

中華民國第 52 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 化學科

080202

清潔溜溜！

學校名稱：嘉義市東區民族國民小學

作者：	指導老師：
小六 王煒程	施如娟
小六 王友志	李季芬
小六 林晴萱	
小六 蘇家瑩	
小六 蘇家緯	
小六 劉顥銘	

關鍵詞：洗潔劑的酸鹼性、洗潔劑的去污力、廢水對環境的影響

清潔溜溜！

摘要

本研究採樣自市面上選擇性豐富卻訴求重點各有不同的三大類洗潔劑，分別為第一大類為常見市售且價錢相差甚大的南橋水晶、汰妙無患子及沙拉脫洗潔劑，第二大類為常見標榜天然的黃豆粉、茶仔粉及小蘇打粉狀洗潔劑及第三大類標榜具洗潔功能的自製檸檬皮、柳丁皮及鳳梨皮環保酵素洗潔劑；藉由一連串的實驗檢測並比較三大類洗潔劑的酸鹼值、去油力與去污力，以分析出最適合洗滌餐具的濃度與最佳的洗滌水溫，並進一步檢測三大類洗潔劑使用後廢水的酸鹼度及總溶解固體量、藉由廢水澆灌綠豆並觀察紀錄綠豆發芽及成長的速度，以了解其對環境與生物的影響，進而建議清潔力與環保性兼具的最佳洗潔劑。

壹、研究動機

家裡的洗碗精用完了，跟爸媽一起去逛超級市場，面對架上琳瑯滿目各式各樣的洗碗精與洗潔劑，讓人不僅眼花撩亂，不知從何選擇，仔細比較各種洗潔劑的主要功能與訴求，不外是講究強力的清潔去污力、環保天然且不傷玉手的成分等，然而不同品牌的洗潔劑卻有極大的價格差異；爸爸說：選擇洗潔劑首重天然成分，儘量降低洗潔劑殘留對身體所造成的負擔與影響，所以我們最後選擇了標榜天然成分卻價格不斐的洗潔劑。

然而我們對這些洗潔劑起了強烈的好奇心，這些在日常生活中幾乎每天都需要使用到的洗潔劑，其酸鹼值與去污力究竟有無關係，使用後所排放的家庭廢水對河川及環境是否造成影響，均是我們想要研究了解的內容。本研究即是利用五年級自然與生活科技課程中所學習的「水溶液的酸鹼值」概念及生活中強調「天然環保對環境無負擔」的訴求，探討並關注日常生活中，常見三大種類的洗潔劑的「酸鹼性」及「濃度」與「溫度」對「去污力」強弱的影響及使用後廢水性質對環境的影響。

貳、研究目的

- 一、了解 pH 值的定義和酸鹼值的關係。
- 二、檢驗日常生活中取樣三大類洗潔劑的酸鹼性。
- 三、比較三大類洗潔劑對「油脂」的去污能力。
- 四、比較三大類洗潔劑對「澱粉」的去污能力。
- 五、學習調配不同「濃度」（20%、40%、60%）的洗潔劑並比較其去污力。
- 六、比較不同「溫度」（25°C、35°C、45°C）洗潔劑的去污力。
- 七、檢驗洗潔劑與油脂使用後的廢水其酸鹼值及總溶解固體量。
- 八、檢測洗潔劑廢水對植物生長的影響及環境污染的程度。

參、研究設備及器材

(一) 研究採用之設備

1.pH 檢測儀

採用一台 PH 值測定儀，測量溶液之酸鹼強度；此儀器操作前須視當天的氣溫，配合校正液（pH=4；pH=7）做校正的工作，方能降低實驗的誤差。

2. TDS（總溶解固體量）測量筆

為測量洗潔劑使用後廢水的總溶解固體量，實驗採用 TDS(Total Dissolved Solids) 測量筆，以測量廢水的混濁度，TDS 數值越高表示水質越髒，總溶解固體及雜質的含量大，對環境的污染威脅較高。反之，則表示為較天然且環保的洗潔劑。

(二) 研究使用之器材

pH 檢測儀、TDS 測量筆、燒杯、量筒、滴管、培養皿、瓷製碟子、蘇丹試劑、碘試液、石蕊試紙。

(三) 研究取樣之三大類洗潔劑

1.第一大類洗潔劑（市面上暢銷之洗潔劑）：

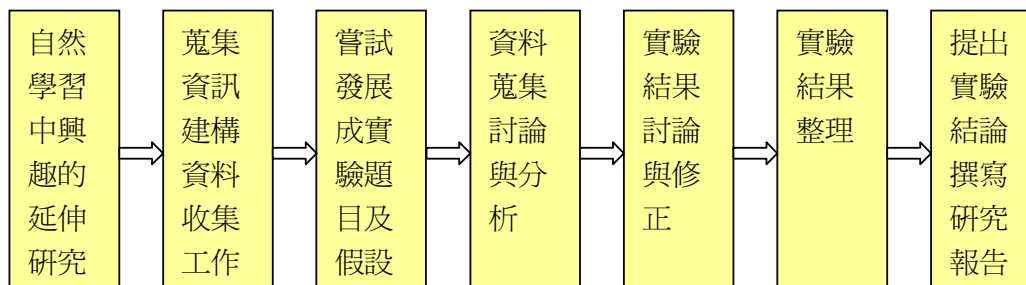
取樣自市場上價位低中高各一種洗潔劑：**高價位**：南橋水晶肥皂食器洗滌液體（以下簡稱：南橋水晶），**中價位**：汰妙無患子天然洗潔精及**低價位**：沙拉脫洗潔液（以下簡稱：沙拉脫）。

2.第二大類洗潔劑（老祖母智慧天然洗潔劑）：黃豆粉、茶仔粉、小蘇打粉。

3.第三大類洗潔劑（以柑橘類果皮自製洗潔劑）：

以檸檬皮、柳丁皮、鳳梨皮各浸漬紅砂糖攪拌一個月、浸泡三個月的酵素洗潔劑，使用時須加洗碗精及清水稀釋，以下稱**檸檬皮酵素洗潔劑**、**柳丁皮酵素洗潔劑**及**鳳梨皮酵素洗潔劑**等三種；此研究取樣此三類做清潔效果實驗時，均未加入洗碗精稀釋。

肆、研究過程與方法



圖一：研究流程圖

一、各項研究方法說明

(一) 文獻探討：pH 值與 TDS

1. pH 值的定義和酸鹼值的關係

pH值，亦稱氫離子濃度指數、酸鹼值，是溶液中氫離子活度的一種標度，也就是通常意義上溶液酸鹼程度的衡量標準。通常情況下（25℃、298K左右），當pH<7的時候，溶液呈酸性，當pH>7的時候，溶液呈鹼性，當pH=7的時候，溶液為中性。（引自：維基百科

<http://zh.wikipedia.org/wiki/PH>）

2. 總溶解固體（TDS）

總溶解固體（英文：Total dissolved solids，縮寫TDS），又稱溶解性固體總量，測量單位為毫克/升（mg/L）。TDS值越高，表示水中含有的雜質越多。純水的TDS為0，RO水為10-20ppm，國際認可標準TDS為40，自來水的TDS約在 60~80 之間（各地不同）。（引自：維基百科

<http://zh.wikipedia.org/wiki/PH>）

(二) 測試日常生活中三大類洗潔劑之酸鹼性質及強度

1. 以石蕊試紙測試洗潔劑酸鹼性

- (1) 採用紅色及藍色石蕊試紙，測試本實驗所選定之三大類合計9種洗潔劑樣本的酸鹼性。
- (2) 第二類粉末狀洗潔劑樣本，以純水稀釋後，再以棉花棒沾至石蕊試紙上，依其顏色變化，初步測定洗潔劑的酸鹼性。

2. 以溴瑞香草藍指示劑（BTB溶液）檢測洗潔劑酸鹼性

以溴瑞香草藍指示劑（BTB溶液）依其顏色變化，檢測上述三大類共計9種清潔劑之酸鹼性。

3. 以pH測定儀檢測洗潔劑酸鹼強度

採用pH測定儀對上述三大類計9種洗潔劑進行酸鹼值的測量，以探究酸鹼強度。

(三) 比較三大類洗潔劑對「油脂」去污能力的效果。

1. 觀察沙拉油在不同洗潔劑的外觀及分布

- (1) **洗潔劑的配製**：調製重量百分濃度20% 的洗潔劑：分別取三大類樣本合計9種洗潔劑：南僑水晶、汰妙無患子、沙拉脫、黃豆粉、茶籽粉、小蘇打粉、自製檸檬皮、柳丁皮、鳳梨皮酵素洗潔劑各20克倒入燒杯中，與80ml的水均勻混合，分別調配重量百分濃度各為20% 的洗潔劑溶液九組；另取一杯100ml的水做對照組。
- (2) **觀察沙拉油分別在重量百分濃度20% 的九種洗潔劑及水中顆粒大小分佈**：取水與濃度20%上述9種洗潔劑各5ml擺置培養皿中，再分別加入1/2茶匙的沙拉油均勻攪拌。

- (3) 將直徑約10cm的投影片平放在上述已攪拌均勻的十組培養皿上，用油性筆描繪出沙拉油滴在對照組-水及實驗組-上述9種洗潔劑溶液中的顆粒大小與分布狀況。

2.觀察沙拉油與九種洗潔劑的溶液混合狀況及程度

- (1) 取九支大小相同試管，用10ml 量筒分別量取各種天然洗潔劑5 ml滴入各試管內。
- (2) 分別滴入1ml 沙拉油，以相同強度震盪試管一分鐘，靜置後記錄混合液分層後的現象。

3.以蘇丹試液檢驗餐具上殘留油脂的多寡以判定洗潔劑的去油力

- (1) 擺置十個瓷製小碟子，各取1/4茶匙的沙拉油均勻塗抹在小碟子上。
- (2) 取配置濃度20% 的上述九種洗潔劑各2ml分別倒入已呈油膩狀態的九個碟子內，第十個碟子以水清洗為對照組，再用3×3cm² 菜瓜布以同方向刷洗十次。
- (3) 刷洗十次後，以固定水流量沖洗小碟子，每個碟子用水量固定100ml。
- (4) 清洗後之廢水100ml以燒杯留存備（**實驗7**）用。
- (5) 將蘇丹試液滴3滴在清洗完畢的碟子內，慢慢迴轉使其擴及整個盤面，再用水輕輕沖洗，觀察是否有殘留油脂，若碟面呈現紅色斑點，即代表盤子有油脂殘留，依序紀錄並比較各種洗潔劑的去油力，去油力最佳者計10分，次佳者9分，以此類推，最差者1分。

（四）比較三大類洗潔劑對「澱粉」去污能力的效果。

- (1) 擺置十個瓷製小碟子，各取學校午餐剩下之米飯5g均勻塗抹在碟子上後收下米飯。
- (2) 取配置濃度20% 的上述9種洗潔劑各5ml分別倒入已沾有澱粉的九個碟子內，再用3×3cm² 菜瓜布以方向刷洗十次，第十個碟子以水清洗為對照組。
- (3) 刷洗十次後，以固定水流量沖洗小碟子，每個碟子用水量固定100ml。
- (4) 清洗後之廢水100ml以燒杯留存備（**實驗7**）用。
- (5) 將碘試液滴3滴在清洗完畢的碟子內，慢慢迴轉使其擴及整個盤面，再用水輕輕沖洗，觀察是否有澱粉殘留，若碟面呈現藍紫色斑點，即代表盤子有澱粉殘留，依序紀錄並比較各種洗潔劑的清潔力，澱粉性殘留物最少者計10分，次佳者9分，以此類推，最差者1分。

（五）學習調配不同濃度的洗潔劑並比較其去污力

- (1) 依據實驗（3）（4）選定洗潔劑樣本為南橋水晶、黃豆粉、鳳梨皮洗潔劑。
- (2) 調配不同濃度（20%、40%、60%）洗潔劑並比較去污力。

（六）比較不同溫度的洗潔劑之去污力

- (1) 依據實驗（三）（四）選定洗潔劑樣本為南橋水晶、黃豆粉、鳳梨皮洗潔劑。
- (2) 比較不同溫度（25℃、35℃、45℃）洗潔劑去污力。

(七) 檢驗使用後洗潔劑廢水的酸鹼值、總溶解固體量及其變化

1.測定各種天然洗潔劑使用後廢水的酸鹼度

- (1) 將實驗(三)3、(四)4沖洗後的廢水收集後，以燒杯儲存。
- (2) 每天取適量溶液，以pH檢測儀測量pH值，每一天記錄一次，連續觀察紀錄5天。
- (3) 另用100ml的水加入1ml的油做對照組。

2.測定各種天然洗潔劑使用後廢水的總溶解固體量。

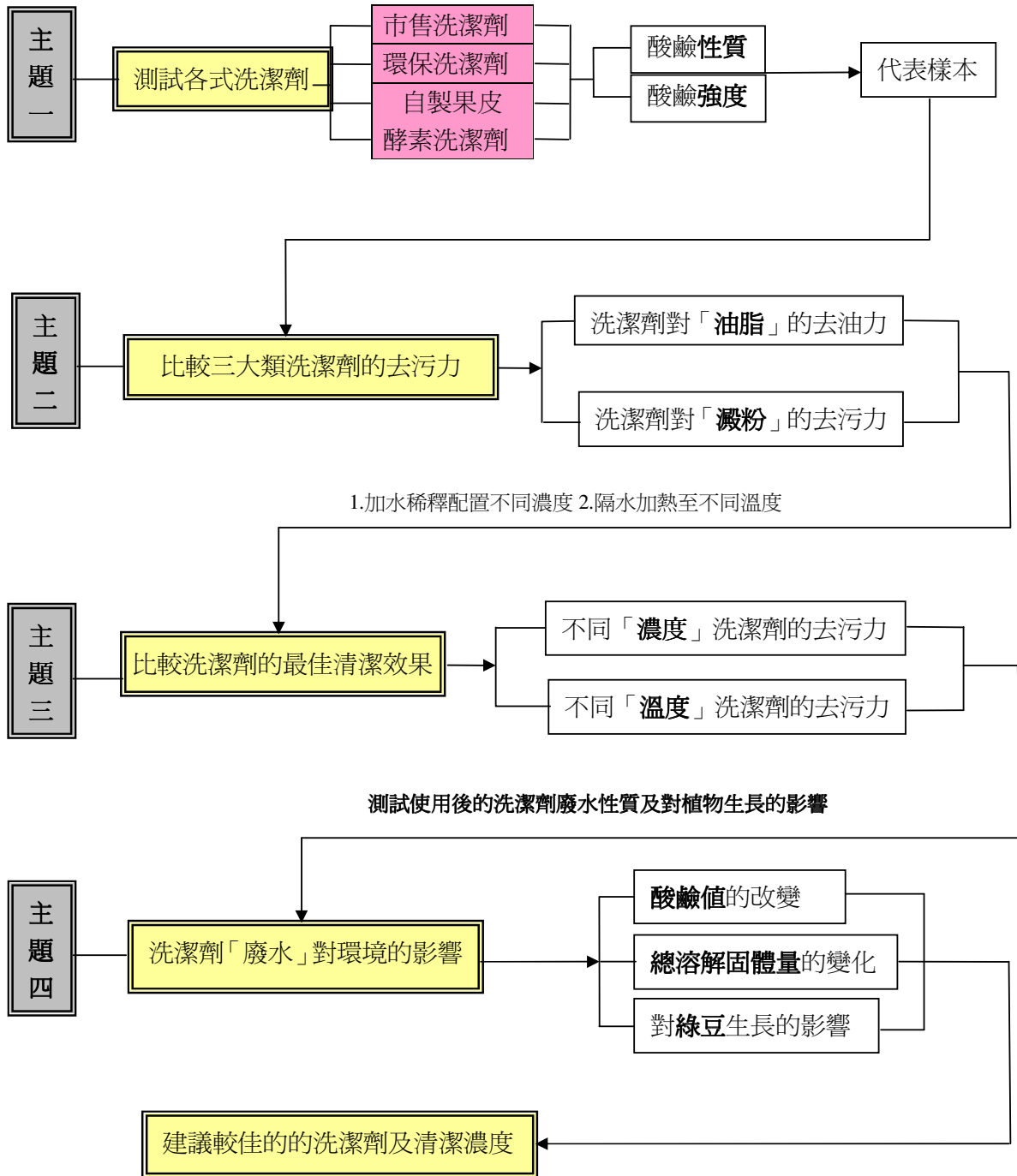
以TDS（總溶解固體量）測量筆檢測溶液總溶解固體量的值，了解水質污染度，每一天記錄一次，連續觀察紀錄5天。

(八) 觀察綠豆在上述九種洗潔劑廢水的生長情形。

- (1) 將實驗(三)3、(四)4沖洗後的廢水收集後，以燒杯儲存。
- (2) 上述10種廢水中各加入6顆綠豆，浸泡一天後，取出種植於土壤中，並以實驗之10種廢水澆灌，觀察其發芽狀況及成長速度，以了解上述9種洗潔劑廢水對生物及環境的影響。

二、實驗步驟

依據研究目的及預定進行的研究步驟，形成研究架構流程圖：



圖二：研究架構流程圖

伍、研究結果與討論

一、檢驗日常生活中常見洗潔劑的酸鹼性與 pH 值。

(一) 挑選洗潔劑樣本

1. 溶液樣本之選定

本研究從生活中取材，舉凡超市中陳列的洗碗精、講究環保天然的黃豆粉，還是廢棄果皮再利用的自製酵素，均是我們取材測試的洗潔劑樣本。

2. 選用結果

由於生活中洗潔劑的種類相當多，故本研究不做大量樣品的檢測，只針對來源與成分及製造方法的不同進行取樣，略概分為三大類的洗潔劑，詳見表一。其中第三類洗潔劑為自製的酵素洗潔劑，製作期程長且製作方法不在本研究範圍內，故以成品為研究樣本，不在此贅述製作過程。

表一：實驗洗潔劑取樣之樣本

溶液編號	第一大類洗潔劑	溶液編號	第二大類洗潔劑	溶液編號	第三大類洗潔劑
1	南僑水晶	4	黃豆粉	7	檸檬皮酵素
2	汰妙無患子	5	茶籽粉	8	柳丁皮酵素
3	沙拉脫	6	小蘇打粉	9	鳳梨皮酵素
合計	3		3		3



(二) 測試三大類9種洗潔劑的酸鹼性質及酸鹼度

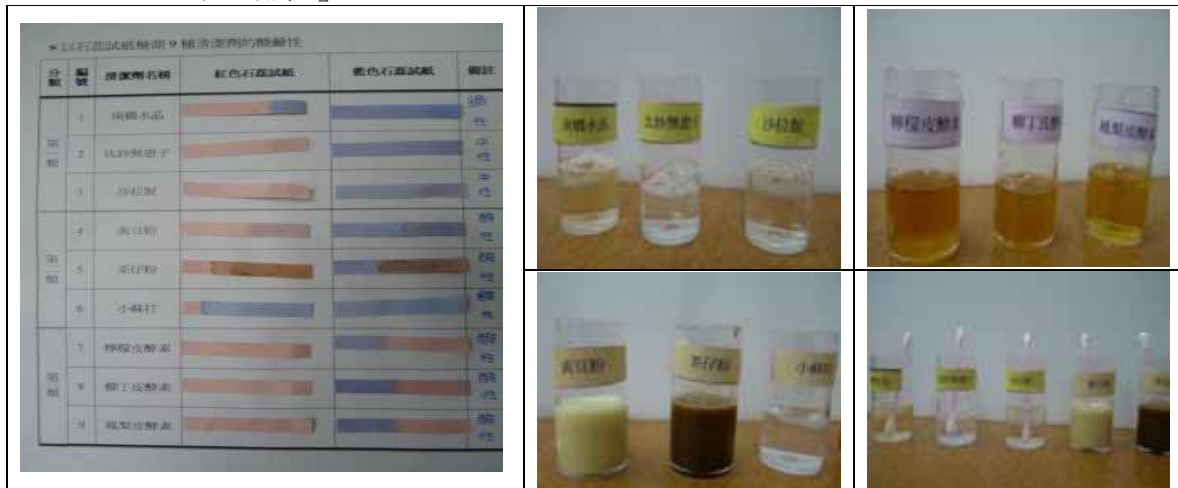
◆實驗一：以石蕊試紙檢測洗潔劑酸鹼性

1. 實驗步驟：

研究採用紅色及藍色石蕊試紙檢測實驗樣本的水溶液，過程如下：
分別將9種清潔溶液取1ml置放於量筒中，並以棉花棒沾取溶液，塗抹於石蕊試紙上，觀察顏色變化並且記錄之。

2.研究結果與發現

- (1) 發現三大類洗潔劑酸鹼性不一，以酸性居多，除第三類自製果皮酵素均為酸性，另第一類市售洗潔劑中之「汰妙無患子」、「沙拉脫」；及第二類粉狀環保洗潔劑之「黃豆粉」、「茶仔粉」亦為酸性。
- (2) 第一類市售洗潔劑之「南橋水晶肥皂」及第二類粉狀環保洗潔劑之「小蘇打」則呈現「鹼性」。





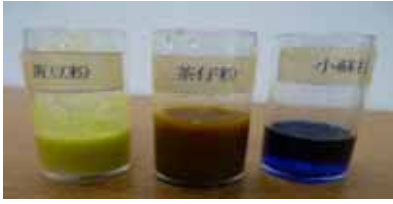

◆實驗二：以溴瑞香草藍指示劑（BTB溶液）檢測洗潔劑酸鹼性

1.實驗步驟

以溴瑞香草藍指示劑（BTB溶液）檢測上述三大類合計9種洗潔劑，觀察其顏色變化，以了解洗潔劑之酸鹼性。

2.研究結果與發現

- (1) 溴瑞香草藍指示劑（BTB溶液）檢測中性液體時呈現原液體之顏色-綠色、鹼性液體顯示藍色，酸性液體則顯示為黃色。
- (2) 實驗結果與實驗一相互對應，「汰妙無患子」、「沙拉脫」、「黃豆粉」、「檸檬皮酵素洗潔劑」、「柳丁皮酵素洗潔劑」及「鳳梨皮酵素洗潔劑」呈現黃色，顯示酸性；「南橋水晶肥皂」、「小蘇打」呈現藍色，顯示鹼性。
- (3) 惟「茶仔粉」因其溶液顏色較深，滴入BTB指示劑，無法辨別顏色變化。

	
以BTB指示劑滴入洗潔劑中	第一類洗潔劑顏色變化
	
第二類洗潔劑顏色變化	第三類洗潔劑顏色變化

◆實驗三：以pH值測定儀檢測洗潔劑酸鹼值

1.實驗步驟

以完成校正之pH值測定儀分別對上述9種洗潔劑進行檢測，並紀錄pH值。

2.研究結果與發現

- 發現pH值最低者為「鳳梨皮酵素」pH值為3.06，在表二「洗潔劑的酸鹼性及pH值」中標示為R1，其次為「柳丁皮酵素」pH值為3.14，標示為R2，依此類推。
- pH值最高者為「南橋水晶」其pH值為9.86，在「表二：水溶液的酸鹼性及pH值」中標示為B1，其次為「小蘇打」pH值為7.88，標示為B2。

表二：洗潔劑的酸鹼性及pH值

分類	編號	洗潔劑名稱	紅色石蕊試紙	藍色石蕊試紙	BTB溶液	pH值	酸鹼性之判定	備註
第一類	1	南橋水晶	藍	紅	藍色	9.86	鹼性	B1
	2	汰妙無患子	紅	藍	黃色	6.66	酸性	R6
	3	沙拉脫	藍	藍	黃色	6.78	酸性	R7
第二類	4	黃豆粉	紅	紅	黃色	6.43	酸性	R5
	5	茶仔粉	紅	紅	黃色	5.85	酸性	註1 R4
	6	小蘇打	紅	紅	藍色	7.88	鹼性	B2
第三類	7	檸檬皮酵素	紅	紅	黃色	3.18	酸性	R3
	8	柳丁皮酵素	紅	紅	黃色	3.14	酸性	R2
	9	鳳梨皮酵素	紅	紅	黃色	3.06	酸性	R1

註1：1.茶仔粉加入10ml純水調製成茶仔粉水溶液，顏色為深咖啡色，在BTB溶液中因茶仔粉溶液顏色過深，不易辨別顏色。

2.洗潔劑的酸鹼性及pH值之排序，詳見表三。

表三：水溶液依酸鹼性及pH值低高排序一覽表

編號	洗潔劑名稱	紅色石蕊試紙	藍色石蕊試紙	BTB溶液	pH值	酸鹼性之判定	備註
9	鳳梨皮酵素	紅	紅	黃色	3.06	酸性	
8	柳丁皮酵素	紅	紅	黃色	3.14	酸性	
7	檸檬皮酵素	紅	紅	黃色	3.18	酸性	
5	茶仔粉	紅	紅	黃色	5.85	酸性	
4	黃豆粉	紅	紅	黃色	6.43	酸性	
2	汰妙無患子	紅	藍	黃色	6.66	酸性	
3	沙拉脫	藍	藍	黃色	6.78	酸性	
6	小蘇打	紅	紅	藍色	7.88	鹼性	
1	南橋水晶	藍	紅	藍色	9.86	鹼性	






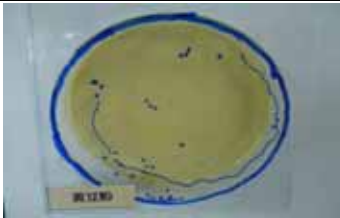
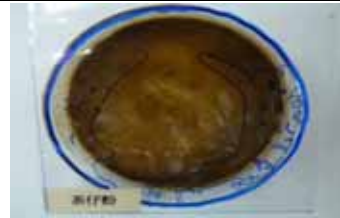

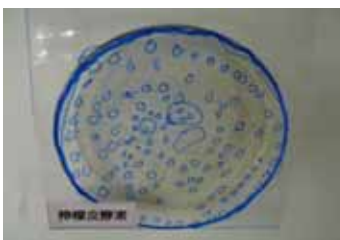
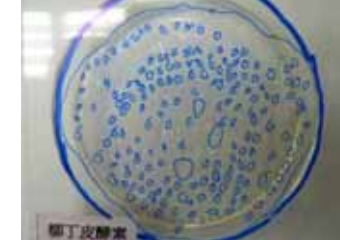



二、比較三大類洗潔劑對「油脂」的去油力。

◆實驗一：觀察沙拉油在重量百分濃度20%九種洗潔劑中顆粒大小與分布

(一) 實驗步驟

1. 取水與濃度 20% 的三大類合計共九種洗潔劑各 5ml 擺置培養皿中，再分別加入 1/4 茶匙的沙拉油均勻攪拌。
2. 將直徑約 10cm 的投影片平放在上述已攪拌均勻的兩組培養皿上，用油性筆描繪出沙拉油在洗潔劑與水中的顆粒大小與分布狀況（圖一）。



沙拉油在 南橋水晶 洗潔劑的 顆粒大小與分布	沙拉油在 汰妙無患子 洗潔劑的 顆粒大小與分布	沙拉油在 沙拉脫 洗潔劑的 顆粒大小與分布
		
沙拉油在 黃豆粉 洗潔劑的 顆粒大小與分布	沙拉油在 茶仔粉 洗潔劑的 顆粒大小與分布	沙拉油在 小蘇打 洗潔劑的 顆粒大小與分布
		
沙拉油在 檸檬皮酵素 洗潔劑的 顆粒大小與分布	沙拉油在 柳丁皮酵素 洗潔劑的 顆粒大小與分布	沙拉油在 鳳梨皮酵素 洗潔劑的 顆粒大小與分布
		
沙拉油在 對照組-水 的 顆粒大小與分布	沙拉油在 九種洗潔劑 的顆粒大小與分布	
		

圖一：沙拉油在重量百分濃度20%九種洗潔劑中顆粒大小與分布

(二) 研究結果與發現

1. 本實驗步驟是參考第 43 屆作品「油污 SAY GOODBYE」的實驗方法進行三大類洗潔劑的比較，並由文獻探討得知：油滴的外觀、顆粒的大小與去油力有一定的相關性；沙拉油在第一類洗潔劑中顆粒最細小，顯示此類洗潔劑去油效果最佳。

2. 第二類環保洗潔劑亦有不錯的去油效果，顆粒有大有小但相差不多；然在黃豆粉與茶仔粉等濃稠的洗潔劑中顆粒不明顯且呈現絲狀。
3. 第三類洗潔劑油滴大小差異甚大，尤以鳳梨皮酵素去油效果最差。

◆實驗二：觀察沙拉油與九種洗潔劑的溶液混合狀況及程度

界面活性劑是能讓兩個不同性質、互不相容的接觸面，不再排斥而彼此靠近的物質，故本實驗方法參考第45屆作品「老祖母的清潔法寶-無患子」，觀察油與三大類洗潔劑混合的情形，混合程度越大代表對油的去污力越強，反之，分層越明顯，則代表對油的去污力越小。

(一) 實驗步驟

1. 取上述 20% 共計 9 種洗潔劑各 5ml 置於試管中，將 1ml 沙拉油加入試管，觀察其分層現象。
2. 以相同強度震盪試管 10 秒，靜置 10 分鐘後，觀察液體分層現象。











(二) 研究結果與發現

1. 「南橋水晶」與油的分層最不明顯，呈現白色混濁狀且上層有綿密的微小泡泡，可知南橋水晶對油的去污力最佳；其次為「沙拉脫」，油水混合效果佳，且呈現白色渾濁，上層之白色泡泡較「南橋水晶」大且多，起泡效果亦較多，足見去污效果以第一類洗潔劑之「南橋水晶」、「沙拉脫」較佳。
2. 第二類洗潔劑之「黃豆粉」、「茶仔粉」因由粉末狀溶解而成，且顏色較深而濃稠，故滴入之沙拉油靜置後有較明顯的色差與濃度的分離情形。
3. 第三類洗潔劑均由廢棄之果皮所釀造而成的清潔酵素，顏色均為清澈的金黃液體，與沙拉油混合後，因顏色相近，油水分離並不明顯。
4. 以「分層愈不明顯，去污力愈強」的觀點觀之，第一類市售的洗潔劑去污效果最好，去污效果依序為「南橋水晶」、「沙拉脫」、「無患子」；其次為第三類自製的果皮酵素洗潔劑，其中以「柳丁皮酵素」去污效果較佳，其次為「鳳梨皮酵素」、「檸檬皮酵素」。第二類天然的洗潔劑中，因黃豆粉、茶仔粉顏色較深而濃稠，分離效果清楚，然是否去污能力較差，則持保留態度（圖二）。

取上述 20% 共計 9 種洗潔劑各 5ml 置於試管中，另取水為對照組



第一大類洗潔劑			
清潔液	南橋水晶	汰妙無患子	沙拉脫
搖晃前照片			
搖晃後照片			
混合液體分層現象	1.油呈白色混濁 2.泡沫多且小 3.油水充分混合	1.油呈米黃色 2.泡沫多且小 3.油水充分混合	1.油呈米白色 2.泡沫少而小 3.油水充分混合
第二大類洗潔劑			
清潔液	黃豆粉	茶仔粉	小蘇打
搖晃前照片			
搖晃後照片			
混合液體分層現象	1.油呈淡黃色 2.泡沫少而小 3.濃度與顆粒分層清楚	1.油呈淡黃色 2.泡沫少而小 3.濃度與顆粒分層清楚	1.油呈淡黃色 2.泡沫少而小 3.油水清楚分離

第三大類洗潔劑			
清潔液	檸檬皮酵素	柳丁皮酵素	鳳梨皮酵素
搖晃前照片			
搖晃後照片			
混合液體分層現象	1.油呈米白色 2.無泡沫且霧霧的 3.因無界面活性劑的成分使油水清楚分離。	1.油呈米黃色 2.無泡沫 3.因無界面活性劑的成分使油水清楚分離。	1.油呈米黃色 2.泡沫多且小 3.因無界面活性劑的成分使油水清楚分離。
清潔液	對照組（水）	取 1ml 沙拉油加入試管中，搖晃前後油水分離狀況	
搖晃前照片			
混合液體分層現象	1.油水分離清楚 2.油在上層，水在下層	1.三大類洗潔劑在加入沙拉油後。未震盪搖晃前油水分離狀況，各不相同。	
搖晃後照片			
混合液體分層現象	1.油水仍分離清楚 2.油脂清楚浮在水上層	1.震盪 10 秒鐘，靜置 10 分鐘後，油水分離狀況以第一類洗潔劑最不明顯，且有泡沫的產生。	

圖二：沙拉油在九種洗潔劑及水中的外觀及分布

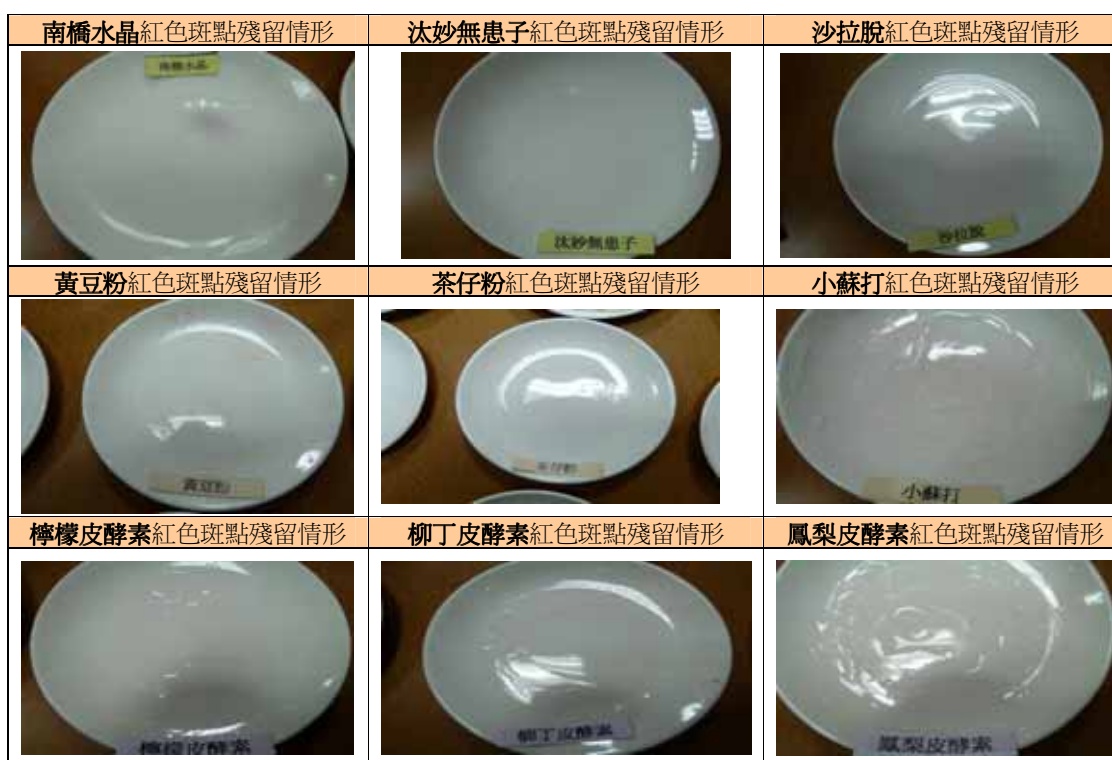
◆實驗三：以蘇丹試劑檢驗並比較三大類洗潔劑對「油脂」的去油力

「蘇丹試劑」：可以檢查餐具或食物容器上有無殘留油脂，判定是否清洗乾淨的一種脂肪性殘留物檢查液體。

(一) 實驗步驟：

1. 擺置十個瓷製的小碟子，各取1/2茶匙的沙拉油均勻的塗抹在小碟子上。
2. 取水與配置好濃度20% 九種洗潔劑各5ml分別倒入已呈油膩狀態的十個小碟子內，再用3x3cm2 菜瓜布以同方向刷洗十次。
3. 刷洗十次後，以固定的水流量沖洗小碟子，每個碟子用水量固定在100ml。
4. 滴3滴蘇丹試液在清洗完畢的碟子內，慢慢迴轉使其擴及整個盤面，再用水輕輕沖洗，觀察是否有殘留油脂，若碟面呈現紅色斑點，即代表盤子有油脂殘留，依序紀錄比較洗潔劑的去油力（圖三），紅色斑點殘留由多到少進行評分，越多者為10分，表示去油力最差，最少者為1分，表示去油力最佳。
5. 此步驟重複10次，取其平均值，以降低實驗及主觀辨別的誤差。





圖三：以蘇丹試劑檢測三大類九種洗潔劑的去油力

表三：以蘇丹四號檢測10種洗潔劑的去油力（重複10次的平均值）

分類	編號	洗潔劑名稱	紅色斑點殘留排名 多→寡 10-1	去污力排名 佳→差 1-10	備註
第一類	1	南橋水晶	1	1	紅色斑點殘留相當少，去油力佳。
	2	汰妙無患子	1	1	
	3	沙拉脫	3	3	
第二類	4	黃豆粉	5	5	
	5	茶仔粉	4	4	
	6	小蘇打	9	9	
第三類	7	檸檬皮酵素	7	7	
	8	柳丁皮酵素	6	6	
	9	鳳梨皮酵素	8	8	
對照組	10	水	10	10	紅色斑點殘留數多且明顯，去油力最差

（二）研究結果與發現

1. 從（表三）可發現第一大類的洗潔劑去油效果最好，南橋水晶、無患子幾乎沒有紅色斑點的殘留。

2. 茶仔粉及黃豆粉溶液的洗淨力也不差，惟小蘇打的去油力較差，僅優於水；而第三類酵素未加入洗潔劑輔助，去油效果較差，清潔力較弱。

三、比較三大類洗潔劑對「澱粉」的去污力。

「碘試液」：可以檢查餐具或食物容器是否有澱粉質殘留，是判定是否清洗乾淨的一種澱粉性殘留物檢查液體。

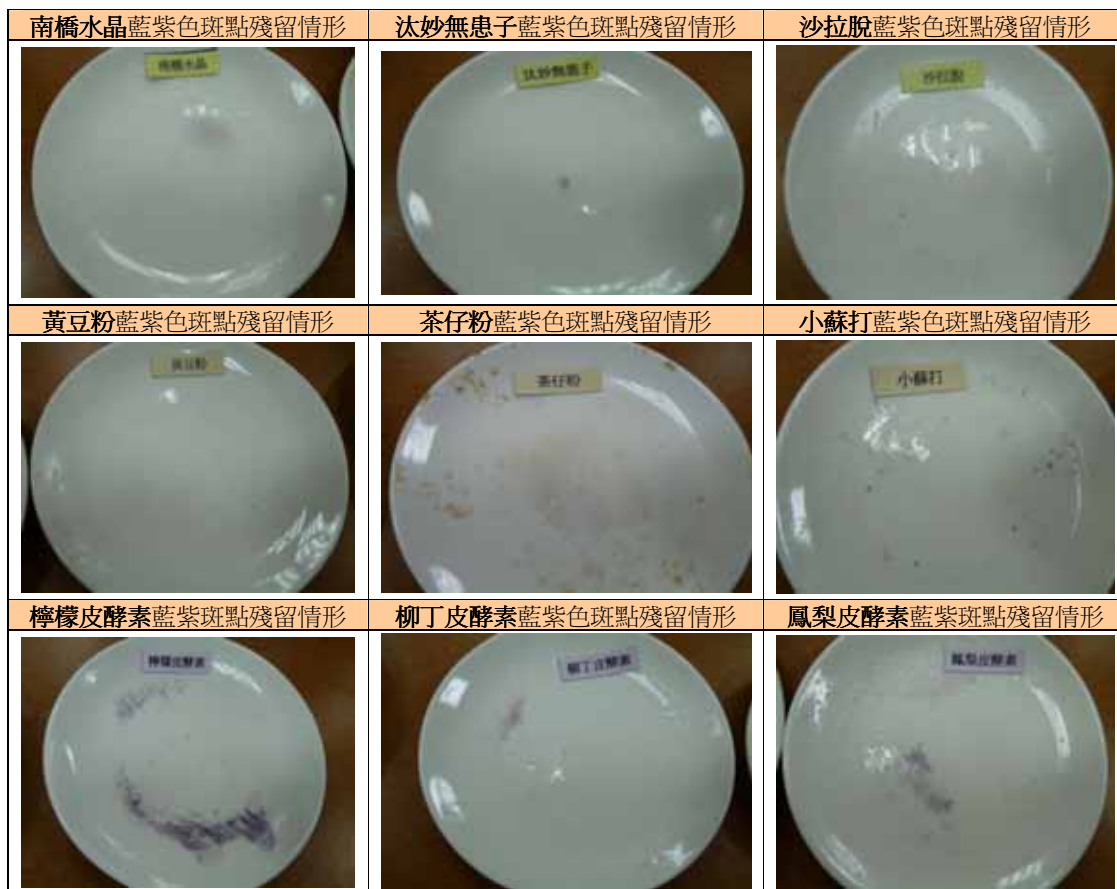
(一) 實驗步驟：

1. 擺置十個瓷製的小碟子，各取學校午餐剩飯5g均勻塗抹在小碟子上。
2. 重複二（實驗三）實驗步驟2、3。
3. 將碘試液滴3滴在清洗完畢的碟子內，輕輕搖動使其均勻擴散整個盤面，觀察是否有殘留澱粉，若碟面呈現藍紫色斑點，即代表盤子有澱粉殘留，依序紀錄並比較各種洗潔劑的去污力（圖三），藍紫色斑點殘留由多到少進行評分，越多者為10分，表示去污力最差，最少著為1分，表示去污力最佳。
4. 此步驟重複10次，取其平均值，以降低實驗及主觀辨別的誤差。



表四：以碘試劑檢測 10 種洗潔劑的去污力（重複 10 次的平均值）

分類	編號	洗潔劑名稱	藍紫色斑點殘留排名 多→寡 10-1	清潔力排名 佳→差 1-10	備註
第一類	1	南橋水晶	3	3	第一類市售洗潔劑 對澱粉的清潔效果普遍不錯
	2	汰妙無患子	4	4	
	3	沙拉脫	5	5	
第二類	4	黃豆粉	1	1	黃豆粉對澱粉的清潔效果最佳
	5	茶仔粉	6	6	
	6	小蘇打	7	7	
第三類	7	檸檬皮酵素	9	9	柳丁皮對澱粉的清潔效果次佳
	8	柳丁皮酵素	2	2	
	9	鳳梨皮酵素	8	8	
對照組	10	水	10	10	藍紫色斑點殘留數多且明顯，清潔力最差



圖四：以碘試劑檢測九種洗潔劑對澱粉的去污力

(二) 研究結果與發現

1. 從(表四)可發現第二大類的洗潔劑-黃豆粉對澱粉的清潔效果最佳，其次第三大類果皮酵素中之柳丁皮酵素對澱粉亦有不錯的清潔力。
2. 第一類市售洗潔劑對澱粉的清潔效果普遍不錯，位於第3、4、5序位。
3. 對照組-水的清潔效果最差，檸檬皮酵素洗潔劑對澱粉的清潔效果亦不佳，證明果皮酵素在清潔用途上屬輔助清潔效果及節省洗潔劑用量之功效，若需加強清潔效果，在使用上仍需加入市售洗潔劑稀釋，方可提升清潔效果。
4. 第二類洗潔劑之「茶仔粉溶液」在控制水量100ml清潔中，雖可將澱粉清潔乾淨，但因其溶液較為黏稠，故需增加清潔水量，方能將殘留之茶仔粉洗潔乾淨。

四、比較不同濃度洗潔劑的去污力

(一) 挑選溶液樣本及研究濃度

1. 溶液樣本選定

依據實驗二：比較三大類洗潔劑對「油脂」的去污能力、實驗三：比較三大類洗潔劑對「澱粉」的去污能力，選定洗潔劑效果較佳的樣本為南僑水晶、黃豆粉、鳳梨皮洗潔劑。

2. 實驗濃度選定

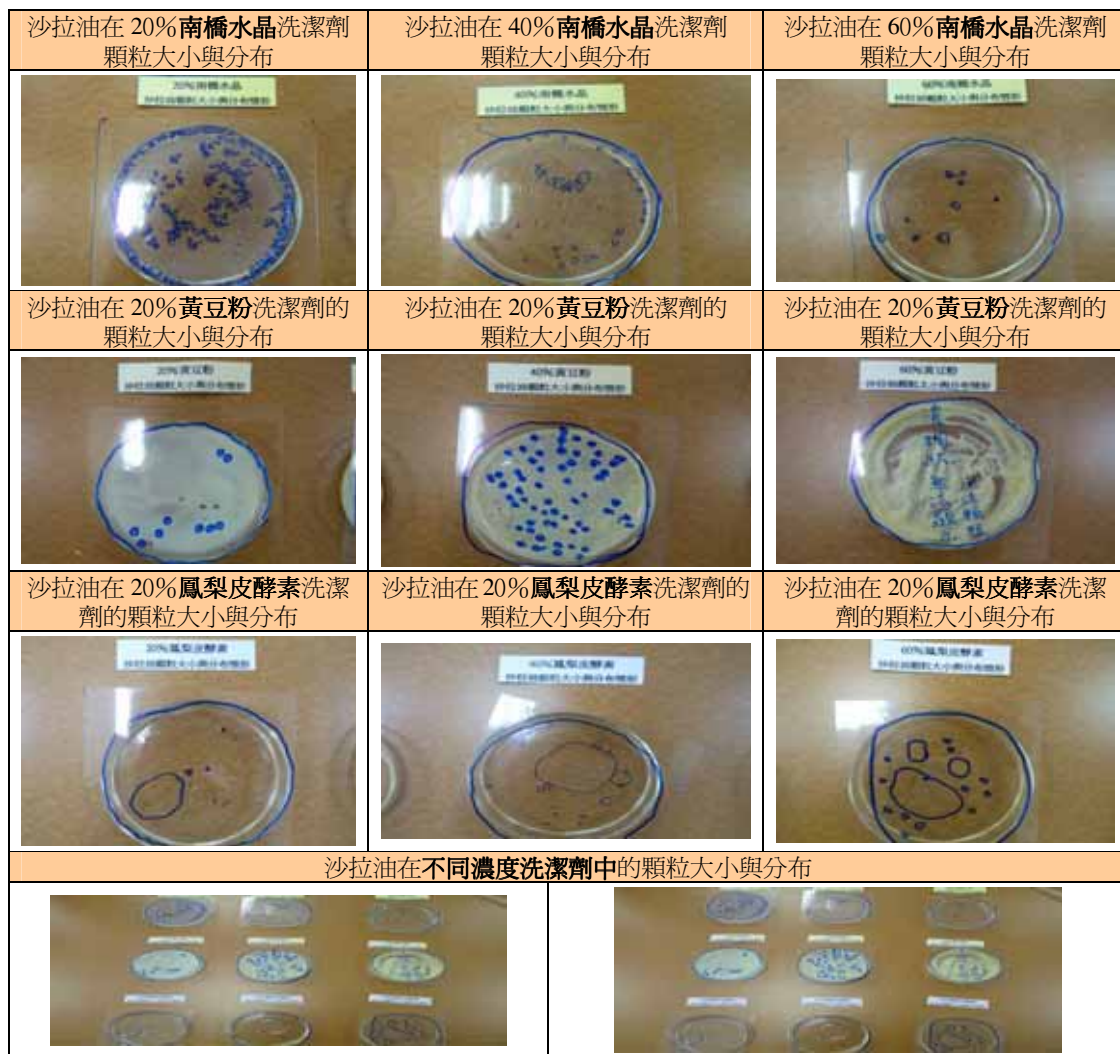
家用清潔時，是否洗潔劑濃度越高，清潔效果越佳？在何種濃度的洗潔劑可以達到最佳去污效果又不至於造成洗潔劑浪費及環境的負擔，是我們相當感興趣的議題，故本項研究進行不同濃度（20%、40%及60%）洗潔劑清潔效果的比較。

(二) 實驗步驟：

1. 調配重量百分濃度20%、40%及60%的南僑水晶、黃豆粉及鳳梨皮洗潔劑。
2. 重複實驗二：比較三大類洗潔劑對「油脂」的去污能力之實驗，檢測並紀錄不同濃度對油脂的去油力。

(三) 研究結果與發現

1. 從結果（表五）、（圖六）可發現20%濃度的南僑水晶顆粒細小且一致，且紅色斑點殘留數少，可知20%濃度的南僑水晶即有不錯的去污效果，40%及60%的南僑水晶的顆粒及紅色斑點並未明顯增加洗潔力；可見使用第一類洗潔劑時並不需要高濃度的用量。
2. 黃豆粉在高濃度時因過於濃稠無法觀測顆粒大小，然在碟子洗淨時因高濃度劑量之故，需增加洗淨之用水量，以顆粒大小觀之，40%的黃豆粉即有不錯的去污力。
3. 鳳梨皮酵素因未加入洗碗精稀釋，故除油效果較差，但濃度上以較高濃度60%之油滴顆粒較多，顯示高濃度的酵素有較佳的清潔效果。

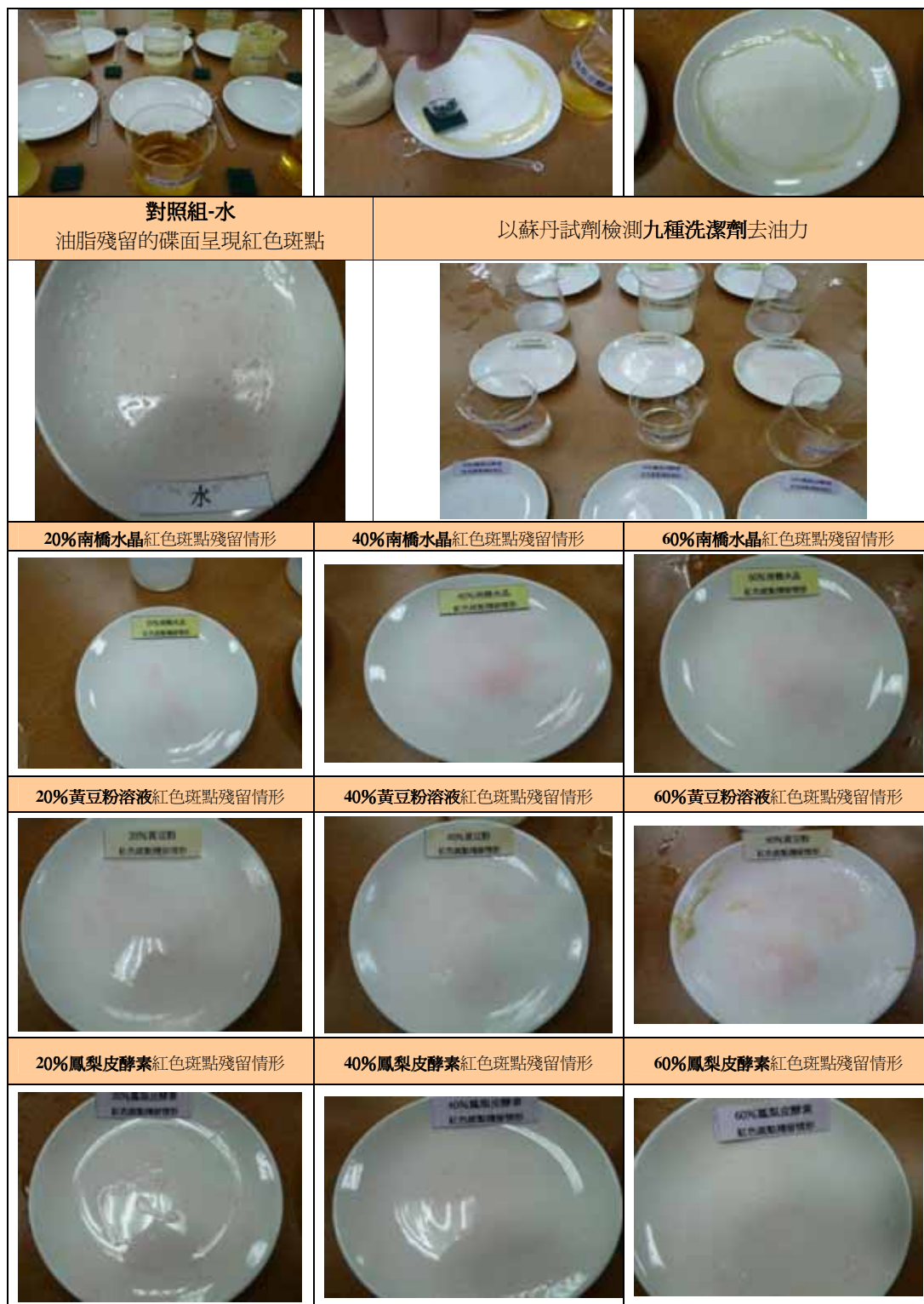


備註：60%的黃豆粉溶液因為過於黏稠，故滴入沙拉油後，可觀察到沙拉油被濃稠的黃豆粉溶液包
覆並融入黃豆粉中，無法明顯觀察油狀的顆粒大小與分布情形。

圖五：沙拉油在不同濃度洗潔劑中顆粒的大小與分布情形

表五：不同濃度洗潔劑對油脂去污力實驗

編號	洗潔劑名稱	沙拉油顆粒大小與分布情形	去油效果排序
1	20%南橋水晶	泡泡細多且密集	1
2	40%南橋水晶	泡泡少	2
3	60%南橋水晶	泡泡最少	3
1	20%黃豆粉	泡泡很少	2
2	40%黃豆粉	泡泡多且細	1
3	60%黃豆粉	太過濃稠，無法清楚觀察泡泡	3
1	20%鳳梨皮酵素	泡泡有大有小，大小不均	3
2	40%鳳梨皮酵素	大小泡泡均有，中間有大泡泡，周圍 圍繞小泡泡。	2
3	60%鳳梨皮酵素	泡泡有大有小，但數量少，分布平均。	1



圖六：以蘇丹試劑檢測九種洗潔劑不同濃度的去油力

表六：以蘇丹四號檢測九種洗潔劑的去油力（重複10次的平均值）

分類	編號	洗潔劑名稱	紅色斑點殘留排名 多→寡 3-1	去污力排名 佳→差 1-3	備註
第一類	1	20%南橋水晶	1	1	紅色斑點殘留相當少，去油力佳。
	2	40%南橋水晶	2	2	
	3	60%南橋水晶	3	3	
第二類	1	20%黃豆粉	3	3	考慮用水量，以40%即有不錯的去污力
	2	40%黃豆粉	1	1	
	3	60%黃豆粉	2	2	
第三類	1	20%鳳梨皮酵素	3	3	
	2	40%鳳梨皮酵素	2	2	
	3	60%鳳梨皮酵素	1	1	

五、比較不同溫度洗潔劑的去污力

（一）挑選溶液樣本及研究濃度

1. 溶液樣本選定

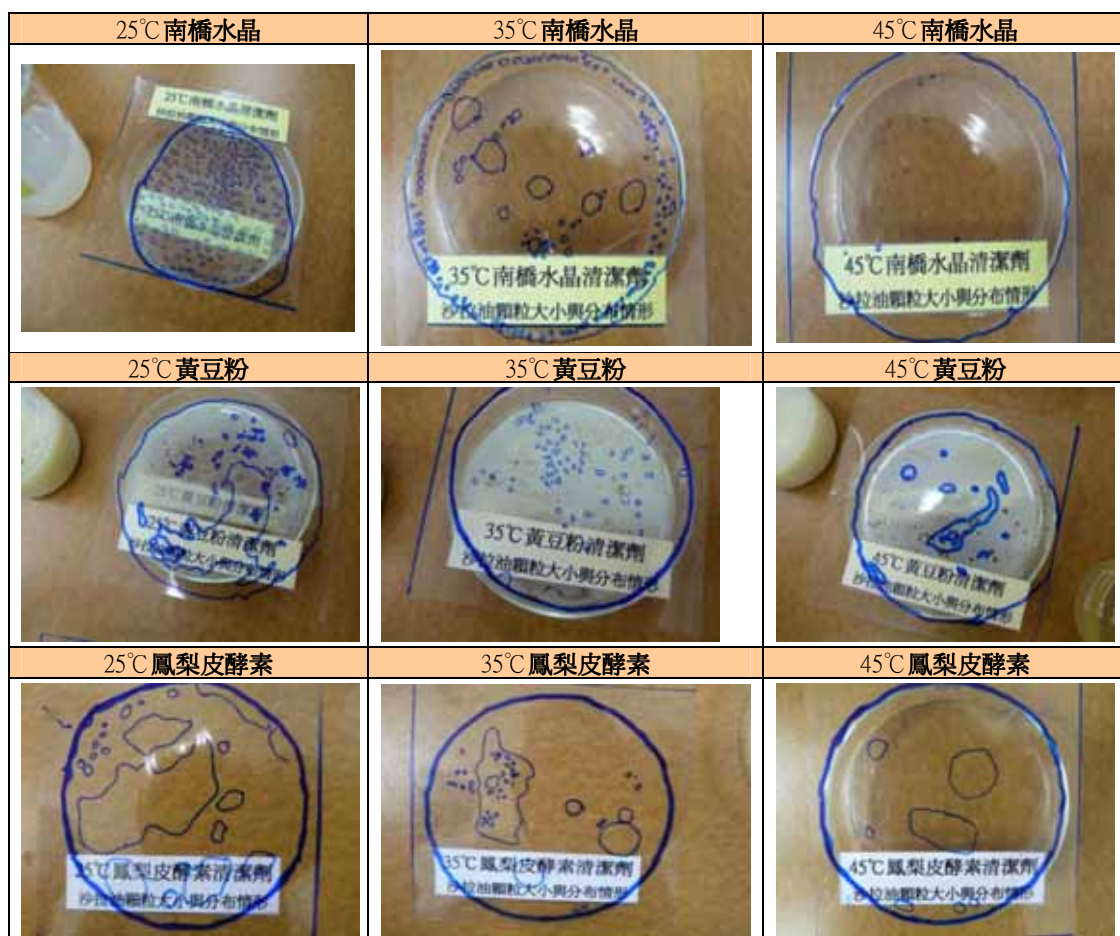
依據實驗二：比較三大類洗潔劑對「油脂」的去污能力、實驗三：比較三大類洗潔劑對「澱粉」的去污能力，選定洗潔劑效果較佳的樣本為南橋水晶、黃豆粉、鳳梨皮洗潔劑。

2. 實驗溫度選定

家用清潔時，常認為熱水可以有效去除油膩，加強清潔的效果，在手可以承受的清潔溫度範圍內，本研究取用常溫（實驗當天之常溫為25℃）、35℃、45℃的洗滌水溫，檢測不同水溫之洗潔劑洗潔效果（濃度均為20%）。

（二）實驗步驟：

1. 在手部可以承受的溫度範圍內，取常溫（實驗當天常溫為25℃）、35℃、45℃的上述三類洗潔劑（濃度均為20%）的南橋水晶、黃豆粉及鳳梨皮酵素洗潔劑。
2. 重複實驗二：比較三大類洗潔劑對「油脂」去油力實驗，檢測並紀錄不同洗滌水溫對油脂的去油力。



備註：60%的黃豆粉溶液因為過於黏稠，故滴入沙拉油後，可觀察到沙拉油被濃稠的黃豆粉溶液包
覆並融入黃豆粉中，無法明顯觀察油狀的顆粒大小與分布情形。

圖七：沙拉油在不同溫度洗潔劑中顆粒的大小與分布情形

表七：不同溫度洗潔劑對油脂去污力實驗

編號	洗潔劑名稱	沙拉油顆粒大小與分布情形	去油效果排序
1	25°C 南橋水晶	顆粒多且密集	1
2	35°C 南橋水晶	顆粒多且沿者周圍分布	2
3	45°C 南橋水晶	顆粒細小但少	3
1	25°C 黃豆粉	顆粒大小差異最大	3
2	35°C 黃豆粉	顆粒大小差異大	2
3	45°C 黃豆粉	顆粒細小	1
1	25°C 鳳梨皮酵素	顆粒有大有小，大小相差大。	3
2	35°C 鳳梨皮酵素	大小顆粒均有，中間有大顆粒，周圍圍繞小顆粒。	2
3	45°C 鳳梨皮酵素	顆粒有大有小，分布平均。	1



圖八：以蘇丹試劑檢測九種洗潔劑不同溫度的去油力

表八：以蘇丹四號檢測不同溫度9種洗潔劑的去油力（重複10次的平均值）

分類	編號	洗潔劑名稱	紅色斑點殘留 多→寡 3-1	去污力排名 佳→差 1-3	備註
第一類	1	25°C 南橋水晶	1	1	紅色斑點殘留相當少，去油力佳。
	2	35°C 南橋水晶	2	2	
	3	45°C 南橋水晶	3	3	
第二類	1	25°C 黃豆粉	3	3	
	2	35°C 黃豆粉	2	2	
	3	45°C 黃豆粉	1	1	
第三類	1	25°C 鳳梨皮酵素	3	3	
	2	35°C 鳳梨皮酵素	2	2	
	3	45°C 鳳梨皮酵素	1	1	

（三）研究結果與發現

1. 從結果（表七）、（表八）可發現南橋水晶在25°C去油效果最好，無需加熱洗滌溶液溫度。
2. 黃豆粉及鳳梨皮酵素則以45°C的洗滌水溫清潔效果明顯優於25°C溫度的清潔效果。

六、檢驗使用後的洗潔劑廢水的酸鹼值及總溶解固體量及變化

◆實驗一：檢測9種洗潔劑使用後廢水的酸鹼值（pH）

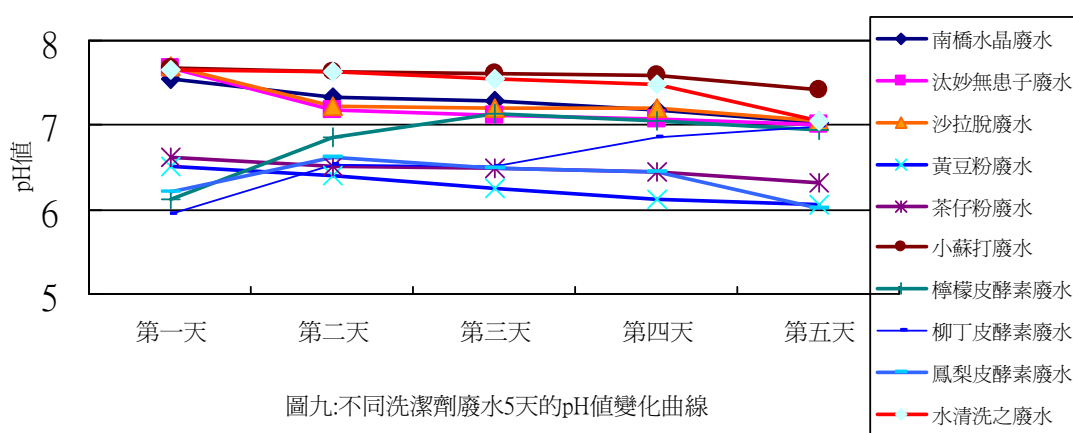
（一）實驗步驟：

1. 取用實驗二以重量百分濃度20%9種洗潔劑第6步驟清洗小碟子後之廢水。
2. 每一天取用適量溶液，以pH檢測儀測量pH值，連續記錄5天，觀察不同洗潔劑所產生之廢水pH值的變化。

表九：9種洗潔劑廢水連續檢測5天pH值的變化

分類	編號	洗潔劑名稱	洗潔劑pH值	洗潔劑廢水	第一天	第二天	第三天	第四天	第五天
第一類	1	南橋水晶	9.86	南橋水晶廢水	7.55	7.33	7.28	7.17	7.02
	2	汰妙無患子	6.66	汰妙無患子廢水	7.67	7.17	7.11	7.07	7.01
	3	沙拉脫	6.78	沙拉脫廢水	7.70	7.22	7.21	7.20	7.05
第二類	4	黃豆粉	6.43	黃豆粉廢水	6.52	6.41	6.25	6.12	6.06
	5	茶仔粉	5.85	茶仔粉廢水	6.62	6.52	6.5	6.44	6.32
	6	小蘇打	7.88	小蘇打廢水	7.68	7.64	7.62	7.59	7.42
第三類	7	檸檬皮酵素	3.18	檸檬皮酵素廢水	6.13	6.85	7.13	7.04	6.94
	8	柳丁皮酵素	3.14	柳丁皮酵素廢水	5.96	6.53	6.51	6.86	6.99
	9	鳳梨皮酵素	3.06	鳳梨皮酵素廢水	6.20	6.61	6.49	6.44	6.01
對照組	10	水	7.83	水清洗之廢水	7.66	7.64	7.54	7.49	7.06

備註：實驗所採用之沙拉油的pH值為6.99，稀釋之水pH值為7.83。



圖九:不同洗潔劑廢水5天的pH值變化曲線

（二）研究結果與發現

1. 由曲線圖發現：原本為鹼性洗潔劑pH逐漸下降轉為中性，原為酸性洗潔劑pH值逐漸上升趨向中性；觀察紀錄5天，pH值變化不大；其中小蘇打粉洗滌後的廢水，仍維持在強鹼，pH值變化不大，強鹼對身體及環境的影響不可不慎。
2. 第三類自製果皮酵素洗潔劑經水沖洗稀釋後，由酸性趨向弱酸及中性（以鳳梨皮酵素為例：pH值由3.06上升至6.20），連續檢測5天廢水發現pH值微幅下降，但仍維持在中性至弱酸性的範圍，變化不大。

◆實驗二：檢測9種洗潔劑使用後廢水的總溶解固體量（TDS）

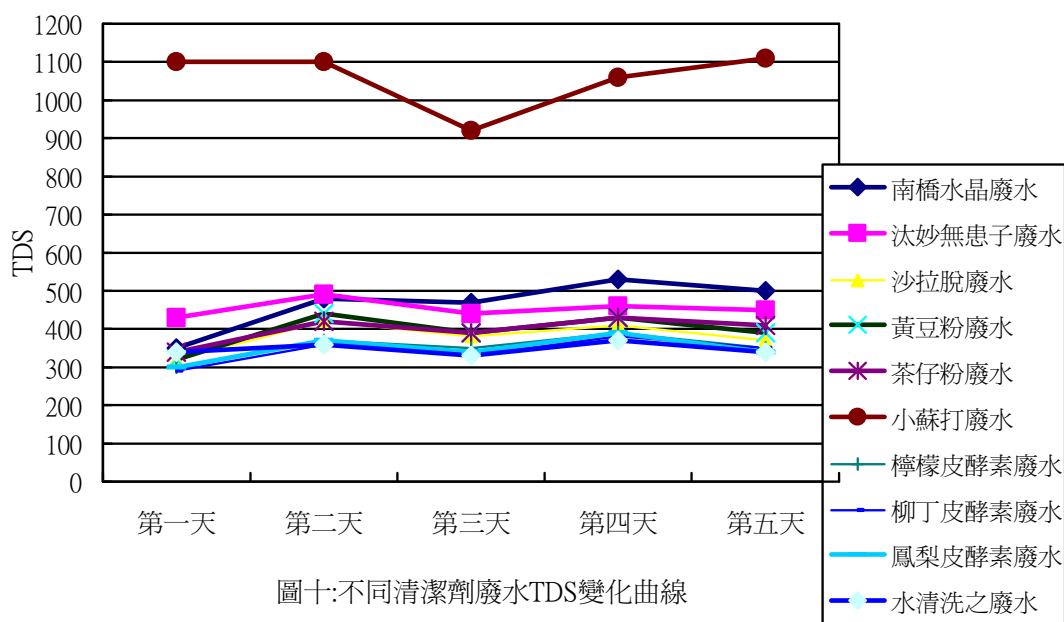
使用總溶解固體量測量筆，測量各種洗潔劑使用後廢水的總溶解固體量，以了解各種洗潔劑對環境水源的污染程度。

（一）實驗步驟：

1. 取用實驗二以重量百分濃度20%9種洗潔劑第6步驟清洗小碟子後之廢水。
2. 每一天取用試量之溶液，以TDS檢測儀測量TDS值，連續記錄5天，觀察不同洗潔劑所產生之廢水其TDS值的變化。

表十：9種洗潔劑廢水連續檢測5天TDS值的變化

分類	編號	洗潔劑廢水	第一天	第二天	第三天	第四天	第五天
第一類	1	南橋水晶廢水	350	480	470	530	500
	2	汰妙無患子廢水	430	490	440	460	450
	3	沙拉脫廢水	320	420	380	410	370
第二類	4	黃豆粉廢水	320	440	390	430	390
	5	茶仔粉廢水	340	420	390	430	410
	6	小蘇打廢水	1100	1100	920	1060	1110
第三類	7	檸檬皮酵素廢水	300	370	350	390	350
	8	柳丁皮酵素廢水	290	360	330	380	350
	9	鳳梨皮酵素廢水	300	370	340	390	340
對照組	10	水清洗之廢水	340	360	330	370	340





(二) 研究結果與發現

1. 以對照組的水清洗廢水觀之，TDS值的雖略有增減卻變化不大，顯示廢水的總溶解固體僅為少許物質；此數值變化與第三類酵素洗潔劑較為相近，故第三類洗潔劑對環境的影響較低。
2. 小蘇打的總溶解固體量最高，數值明顯高於其他洗潔劑。

七、觀察綠豆在上述9種洗潔劑廢水的生長情形

(一) 實驗步驟：

上述10種廢水（含對照組-水）中各加入6顆綠豆，浸泡一天後，取出種植於土壤中，並以實驗之10種廢水澆灌，觀察其發芽數量及成長速度，以了解上述9種洗潔劑廢水對生物及環境的影響。












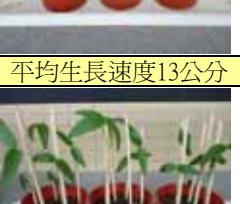

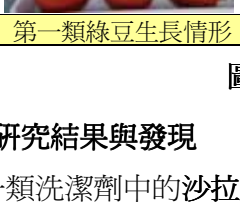
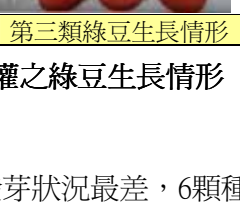
表十一：綠豆在 10 種洗潔劑廢水的發芽數及生長速度

高度單位：公分

分類	編號	洗潔劑名稱	發芽數量	第1棵高度	第2棵高度	第3棵高度	第4棵高度	第5棵高度	第6棵高度	平均生長速度	生長狀況排序
第三類	8	柳丁皮酵素廢水	6	8	11	14	15	16	16	13.3	1
第二類	5	茶仔粉廢水	6	13	13	14	13	13	10	12.7	2
第二類	4	黃豆粉廢水	6	14	12.5	8	8	11	17.5	11.8	3
第三類	7	檸檬皮酵素廢水	6	14.5	5.5	11	9	14	10	10.7	4
第三類	9	鳳梨皮酵素廢水	6	13	3	11	7.5	10	12	9.42	5
對照組	10	水	5	13	2	11	14	15		9.2	6
第二類	6	小蘇打廢水	6	6	5	9	11.5	8	10	8.3	7
第一類	1	南橋水晶廢水	6	13	10	8	9	6	1	7.8	8
第二類	2	汰妙無患子廢水	2	8	1					1.5	9
第二類	3	沙拉脫廢水	1	1						0.2	10

備註：記錄日期：101/4/15(距4/6種植，第10天)；對照組：以水清洗之廢水



	沙拉脫廢水澆灌的綠豆	茶仔粉廢水澆灌的綠豆	柳丁皮廢水澆灌的綠豆	對照組-廢水澆灌的綠豆
種植第2天				
	3顆，最高約0.1公分	6顆，最高約0.5公分	6顆，最高約0.8公分	5顆，最高約0.5公分
種植第4天				
	3顆，約0.2公分	6顆，最高約4公分	6顆，最高約6公分	5顆，最高約3公分
種植第6天				
	第一類綠豆生長情形	第二類綠豆生長情形	第三類綠豆生長情形	對照組-綠豆生長情形
種植第8天				
	僅剩1顆，約0.5公分	6顆，最高約8公分	6顆，約0.8公分	5顆，約0.5公分
種植第10天				
	平均生長速度0.2公分	平均生長速度12公分	平均生長速度13公分	平均生長速度9公分
種植第12天				
	第一類綠豆生長情形	第二類綠豆生長情形	第三類綠豆生長情形	對照組-綠豆生長情形

圖十一：洗潔劑廢水澆灌之綠豆生長情形

(二) 研究結果與發現

1. 第一類洗潔劑中的沙拉脫廢水所澆灌的綠豆發芽狀況最差，6顆種子中僅一顆發芽，且生長速度緩慢，種植後10天僅1公分的生長速度，其他均在泥土中腐爛。
2. 綠豆發芽狀況最好與生長速度最快的為第三類酵素洗潔劑廢水，足證明自製的果皮酵素不但具有洗潔功能，另在稀釋適當比例後更可成為植物的養分來源，對環境與生物的汙染與影響最低。

陸、研究結論

- 一、 本研究所採樣之三大類洗潔劑酸鹼性各不相同，其中以南橋水晶、小蘇打粉洗潔劑為強鹼，前者在去油力及去污力上均有不錯的洗潔效果，然小蘇打單獨使用的效果不佳，使用時仍需搭配洗碗精使用，強調可加強洗碗精的洗滌功能並以減少洗碗精的用量達到環保的訴求。
- 二、 第三類自製果皮環保酵素洗潔劑因發酵之故均呈酸性，對日常生活的各式清潔均有功效，然在洗潔方面仍需與洗碗精稀釋搭配使用，去油及去污的效果才能顯現，單獨使用洗潔的效果不佳。
- 三、 第一類洗潔精在去油及去污效果均較第二、三類成效佳；其中高價位南橋水晶與低價位沙拉脫在去油及去污效果中功效相當，沒有明顯差異；但在綠豆種植實驗中，沙拉脫廢水所澆灌的綠豆發芽數及成長的速度對差，顯示低價位的沙拉脫雖有不錯的洗潔力，但對環境的影響不可不慎。
- 四、 在洗滌濃度上，20%的南橋水晶即有不錯的洗滌效果，使用上無需大量造成浪費，40%的黃豆粉是最基洗滌濃度，濃度過高的黃豆粉將增加清洗水的用量及發酵堵塞水管的疑慮。
- 五、 在洗滌水溫實驗中發現：洗潔力佳的南橋水晶在常溫水中即有不錯的洗潔力，無須加熱水溫；而黃豆粉及鳳梨酵素在提高水溫至45℃後，洗潔力佳。
- 六、 研究採樣之洗潔劑廢水在pH值及TDS數值雖略有升降，然變動不大；在酸鹼質上逐漸趨向中性反應，在TDS值顯示均在300ppm-500ppm中；惟小蘇打值高至1000ppm上下，總溶解固體量值相當高。
- 七、 在清潔劑廢水澆灌的綠豆中，以第三類環保酵素洗潔劑發芽率及成長速度最快，顯示其廢水對環境及生物的影響最小，同時驗證環保酵素洗潔劑在稀釋後可成為生物成長的有機肥料。

柒、參考資料

- 一、 國民小學自然與生活科技第六冊/南一版/第二單元-水溶液的性質
- 二、 江易璇等（2004）/油污SAY DOODBYE/中華民國第43屆中小學科學展覽作品/國立台灣科學教育館。<http://science.ntsec.edu.tw/>
- 三、 鮑冠霖等（2006）/老祖母的清潔法寶-無患子/中華民國第45屆中小學科學展覽作品/國立台灣科學教育館。<http://science.ntsec.edu.tw/>
- 四、 溫斯閩等（2007）/環保、省水小尖兵/中華民國第46屆中小學科學展覽作品/國立台灣科學教育館。<http://science.ntsec.edu.tw/>
- 五、 陳秋宏等（2007）/粉不簡單-探究苦茶粉之妙用/中華民國第46屆中小學科學展覽作品/國立台灣科學教育館。<http://science.ntsec.edu.tw/>

【評語】 080202

第三類洗潔劑的研究有延伸發展的空間，可以再深入探討。