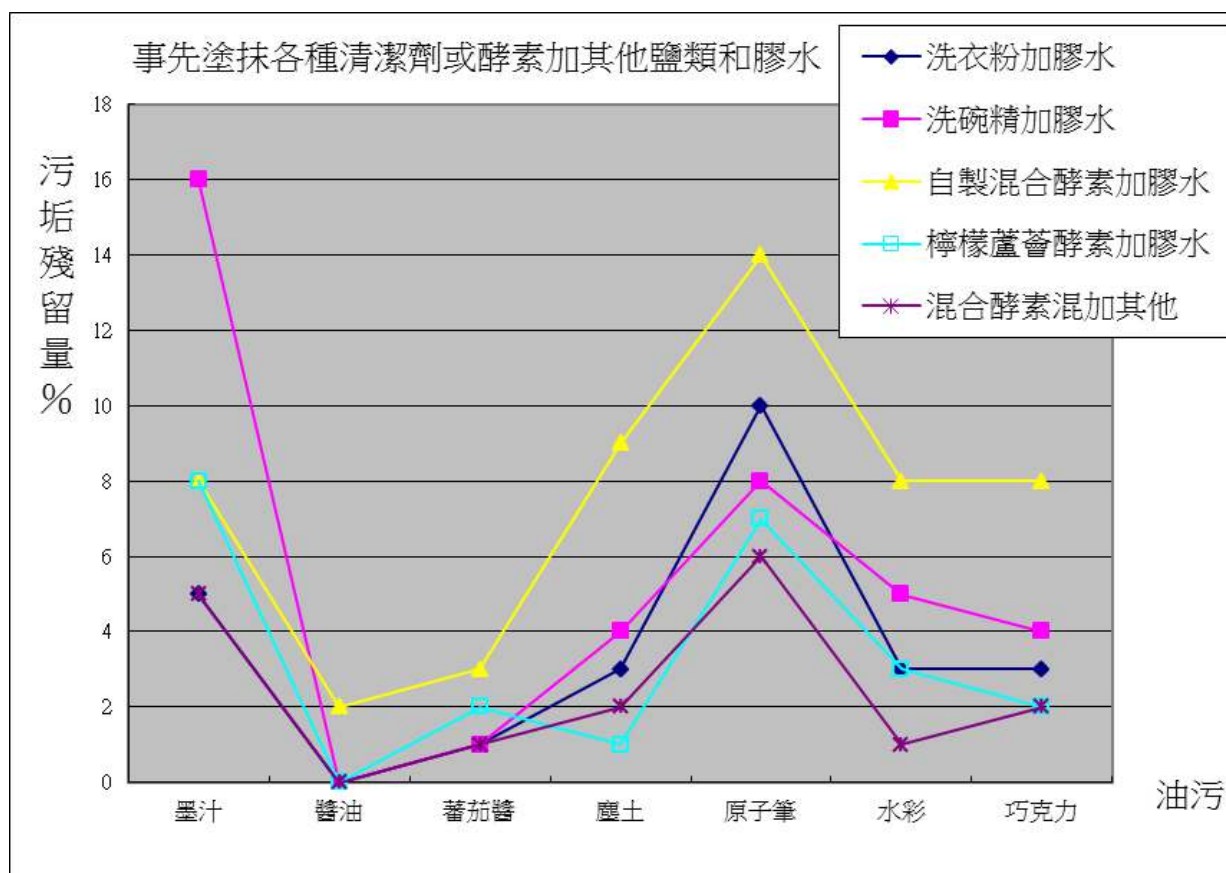
分別為洗衣精加膠水（比例：5:1）、洗碗精加膠水（比例：5:1）、混合酵素加膠水（比例：5:1）、檸檬蘆薈酵素加膠水（比例：5:1）、自製酵素去污膏

自製酵素去污膏：成份為自製混合酵素為蕃杏 50ml、蘆薈 100ml、青木瓜 100ml 酵素加入膠水 50 ml、小蘇打 2g、少量洗碗精 10ml

3. 塗抹各種去污膏後， 放置 2 天後的清洗，先浸泡洗衣粉 30 分，再放入小型洗衣機中運轉 5 分鐘後，清洗 10 分後脫水 5 分，晾乾 1 日，運用樂高的光源感應器測量殘留色素的明暗差，再計算污垢殘留量%。

(表十一)加了膠水的不同去污膏的手洗效果

清洗後的明暗指數%	墨汁	醬油	蕃茄醬	塵土	原子筆	水彩	巧克力
洗衣精加膠水	67	72	71	69	62	69	69
洗碗精加膠水	56	72	71	68	64	67	68
自製混合酵素加膠水	64	70	69	63	58	64	64
檸檬蘆薈酵素加膠水	64	72	70	71	65	69	70
自製混合酵素加膠水、 小蘇打粉和洗碗精	67	72	71	70	66	71	70
計算後污垢殘留量%	墨汁	醬油	蕃茄醬	塵土	原子筆	水彩	巧克力
洗衣精加膠水	5	0	1	3	10	3	3
洗碗精加膠水	16	0	1	4	8	5	4
自製混合酵素加膠水	8	2	3	9	14	8	8
檸檬蘆薈酵素加膠水	8	0	2	1	7	3	2
自製混合酵素加膠水、 小蘇打粉和洗碗精	5	0	1	2	6	1	2



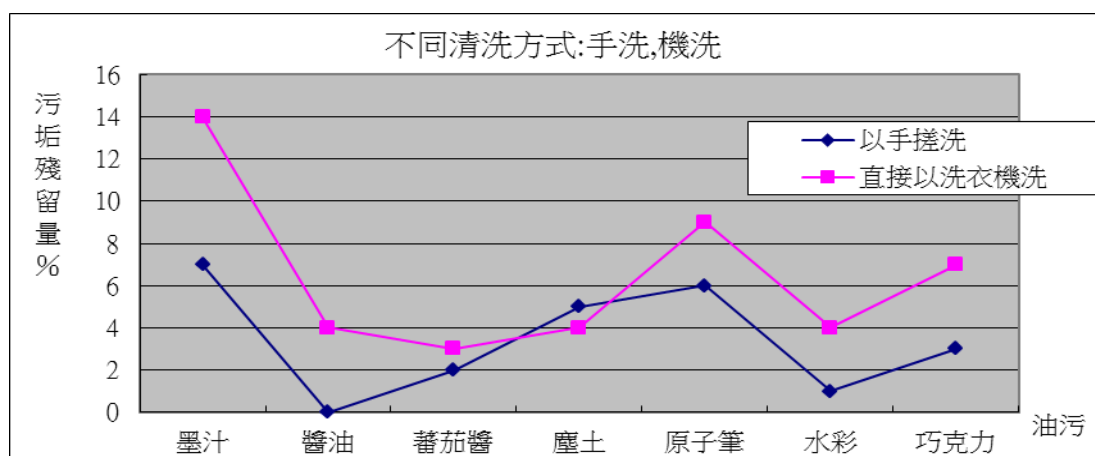
(圖十四) 加了膠水的不同去污膏的手洗效果

	蕃茄醬	巧克力	原子筆	醬油	墨汁	水彩	塵土
洗衣精加膠水							
洗碗精加膠水							
自製混合酵素加膠水							
檸檬蘆薈酵素加膠水							
自製混合酵素加膠水、小蘇打粉和洗碗精							

4. 比較手洗及機洗去污的差別：塗抹自製酵素去污膏，放置 2 天後，先浸泡洗衣粉 30 分，再放入小型洗衣機中運轉 5 分鐘或以手搓洗 5 分之後，清洗 10 分後脫水 5 分，晾乾 1 日，運用樂高的光源感應器測量殘留色素的明暗差，再計算污垢殘留量%。

(表十二)不同去污膏手洗和機洗的效果

清洗後的明暗指數%	墨汁	醬油	蕃茄醬	塵土	原子筆	水彩	巧克力
以手搓洗	65	72	70	67	66	71	69
直接以洗衣機洗	58	68	69	68	63	68	65
計算後污垢殘留量%	墨汁	醬油	蕃茄醬	塵土	原子筆	水彩	巧克力
以手搓洗	7	0	2	5	6	1	3
直接以洗衣機洗	14	4	3	4	9	4	7



(圖十五)不同去污膏手洗和機洗的效果比較

伍、研究結果

一、一般造成污垢的成份有有那些？

1. 我們發現血液雖然不易洗淨，但只要浸泡久就可能洗淨，加上不方便取得，而且科展對血液的研究有所限制，所以就不以血液來做實驗。
2. 各種污垢有不同的成份，所以特性也不同，若是水溶性色素，雖然可在水中溶解，但是殘留在瓶子內乾燥後，若是沒有刷洗，仍然不會全部自動溶在水中，所以部份的刷洗仍是必要的。
3. 食物類污多含水溶性及酯溶性色素，所以比較需要水及界面活性劑的清洗，非常食物類的染料多為水溶性色素，可能就需要大量的水刷洗，其他類的多為蛋白質及油酯類污垢，所以鹼性的肥皂清潔效果應該會不錯。

二、污垢是如何附著在不同材質的衣物上？

1. 100%聚酯纖維的布料不太容易吸收污垢，所以洗得也比較乾淨。
2. 我們發現汗漬一開始好像有洗乾淨，但是放置多日後，就會有黃斑出現，可見得汗漬必須經過多日才可觀察出是否有洗淨。
3. 含棉質多的布料吸收快，但洗得比較不乾淨。
4. 樂高的光源感應器偵測污垢時愈靠近污垢，值就愈低，距離愈升高時就愈高，升高直到約 1cm 後，測量值就又降低，所以我們將測量高度設定為 1cm。
5. 最後，我們認為不管污垢沾染程度相不相同，但是最主要仍是洗淨後的殘留，所以只需測量洗淨後的污垢的明暗度即可。

三、市售含有酵素成份的洗衣粉對污垢的去污效果如何？

1. 由實驗可知含有酵素的洗劑確實在去污力上有很大的效果，尤其是對於食物類的污垢上。
2. 但對於灰塵類，若只是以洗衣機方式清洗則仍會留下一些污痕。
3. 而對於原子筆、水彩及墨汁等的去污效果就不佳了。而墨汁及水彩仍會有暈開的情形，雖然顏色較淡，但範圍卻擴大了。
4. 洗碗精和肥皂對於油酯類的污垢如巧克力、醬油膏、蕃茄醬的去污力很高，幾乎都能洗得很乾淨。

四、不同植物所做成的酵素，對於污垢的清潔力如何？

1. 一般藥用植物的葉子多為綠色，含有大量的葉綠素，所以浸泡後洗淨仍殘留許多綠色在白色純棉布料上，尤其是白茅、地瓜葉、過溝菜蕨。而香蕉在製作時就會氧化成黑色，所製成的酵素也是偏棕黑色，所以布料反而愈洗愈髒。
2. 柳丁、茂谷、橘子、青木瓜、檸檬因為是水果，所呈現的顏色都偏淡，所以在清洗後，殘留的葉綠素較少。
3. 我們發現水果類的蘆薈和青木瓜及植物類的番杏去污力比較強，而檸檬的效果似乎不是很明顯。但因為番杏葉是淡綠色，我們擔心棉布會受到部份染色，所以我們接下來要做混合酵素時，除了使用蘆薈和青木瓜外，也會使用番杏，但番杏的比例較少，比例為 2：2：1。
4. 白茅的效果最差，污垢好像不太容易溶開，像是有固色的情形，所以染色的情形最嚴重，香蕉雖然去污力也不錯，但是因為本身成為深褐色，所以棉布也被染成髒髒的顏色，所以不適合洗衣。
5. 實驗時的布料全為白色，但因某些酵素含有葉綠素成份，所以被染到綠色，因此我們將不考慮使用富含葉綠素成份的酵素。
6. 無酵素清潔劑對於污垢還是有比較好的去污力，所以我們希望最後能搭配酵素來清洗，效果一定會不錯的。

五、若是洗衣精中直接加入不同植物酵素後以不同時間浸泡是否影響衣物的去污效果？

1. 由實驗可知，浸泡的時間愈久，洗的效果較好，但若泡到 3 小時，則反而不見得更好，會有些污垢染到布料上，使布料看起來更髒，效果最好就是浸泡約 1 小時。
2. 浸泡時間愈久，酵素中的葉綠素也會容易染色，洗後的布料會比較綠。
3. 加入酵素浸泡的棉布對於墨汁及蕃茄醬、巧克力及塵土、醬油等只要浸泡時間長一些，洗淨的效果就會比較好。
4. 我們發現番杏和蘆薈浸泡後的去污效果不錯，反而青木瓜的只有針對某幾種污垢比較好。
5. 我們發現墨汁及水彩，浸泡的時間愈久就愈容易把布料染色，所以不適合和其他棉布一起洗。
6. 奇異筆的記號泡得愈久，就掉色愈多。可能是因為酵素本身為酒精製成，所以奇異筆的色料會溶於酒精中，就比較能使奇異筆掉色。相對的水彩也比較容易洗掉一些。

六、酵素對於放置多日的污垢清潔力如何？

1. 由實驗中我們發現沾到污垢時，馬上清洗的去污效果最好。若是放了好幾天再洗就會洗不掉。
2. 墨汁在清洗時非常容易暈開，所以千萬不要和其他衣物一起洗，否則很容易使其他布料受到污染，而且放置多日後就幾乎不可能洗掉了。
3. 由指數也可知道放置 1 日後的污垢要洗掉的機會比較低，多少都會有一些殘留，尤其是 1 星期時最難洗。
4. 所以若是想找到可延長洗衣時間的方式，一定要在第一時間做處理。

七、結合膠水、鹽巴或小蘇打粉事先塗抹是否可達到更好的去污效果？

1. 由實驗我們發現酵素加膠水後直接塗抹在污垢上，再放置一日後，去污效果最好。其次是酵素加小蘇打粉，而酵素加鹽巴的效果最差。
2. 單獨的小蘇打粉對於巧克力、醬油和蕃茄醬等油脂類的污垢效果比較好，但對於其他色素類的效果比較好。
3. 膠水對於各種污垢有固定的效果，再讓小蘇打粉及酵素與污垢進行反應，同時加入少許洗碗精對於污垢就更能有效吸附在膠水上了，等到要洗的時候就不須要煩惱洗不掉了。

八、如何可以有效、省力又省時的去除污垢？

1. 由以上的發現我們知道只要在染上污垢時先以溼紙巾放在污垢上拍打，可先把大量的污垢去除，尤其是墨汁及水彩。用擦的或搓揉雖然可快速除掉多數的色塊，但色塊會擴散，就會有更多地方被染色，更難洗掉。
2. 由實驗可知我們的自製酵素去污膏含有小蘇打粉及少許洗碗精，加膠水後去塗在衣料上，確實有較大的去污效果。而且可以延後洗衣的時間，但對於原子筆就效果不佳，可能是因為原子筆需要在酒精才能溶解，所以在塗抹酵素去污膏時，就需要先搓揉後，再以溼巾擦掉一些色素，因為酵素是由酒精做的，所以若是直接讓原子筆色素溶在酵素的酒精中再馬上擦拭，效果會比較好。
3. 而以洗衣機洗的方式強度還是較弱，比較不易去掉多數色塊，所以對於頑強的污垢如墨汁等，以手搓洗效果還是最好。

陸、討論

- 一、各種污垢包含脂溶性和水溶性，但若是一經乾掉後，要再溶於水中，一般都要經過浸泡刷洗，才能完全去除污垢。
- 二、各種污垢以不同方式滲入衣物纖維中，水性的滲透較快，油性多的滲透較慢，所以要去除大量污垢時要快速防止污垢滲透，同時也要小心以水沖洗時造成的擴散效果。
- 三、由顯微照片上觀察，我們發現污垢似乎是以嵌入、黏附、滲入、染色等方式附著在布料上，所以不同種類的污垢，使用的清潔方式也不太一樣。
- 四、各種布料中以純棉的吸收力最強，含棉量多的布料其次，而聚酯纖維多的布料在沾到污垢時，不太容易快速滲入，所以只要早點以洗衣粉清洗聚酯纖維成份多的布料都會比較容易去除。
- 五、我們發現樂高機器人的光源感應器對於光線的明暗可快速偵測出，所以可以用來協助我們將所留污垢的色彩明暗做數字上的量化，也可以藉此畫成圖表而清楚的了解污垢殘留的情形。
- 六、為避免其他光線的干擾，所以我們找了一個可以降低外面光源的器材來減少外界光線的干擾。我們發現樂高的光源感應器的光源愈靠近布料指數就愈低，距離升高時指數就愈高，直到約 0.5~1cm 後就又降低，所以我們就以固定 1cm 的高度來測量污垢的明暗指數。
- 七、我們發現市面上的酵素洗衣粉對於食物的污垢去污效果很好，洗碗精和肥皂對於油脂類的污垢去污效果也不錯，但是對於墨汁、水彩、原子筆的效果就不佳了。
- 八、我們所製造的植物酵素中，以番杏、青木瓜、蘆薈的效果最好。其他的酵素因多為葉子的部份，所以葉綠素含量較多，會使布料染上綠色，同時某些酵素也會對布料有固色的情形，所以反而使污垢更難洗掉。
- 九、洗劑中加入植物酵素後仍需要浸泡 30 分~1 小時，洗衣效果最好，但如果浸泡太久，酵素中的色素反而也會滲入布料纖維中，同時污垢也會擴散，使污垢的範圍更大，更難清洗。
- 十、衣物若是沾有污垢後，放置一日以上，污垢就很不容易清除完整，所以如果可以快速在 10 分鐘內清除是效果最好的。
- 十一、我們發現在混合酵素中加入膠水及小蘇打粉都可以提升酵素的去污力，至於加鹽巴的效果就比較不好。也可以不必在 10 分鐘內就洗衣服，可先塗抹酵素去污膏後，乾燥後，經過 1 日再浸泡清洗，效果也很好。

十二、 各種布料上的污垢，如果在一開始被染上時，就利用溼布以按壓的方式吸收掉大量的污垢時，再進一步塗上酵素去污膠待乾後，浸泡清洗後，大部份的污垢都可以被洗掉。

十三、 我們發現洗碗精在對於食物類油污有很大的功效，而單純的混合酵素加膠水若是不加一些清潔膠時，效果是很差的，而且混合酵素中加入小蘇打時又可提升去污力，所以我們最終的酵素去污膏就按比例加入少量洗碗精、小蘇打及膠水，結果去污的效果真的超乎預期的好。

柒、結論

一、我們發現受到葉綠素染色後的布料，在陽光的照射下很快就恢復原來的顏色，可見得陽光中的紫外線具有分解葉綠素的效果，若是利用酵素去污時，因而染上綠色時，可利用日照的方式來回復原來的顏色。

二、沾上污垢時的事先處理很重要，先以溼巾拍打或局部搓揉的方式，防止水溶性的污垢大量擴散，尤其是水彩和墨汁，再塗上酵素去污膠比較容易固定色塊區，使範圍不至於加大。浸泡時需較長的時間來溶解膠水的膠性，再來刷洗或手洗就比較容易去污。

三、經過多次的測試，只要在衣物被污垢沾到的 10 分鐘內，先以溼布按壓後，再塗抹上我們的酵素去污膏，稍為搓揉，再以溼布擦拭，一般即可去污。若還不行或時間不許可時，可塗抹多一些酵素去污膏待乾，回家後先給予浸泡，再以洗衣機清洗，難洗的污垢就稍加搓洗後，即可去污，效果非常好。

捌、參考資料及其他

- 一、康軒出版，自然與生活科技領域。第九冊第三單元，水溶液。
- 二、康軒出版，自然與生活科技領域。第十二冊第二單元：物質的變化。
- 三、鄭月鳳等十人。鳳梨酵素研究。中華民國第十六屆中小學科學展覽會。生物科。國中組。
- 四、環保『酵』果大？—探討環保酵素的製作與應用。中華民國第五十一屆中小學科學展覽會。國小組。生活與應用科學科。
- 五、福康國小。洗衣方程式。第四十八屆高雄市中小學科學展覽會。生活與應用科學科。
- 六、壽天國小。救地球，這有「酵」？！—探討「環保酵素」的製作與功效。第五十三屆高雄市中小學科學展覽會。生活與應用科學科。
- 七、洗衣粉去污原理・百度知道・取自 <http://zhidao.baidu.com/question/77221157.html>。
- 八、異行者的天空・2011 年 4 月 27 日・取自
http://freesue.blogspot.tw/2011/04/blog-post_2830.html
- 九、創意過生活・三立都會台・2009 年 8.24 日・取自
<http://blog.iset.com.tw/creative/?p=97>

【評語】 080812

本實驗以自製天然酵素來洗衣，將生活中的經驗用自然科學的研究態度來探討，並且將判斷髒汙的方法結合樂高光感應工具，很有創意。若能將研究內容中網路資料整理放置在文獻探討而非實驗流程，讓報告內容更嚴謹。