

中華民國第 60 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

082932

研洗攻略～探討果皮酵素的洗淨力

學校名稱：嘉義市西區志航國民小學

作者：	指導老師：
小五 余定穎	鄭淑文
小五 林怡廷	林好芳
小五 尤睿羿	
小五 葉子維	
小五 潘楷諾	
小五 許宥霆	

關鍵詞：果皮酵素、地板清潔、水皂垢去除

摘 要

本研究經由製作果皮酵素的過程與洗淨力實驗，試著找出兼具成本低廉、洗淨力優、香氣怡人等優點的果皮酵素，有以下發現：

一、 攻略一、二：

1. 改用糖蜜、黃糖及白糖亦能成功製作果皮酵素，效果不比黑糖粉差，且能**降低成本**，尤以**糖蜜為佳**。
2. **果皮成本**：西施柚〈柳丁〈鳳梨〈混合〈檸檬〈橘子〈紅龍果
3. **糖類成本**：糖蜜〈白糖〈黃糖〈黑糖粉

二、 攻略三、四：

1. 兼具成本低廉、洗淨力優、香氣怡人三項優點的水果前三名：**鳳梨、柳丁、西施柚**
2. **洗淨力**前三名：**柳丁、鳳梨、檸檬**
3. **香味**前三名：**鳳梨、檸檬、橘子**

三、 攻略五：

果皮酵素製作，柑橘類水果以**柳丁**果皮製作的酵素洗淨力最佳，在校園清潔磨石子地板、清除水皂垢或廁所環境維持，效果良好，值得推廣。

壹、研究動機

三年級時學校來了意外的外國訪客，學校讓我們以英文簡介果皮酵素製作過程，準備過程發現學校老師及小朋友蒐集午餐的果皮，製作環保果皮酵素，本以為天天使用的酵素清潔劑是免費，卻在簡介的準備過程中發現原來製作果皮酵素，不單單是果皮就夠了，還要準備黑糖粉、水、罐子及其他使用器材，因此引發我們研究果皮酵素的興趣，三年級時我們先依據水果產季製作23罐果皮酵素，想了解製作果皮酵素的成本，四年級時我們想找出果皮酵素中，兼具成本低廉、洗淨力優、香氣怡人等優點的水果果皮，現在五年級了，進一步想了解果皮酵素在校園清潔磨石子地板、清除洗手台上的水皂垢或廁所環境維持上有什麼幫助？也了解果皮酵素的清潔效果與市售清潔劑有何差別？

貳、研究目的

- 一、 了解製作果皮酵素所需的成本
- 二、 找出果皮酵素中，兼具成本低廉、洗淨力優、香氣怡人三項優點的水果果皮前三名
- 三、 在校園清潔磨石子地板、清除洗台水皂垢及打掃廁所環境時，了解果皮酵素的洗淨力並觀察果皮酵素與市售清潔劑有何差別

參、研究設備及器材

項	重量測量	液體測量	製作果皮酵素	過濾用	地板清潔	其他
設備及器材	電子秤 大壓克力盒 小壓克力盒	量匙2ml 量匙1g 量筒20ml 大滴管 中滴管 小滴管 燒杯250ml 燒杯50ml	6L礦泉水瓶 逆滲透水 黑糖粉 糖蜜 黃糖 白糖 西施柚果皮 檸檬果皮 鳳梨果皮 紅龍果果皮 橘子果皮 柳丁果皮 西施柚落果	濾網 漏斗 紗網	電動牙刷 化妝棉 棉花 醋 檸檬酸 小蘇打粉 自來水 中性洗碗精 化學清潔劑 (潔霜S浴 廁清潔劑)	紙 筆 尺 雞蛋 電腦 試算表excel 號碼標籤 寶特瓶 鑷子 白板格線膠 帶 奇異筆

肆、研究過程或方法

研洗攻略一：蒐集資料

蒐集製作果皮酵素的方法發現，環保酵素（Garbage Enzyme），由泰國的樂素昆博士（Dr Rosukon）歷經30餘年研究而產出。由於製作過程簡單、製作材料隨手可得、節省金錢、用途廣泛、減少垃圾量，還對環保有著很大的作用，使家庭主婦更樂於參與其中。本研究蒐集網路資料，網頁均載明方法源自樂素昆博士研究，故以

https://i-ezm.blogspot.com/p/blog-page_74.html 網站所載資料較詳盡，製作果皮酵素的方法歸納如下：

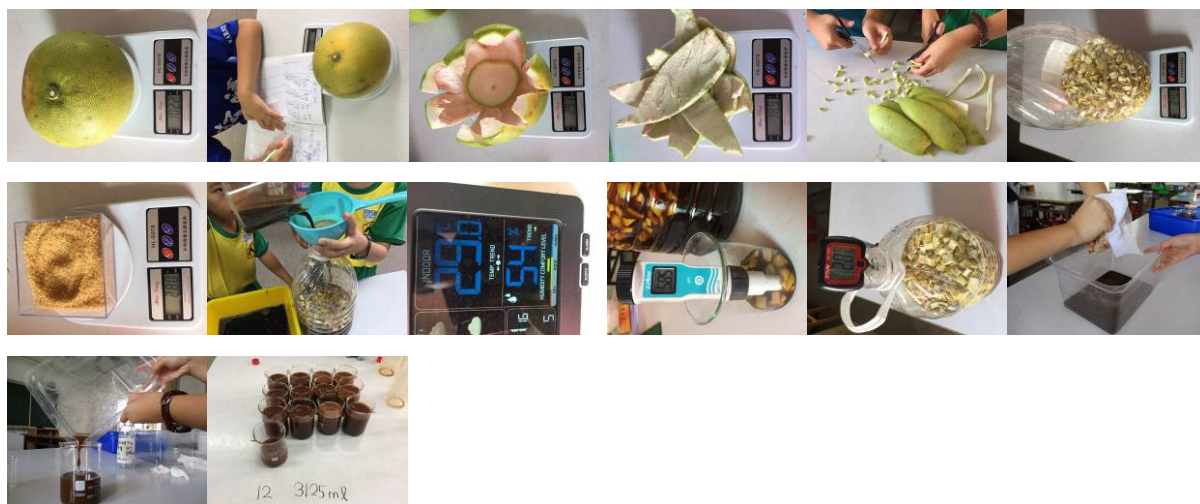
1. 製作材料：糖（多以黑糖）、果皮（多為柑橘類水果）、水（多以自來水）

2. 製作**比例**：一份黑糖、三份果皮、十份水（以公斤或容量來計算），即「**黑糖：果皮：水**」**比例 = 1：3：10**
3. 製作**時間**：三個月（**第一個月須每天開蓋洩氣**，把浮在液面上的果皮按下去或開蓋攪拌，使它浸泡在液體中，第二個月起，即可將瓶蓋（上蓋）鎖緊存放。**發酵6個月或以上的酵素最好**，發酵期越久，分子越小，滲透力越強，**穩定性越高，效果越好**。
4. 製作**器皿**：可密封或**有開蓋口的塑膠瓶**、塑膠桶（發酵時產生的氣很強，避免選用玻璃或金屬等無法膨脹的容器，以避免瓶子被撐破，產生爆破危險）
5. 製作**大小**：**果皮切片，切得越小，越有助於分解**，環保酵素無保存期限，發酵越久，分子越小，穩定性越高，效果越好。
6. 製作**環境**：放在**空氣流通和陰涼處**，避免陽光直照，發酵3個月後即可使用。
7. 製作成功果皮酵素判斷方法：
 1. **液面**：在**表層呈現白色**，表示製作得很成功味。
 2. **液體**：酵素是時間的成品，成功的酵素液**呈棕黃色**，聞起來會**有橘子般的刺激氣**，如果酵素液呈現黑色，表示**腐敗不成功**，聞起來**有臭水溝的惡臭**。
 3. **酸鹼值**：成功的酵素液**pH值<4**
8. 注意事項：
 - a、製作果皮酵素的**容器須保有20%的發酵空間**。
 - b、在容器上標示製作日期，酵素原料分解和發酵需要歷時3個月，耐心讓整個過程完整進行。如果一時無法收集足夠份量的新鮮果皮，可陸續加入，從最後一次加入當天算起3個月的期限。
 - c、切勿放置冰箱，低溫會降低酵素的活性。
 - d、如果酵素液呈現黑色，表示腐敗不成功，需加入黑糖，再繼續發酵3個月。
 - e、如果發現蟲或蒼蠅卵，需把蓋子封密，讓蟲卵失去與空氣接觸的機會而自行分解，從而加強酵素的蛋白質。
 - f、如果在表層呈現白色，表示製作得很成功，這層白色的膜可直接擦在皮膚上當作護膚保養品。

研洗攻略二：製作並記錄果皮酵素製作情形

本研究**依產季**，**製作23瓶果皮酵素**，果皮種類有檸檬、西施柚、紅龍果、鳳梨、橘子及柳丁等，糖種類有黑糖粉、糖蜜、黃糖及白糖，採用逆滲透飲用水，避免自來水中的微生物或雜質破壞果皮酵素製作，本研究使用之容器為6L礦泉水瓶，因製作果皮酵素的容器須保有20%的發酵空間（6000mlx20%=1200ml），瓶內的酵素材料不可超過4800ml（6000-1200=4800），與老師討論後，我們依「糖：果皮：水」比例 = 1：3：10製作，選擇一份是280（使用重量或容量單位：公克或毫升），即使用黑糖粉，則秤重280公克，使用糖蜜液體，則量取280ml，故本研究中每瓶果皮酵素的『糖：果皮：水』= 280：840：2800，果皮酵素製作狀況如下表：

瓶號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
果皮	檸檬皮肉	檸檬皮肉	西施柚落果切丁	西施柚落果切丁	鳳梨皮肉	鳳梨皮	鳳梨皮	紅龍果皮	檸檬皮	檸檬皮	西施柚皮	西施柚皮
重量 g	420	840	840	840	840	840	840	840	840	840	840	840
糖種	黑糖蜜	黑糖粉	黑糖蜜	黑糖粉	黑糖粉	黑糖粉	黑糖蜜	黑糖粉	黑糖蜜	黑糖粉	黑糖粉	黑糖蜜
重量 g	140	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280
水	逆滲透	逆滲透	逆滲透	逆滲透	逆滲透	逆滲透	逆滲透	逆滲透	逆滲透	逆滲透	逆滲透	逆滲透
用量 ml	1400	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800
瓶號	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
果皮	西施柚皮	橘子皮	橘子皮	西施柚皮	檸檬皮	混合	橘子皮	柳丁皮	柳丁皮	混合	柳丁皮	
重量 g	840	840	840	840	840	840	840	840	840	840	840	
糖種	黃糖	黑糖粉	黑糖蜜	白糖	黃糖	黑糖粉	黃糖	黑糖蜜	黑糖粉	黑糖蜜	白糖	
重量 g	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	
水	逆滲透	逆滲透	逆滲透	逆滲透	逆滲透	逆滲透	逆滲透	逆滲透	逆滲透	逆滲透	逆滲透	
用量 ml	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	



研洗攻略三：計算本研究果皮酵素的製作成本

步驟1：統計並平均不同水果果皮成本

步驟2：查詢並計算製作過程有關器材、糖、水、人力及時間等支出成本

步驟3：成員先討論保留哪些與本實驗研究較相關的支出成本，再以不同省錢策略討論製作成本是否優於市售清潔劑

研洗攻略四：以自製果皮酵素清潔校園磨石子地板

項	實驗一	實驗二	實驗三
實驗名稱 / 實驗組及對照組	觀察果皮酵素以電動牙刷刷洗地板的清潔狀況	觀察果皮酵素以液體靜置地板的清潔狀況	觀察果皮酵素以模擬拖地板的清潔狀況
實驗組1	2ml酵素原汁	2ml酵素原汁	2ml酵素原汁
對照組1-1	不沾任何物品，空轉	2ml醋液原液	2ml醋液原液
對照組1-2	2ml自來水	2ml小蘇打水	2ml小蘇打水
對照組1-3		2ml洗碗精	2ml洗碗精
對照組1-4		2ml檸檬酸液	2ml檸檬酸液
實驗組2	2ml自製果皮酵素清潔劑	2ml自製果皮酵素清潔劑	2ml自製果皮酵素清潔劑
對照組2-1	不沾任何物品，空轉	2ml醋液清潔劑	2ml醋液清潔劑
對照組2-2	2ml洗碗精清潔劑	2ml小蘇打水清潔劑	2ml小蘇打水清潔劑
對照組2-3		2ml洗碗精清潔劑	2ml洗碗精清潔劑
對照組2-4		2ml檸檬酸清潔劑	2ml檸檬酸清潔劑
實驗時間	運轉電動牙刷2分鐘	靜置時間2分鐘、10分鐘及20分鐘	棉片來回模擬拖地板動作2分鐘
稀釋比例	1 : 5	1 : 5	1 : 5
備註	本研究使用之清潔劑，果皮酵素、醋液、小蘇打水及檸檬酸與中性洗碗精和自來水的比例為1 : 1 : 5，果皮酵素為實驗組，編號1-23，其餘為對照組，編號依序醋液24、小蘇打水25、洗碗精26、檸檬酸27		

將實驗組與對照組綜合分析比較，歸納整理出果皮酵素中，兼具成本低廉、地板清潔力優、香氣怡人的水果果皮前三名，清潔力優劣的實驗結果做為後續水垢皂垢清除實驗的參考依據。

研洗攻略五：以自製果皮酵素清潔校園洗手台及不鏽鋼水槽

步驟 1：以醋蛋實驗為對照組，進行果皮酵素的水煮蛋蛋殼軟化實驗，確認果皮酵素的酸性能軟化水垢皂垢成份中的碳酸鈣。

步驟 2：進行校園洗手台及不鏽鋼水槽等地點之水垢皂垢的去除實驗，觀察並記錄果皮酵素的清潔效果，找出果皮酵素中效果最佳的水果，並討論實驗中果皮酵素清潔效果與市售清潔劑有何差別

伍、研究結果與討論

研洗攻略一、二：記錄果皮酵素製作情形及發現

- (一) 由圖1，本研究1-23瓶果皮酵素，三個月後，除第1瓶，2-23瓶果皮酵素pH值 <4 ，與查詢資料相符，且6個月及12個月的pH值穩定維持在4以下。
- (二) 本研究1-23瓶果皮酵素發酵第一週較明顯，氣體較多。
- (三) 本研究1-23瓶果皮酵素發酵期間，瓶內溫度與室溫差異約0.6至1度。
- (四) 本研究1-23瓶果皮酵素，表層呈現白色，與查詢資料相符。
- (五) 本研究1-23瓶果皮酵素製作發現，糖類不一定只能用黑糖粉，改用糖蜜、黃糖及白糖亦能成功製作果皮酵素，且效果不比黑糖粉差。

本研究果皮酵素的製作環境及酸鹼值彙整如下：

瓶號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
室內溫度平均值	31.4	31.4	31.4	31.4	31.4	29.8	29.8	30.1	31	31	28.8	28.4
室內溼度平均值	67.6	67.6	67.6	67.6	67.6	74.7	74.7	72.5	62.1	62.1	64.1	64.7
三個月後pH值	4.02	3.1	3.48	3.29	3.21	3.17	3.55	3.55	3.62	3.33	3.53	3.66
六個月後pH值	4.11	3.31	3.67	3.49	3.40	3.34	3.77	3.70	3.69	3.39	3.50	3.68
一年後pH值	4.24	3.66	3.8	3.55	3.5	3.38	3.84	3.81	3.74	3.44	3.55	3.72
果皮	檸檬皮肉	檸檬皮肉	西施柚落果切丁	西施柚落果切丁	鳳梨皮肉	鳳梨皮	鳳梨皮	紅龍果皮	檸檬皮	檸檬皮	西施柚皮	西施柚皮
糖種	黑糖蜜	黑糖粉	黑糖蜜	黑糖粉	黑糖粉	黑糖粉	黑糖蜜	黑糖粉	黑糖蜜	黑糖粉	黑糖粉	黑糖蜜
瓶號	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
室內溫度平均值	28.3	27.4	27.4	27.4	27.3	27.3	27.3	26.9	26.9	26	26	
室內溼度平均值	62.7	61.6	61.6	61.6	61.2	61.2	61.3	61.4	61.4	58.7	58.7	
三個月後pH值	3.43	3.52	3.7	3.51	3.47	3.36	3.24	3.65	3.31	3.66	3.35	
六個月後pH值	3.41	3.47	3.70	3.50	3.47	3.36	3.22	3.65	3.29	3.64	3.31	
一年後pH值	3.47	3.56	3.18	3.31	3.51	3.44	3.3	3.73	3.38	3.72	3.34	
果皮	西施柚皮	橘子皮	橘子皮	西施柚皮	檸檬皮	混合	橘子皮	柳丁皮	柳丁皮	混合	柳丁皮	
糖種	黃糖	黑糖粉	黑糖蜜	白糖	黃糖	黑糖粉	黃糖	黑糖蜜	黑糖粉	黑糖蜜	白糖	

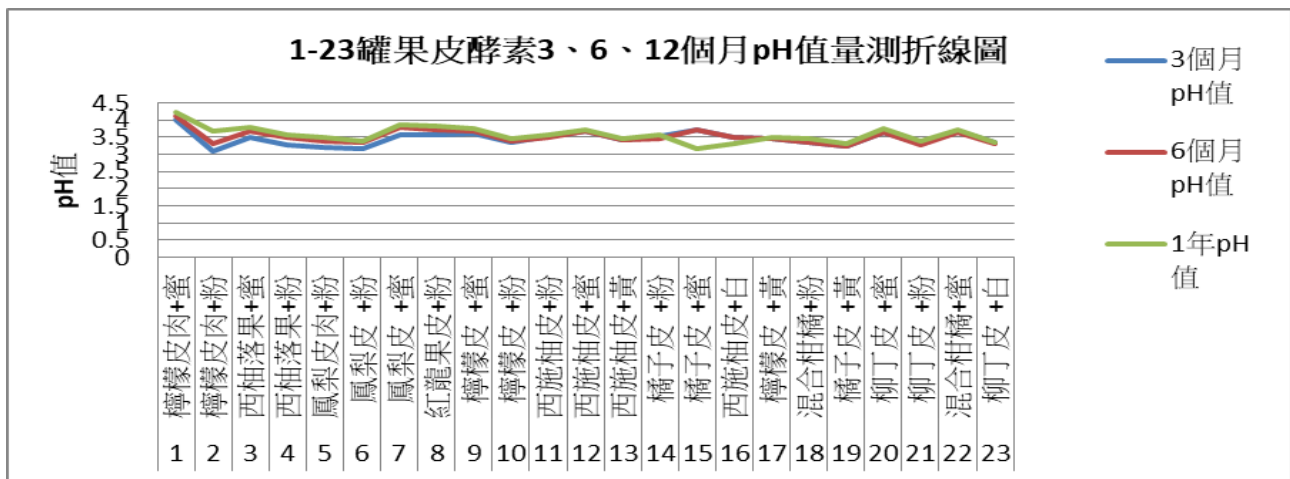


圖1：本研究1-23罐果皮酵素3、6、12個月pH值量測折線圖

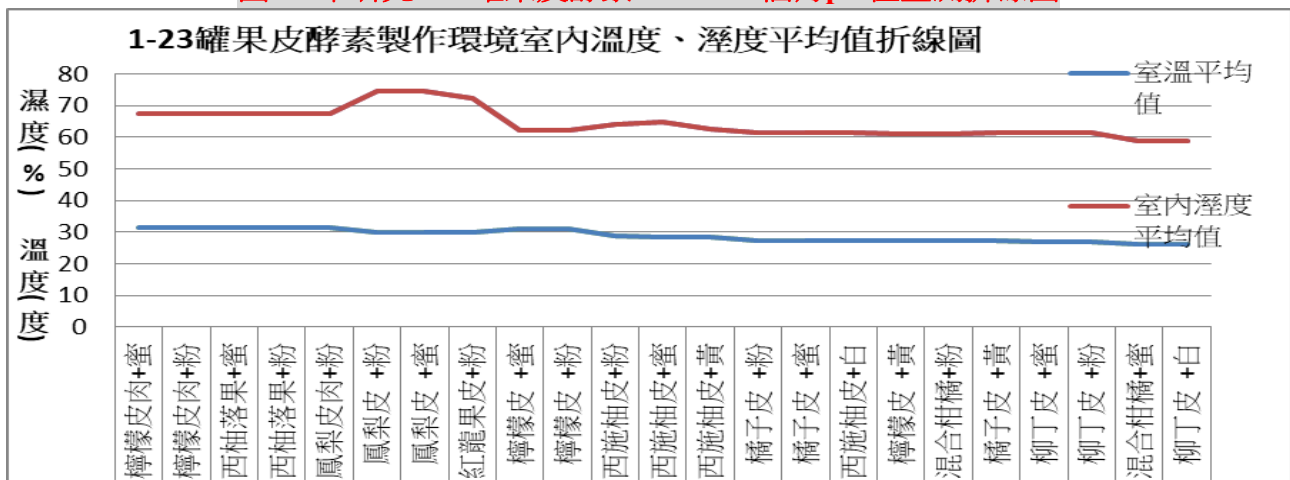


圖2：本研究1-23罐果皮酵素製作環境室內溫度、溼度平均值折線圖

研洗攻略三：計算本研究果皮酵素的製作成本及發現

- 甲、 果皮成本：因水果易受氣候影響，產生價格波動，故以農產品批發市場交易行情站公告之平均價格為計算基準
- a、 **檸檬**：1公斤約27.5元，即1公克0.0275元，**本研究**使用114顆檸檬，每顆平均重量142.5公克，每顆檸檬果皮平均33.1克，果皮約佔1顆檸檬的23.23%，亦即蒐集840公克的檸檬果皮需要購置25.38顆檸檬（840/33.1≈25.38），**每瓶**檸檬酵素須購置檸檬的金額為99.45元，其中檸檬**純果皮成本約23.1元**（皮肉成本則約99.45元）
- b、 **西施柚落果**：為學校美勞老師捐獻，成本0元，因無平均價格可討論，且市面亦無販售或取得管道，故本研究雖製作果皮酵素實驗，但不討論。
- c、 **西施柚**：1公斤約14.3元，即1公克0.0143元，**本研究**使用35顆西施柚，每顆平均重量925.9公克，每顆西施柚綠色果皮平均122.3克，綠色果皮約佔1顆西施柚的13.21%，亦即蒐集840公克的西施柚綠色果皮需要購置6.87顆西施柚（840/122.3≈6.87），**每瓶**西施柚酵素須購置西施柚的金額為90.94元，其中西施柚**純綠色果皮成本約12.01元**
- d、 **紅龍果**：1公斤約56元，即1公克0.056元，**本研究**使用12顆紅龍果，每顆平均重量493.7公克，每顆果皮平均92.7克，果皮約佔1顆紅龍果的18.78%，亦即蒐集840公克的紅龍果果皮需要購置9.06顆紅龍果（840/92.7≈9.06），**每瓶**紅龍果酵素須購置紅龍果的金額為250.52元，其中紅龍果**純果皮成本約47.04元**

- e、**鳳梨**：1公斤約23.4元，即1公克0.0234元，**本研究**使用2顆鳳梨，每顆平均重量2085.5公克，每顆果皮平均511.5克，果皮約佔1顆鳳梨的24.53%，亦即蒐集840公克的鳳梨果皮需要購置1.64顆鳳梨（ $840/511.5 \approx 1.64$ ），**每瓶**鳳梨酵素須購置鳳梨的金額為80.14元，其中鳳梨**純果皮成本約19.66元**（皮肉成本約68.92元）
- f、**橘子**：1公斤約33.2元，即1公克0.0332元，**本研究**使用86顆橘子，每顆平均重量147.4公克，每顆果皮平均25.9克，果皮約佔1顆橘子的17.57%，亦即蒐集840公克的橘子果皮需要購置32.43顆橘子（ $840/25.9 \approx 32.43$ ），**每瓶**橘子酵素須購置橘子的金額為158.71元，其中橘子**純果皮成本約27.89元**。
- g、**柳丁**：1公斤約22.7元，即1公克0.0227元，**本研究**使用167顆柳丁，每顆平均重量107.6公克，每顆果皮平均19.1克，果皮約佔1顆柳丁的17.75%，亦即蒐集840公克的柳丁果皮需要購置43.98顆柳丁（ $840/19.1 \approx 43.98$ ），**每瓶**柳丁酵素須購置柳丁的金額為107.42元，其中柳丁**純果皮成本約19.07元**
- h、**混合**：因家中製作果皮酵素的果皮來源為混合狀況，故本研究製作2瓶混合果皮酵素，觀察市售清潔劑多加入柑橘類配方，故本研究混合組採用柑橘類水果，即檸檬：西施柚：橘子：柳丁=1：1：1：1=210：210：210：210，成本為（ $23.1+12.01+27.89+19.07$ ） $\div 4 \approx 20.52$ ，**每瓶柑橘類混合果皮酵素之果皮成本約20.52元**

i、**本研究發現不同水果與果皮之間的成本計算方式彙整如下表**

水果	檸檬	西施柚	紅龍果	鳳梨	橘子	柳丁	混合
A 本研究使用	114 顆	35 顆	12 顆	2 顆	86 顆	167 顆	
B 每公斤均價	27.5 元	14.3 元	56 元	23.4 元	33.2 元	22.7 元	
C 每公克均價 (B \div 1000)	0.0275 元	0.0143 元	0.056 元	0.0234 元	0.0332 元	0.0227 元	
D 每斤均價 (B \times 0.6)	16.5 元	8.58 元	33.6 元	14.04 元	19.92 元	13.62 元	
E 果實 1 顆	142.5 克	925.9 克	493.7 克	2085.5 克	147.4 克	107.6 克	
F 果皮 1 顆	33.1 克	122.3 克	92.7 克	511.5 克	25.9 克	19.1 克	
G 果皮佔比 (F \div E \times 100%)	23.23%	13.21%	18.78%	24.53%	17.57%	17.75%	
H 果實數量 (840 \div E)	25.38 顆	6.87 顆	9.06 顆	1.64 顆	32.43 顆	43.98 顆	
I 購置金額 (E \times C \times H)	99.45 元	90.94 元	250.52 元	80.14 元	158.71 元	107.42 元	114.13 元
果皮+果肉	99.45 元			68.92 元			
J 成本計算 1 (F \times C \times H)	23.10 元	12.01 元	47.04 元	19.66 元	27.89 元	19.07 元	20.52 元
K 成本計算 2 (I \times G)	23.10 元	12.01 元	47.04 元	19.66 元	27.89 元	19.07 元	20.52 元

乙、**器材**成本：瓶子**7元**（露天拍賣）

丙、**水**的成本：以台灣自來水公司網站第一階段一度水7.35元計算，本研究使用2800ml，**成本0.02元**

丁、**人力**成本：以政府基本工資時薪規範每小時150元計算（每分鐘2.5元），果皮酵素第一個月每天開蓋攪拌2分鐘，亦即人力工時為2分鐘 \times 30天=60分鐘=1小時，故**每瓶製作成本150元**。

戊、 **時間成本**：果皮酵素第二-三月為靜置期，時間等待亦是成本，計算本研究剪果皮的時間成本，本研究果皮配合6L寶特瓶瓶口大小，以剪刀將果皮剪成面積大小在長X寬為2cmx2cm以內的果皮大小，剪840公克的果皮約為一個午休時間50分鐘（12：40-13：30），即**每瓶製作成本125元**（50分鐘X2.5元=125元）

己、 **糖**的成本：以台糖健康易購網及台糖砂糖事業部公告之價格表為計算基準

a、 黑糖粉：20公斤1600元，即1公斤80元，本研究使用280公克，成本22.4元

b、 黑糖蜜：25公斤450元，即1公斤18元，本研究使用280公克，成本5.04元（**非食用級糖蜜**）

c、 黃糖（二砂）：25公斤575元，即1公斤23元，本研究使用280公克，成本6.44元

d、 白糖（特砂）：25公斤500元，即1公斤20元，本研究使用280公克，成本5.6元

庚、 **因身為地球一份子，應有為環保進一份心力的責任，本研究討論不計入人力成本與時間成本。**

本研究果皮酵素的製作成本彙整如下：

編號	果皮種類	糖種類	果皮成本	水成本	糖成本	瓶罐成本	小計1 回收成本	小計2 材料成本	小計3 總成本
			A	B	C	D	0-A	B+C+D	A+B+C+D
1	檸檬皮肉	糖蜜	49.73	0.02	5.04	7	-49.73	12.06	61.79
2	檸檬皮肉	黑糖粉	99.45	0.02	22.4	7	-99.45	29.42	128.87
3	西施柚落果	糖蜜	0	0.02	5.04	7	0	12.06	12.06
4	西施柚落果	黑糖粉	0	0.02	22.4	7	0	29.42	29.42
5	鳳梨皮肉	黑糖粉	68.92	0.02	22.4	7	-68.92	29.42	98.34
6	鳳梨皮	黑糖粉	19.66	0.02	22.4	7	-19.66	29.42	49.08
7	鳳梨皮	糖蜜	19.66	0.02	5.04	7	-19.66	12.06	31.72
8	紅龍果皮	黑糖粉	47.04	0.02	22.4	7	-47.04	29.42	76.46
9	檸檬皮	糖蜜	23.1	0.02	5.04	7	-23.1	12.06	35.16
10	檸檬皮	黑糖粉	23.1	0.02	22.4	7	-23.1	29.42	52.52
11	西施柚皮	黑糖粉	12.01	0.02	22.4	7	-12.01	29.42	41.43
12	西施柚皮	糖蜜	12.01	0.02	5.04	7	-12.01	12.06	24.07
13	西施柚皮	黃糖	12.01	0.02	6.44	7	-12.01	13.46	25.47
14	橘子皮	黑糖粉	27.89	0.02	22.4	7	-27.89	29.42	57.31
15	橘子皮	糖蜜	27.89	0.02	5.04	7	-27.89	12.06	39.95
16	西施柚皮	白糖	12.01	0.02	5.6	7	-12.01	12.62	24.63
17	檸檬皮	黃糖	23.1	0.02	6.44	7	-23.1	13.46	36.56
18	混合	黑糖粉	20.52	0.02	22.4	7	-20.52	29.42	49.94
19	橘子皮	黃糖	27.88	0.02	6.44	7	-27.89	13.46	41.34
20	柳丁皮	糖蜜	19.07	0.02	5.04	7	-19.07	12.06	31.13
21	柳丁皮	黑糖粉	19.07	0.02	22.4	7	-19.07	29.42	48.49
22	混合	糖蜜	20.52	0.02	5.04	7	-20.52	12.06	32.58
23	柳丁皮	白糖	19.07	0.02	5.6	7	-19.07	12.62	31.69

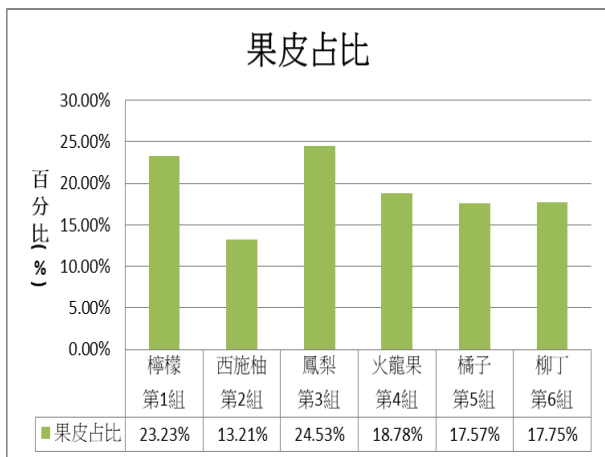


圖3：本研究六種水果果皮占比百分比長條圖

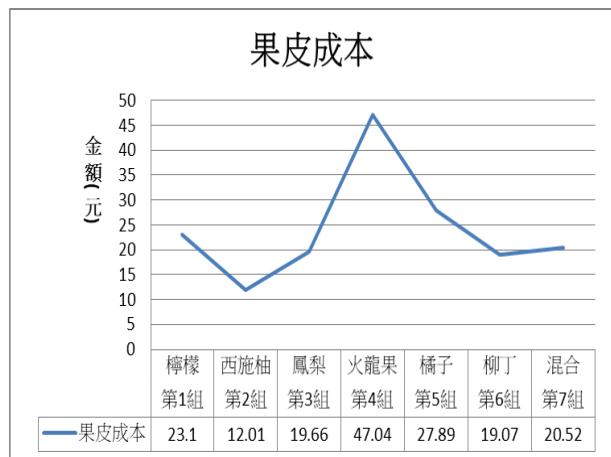


圖4：本研究七組水果果皮成本折線圖

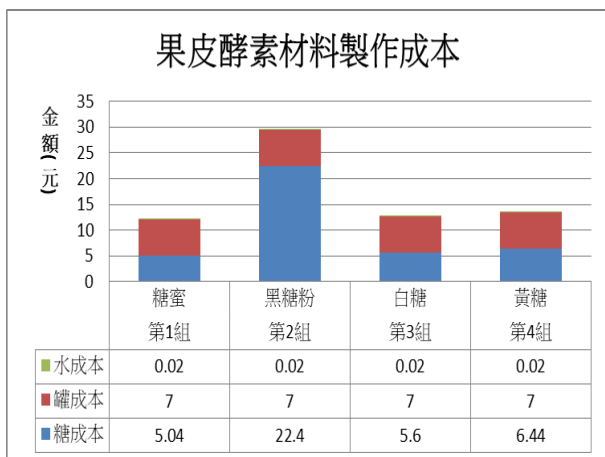


圖5：本研究果皮酵素材料製作成本長條圖

1. 由圖3可看出鳳梨果皮占比最高，蒐集最快速。
2. 由圖4可看出果皮成本，西施柚成本最低，紅龍果成本最高。
3. 由圖5可看出，黑糖粉組的材料成本最高，糖蜜組的材料成本最低，如果使用不同糖類可成功製作果皮酵素，使用糖蜜將會節省最多的製作成本。

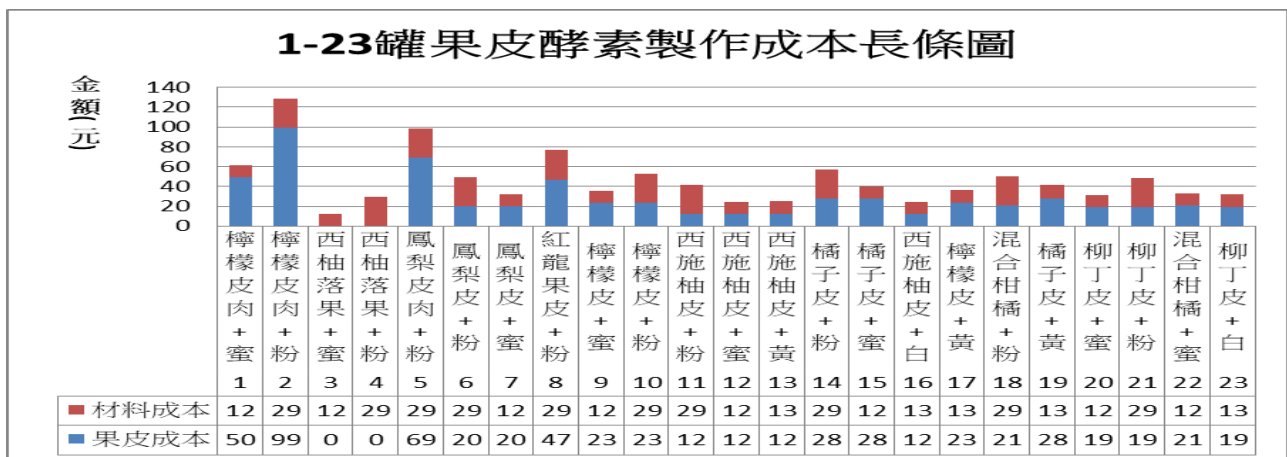


圖6：本研究果皮酵素材料製作成本長條圖

由圖6、觀察本研究計算出來的1-23罐果皮酵素，每罐製作金額介於12元~128元，均低於市售3L地板清潔劑（查詢網路momo購物網約152元至210元，家樂福市場調查金額約152元至1067元），與蒐集資料所述「節省金錢」相符，與老師討論後發現，拋棄果皮相當於將金錢拋棄，製作果皮酵素，無形中是拾回金錢。

我們假設以下三種製作果皮酵素的狀況：

省錢達人省錢策略：(成本項目：水+糖)

- 果皮成本：果皮採取向水果攤要取廢棄果皮，不計酬，0元
- 水 成本：果皮酵素製作須依比例用水，故佔成本花費
- 糖 成本：果皮酵素製作須依比例用糖，故佔成本花費
- 瓶罐成本：撿拾或蒐集資源回收瓶罐，不計酬，0元

家庭主婦省錢策略：(成本項目：果皮+水+糖+瓶罐)

- 果皮成本：餐後水果需於市場購置，故佔成本花費，因家庭主婦多於菜市場、果菜市場或大賣場購置水果，所購買夠之方式多為台斤計算，且金額會高於本研究農產品批發市場交易價格，故成本計算方式為本研究金額乘上130%，其中30%為攤商賺取的利潤
- 水 成本：果皮酵素製作須依比例用水，故佔成本花費
- 糖 成本：果皮酵素製作須依比例用糖，故佔成本花費
- 瓶罐成本：果皮酵素製作須用瓶罐盛裝，故佔成本花費

學校學生製作果皮酵素省錢策略：(成本項目：果皮+水+糖+瓶罐)

- 果皮成本：果皮由午餐費支出，仍佔成本花費，水果項目以鳳梨、柳丁、橘子及柚子為主要水果，故佔成本花費，其中柚子網路價格高於西施柚些許，故參考西施柚計算成本
- 水 成本：果皮酵素製作須依比例用水，故佔成本花費
- 糖 成本：果皮酵素製作須依比例用糖，故佔成本花費
- 瓶罐成本：由學校購置25公升大桶或使用廚房午餐用畢之沙拉油罐，是一種由學校吸收相關成本花費的隱藏成本，並非沒有任何費用支出。

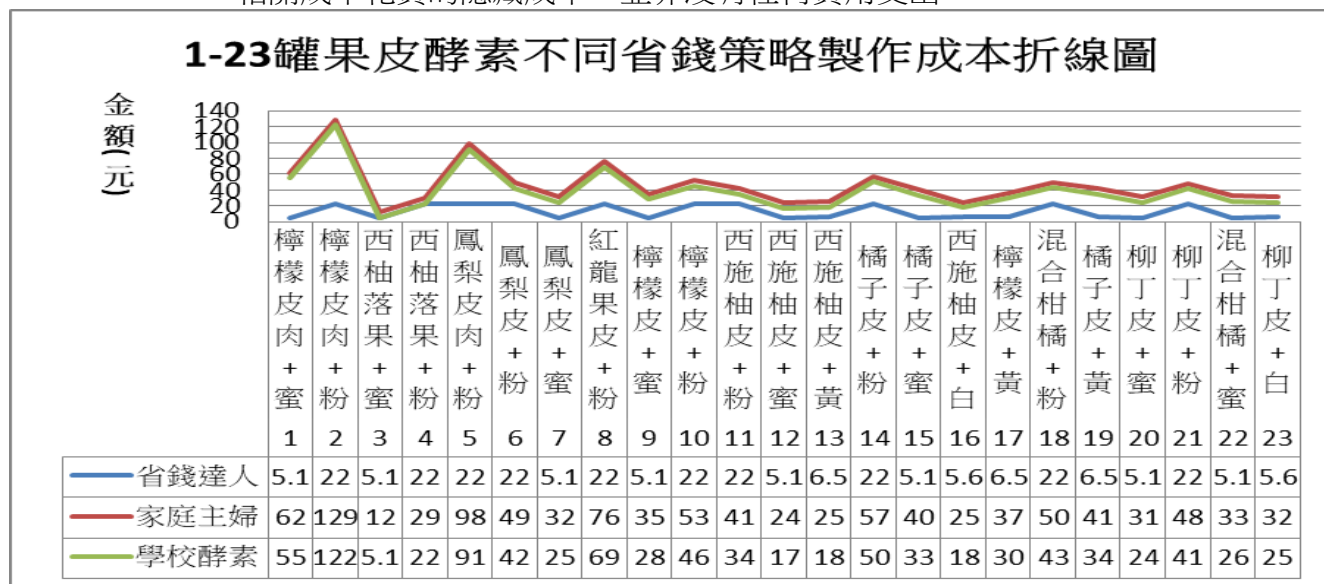


圖7：本研究1-23罐果皮酵素不同省錢策略製作成本長條圖

- 由圖7發現，製作果皮酵素，三種方式成本均低於市售3L地板清潔劑（查詢網路momo購物網約152元至210元，家樂福市場調查金額約152元至1067元），與蒐集資料所述「節省金錢」相符。因此學生學習製作果皮酵素除了是為環保進一份心力，亦是另類儲蓄的方法，節省家庭清潔劑的開銷。

- 由省錢達人例子，水果攤商如檸檬汁業者、柳丁汁業者、鳳梨業者，很適合將客人捨棄未帶走之果皮製作果皮酵素販賣，增加營收。
- 本研究發現製作果皮酵素成本：
 1. 果皮成本：(低) 西施柚 < 柳丁 < 鳳梨 < 混合 < 檸檬 < 橘子 < 紅龍果 (高)
 2. 糖類成本：(低) 糖蜜 < 白糖 < 黃糖 < 黑糖粉 (高)
 3. 蒐集果皮：(快) 鳳梨 > 橘子 > 柳丁 > 西施柚 > 檸檬 (慢)，以校園午餐水果為例
 4. 其他發現：出水比率以鳳梨皮最佳、檸檬皮次之、柳丁皮較差，出水率高者多使用黑糖粉或糖蜜，果皮酵素產量記錄情形如下表：

瓶	果皮種類	本研究成本(元)	本研究酵素產量 ml	製作初始水量 ml	果皮出水量 ml	出水量比率	備註
1	檸檬皮肉+蜜	61.79	1290	1400	-110		瓶口大蒸發多
2	檸檬皮肉+粉	128.87	3218	2800	418	14.93%	
3	西柚落果+蜜	12.06	3000	2800	200	7.14%	
4	西柚落果+粉	29.42	2910	2800	110	3.93%	
5	鳳梨皮肉+粉	98.34	3290	2800	490	17.50%	
6	鳳梨皮 +粉	49.08	3500	2800	700	25.00%	
7	鳳梨皮 +蜜	31.72	3350	2800	550	19.64%	
8	紅龍果皮+粉	76.46	3128	2800	328	11.71%	
9	檸檬皮 +蜜	35.16	3500	2800	700	25.00%	
10	檸檬皮 +粉	52.52	3280	2800	480	17.14%	
11	西施柚皮+粉	41.43	2710	2800	-90		氣爆損失
12	西施柚皮+蜜	24.07	3125	2800	325	11.61%	
13	西施柚皮+黃	25.47	2840	2800	40	1.43%	
14	橘子皮 +粉	57.31	1725	2800	-1075		氣爆損失
15	橘子皮 +蜜	39.95	3315	2800	515	18.39%	
16	西施柚皮+白	24.63	2790	2800	-10		氣爆損失
17	檸檬皮 +黃	36.56	3035	2800	235	8.39%	
18	混合柑橘+粉	49.94	3125	2800	325	11.61%	
19	橘子皮 +黃	41.34	2870	2800	70	2.50%	
20	柳丁皮 +蜜	31.13	2930	2800	130	4.64%	
21	柳丁皮 +粉	48.49	2980	2800	180	6.43%	
22	混合柑橘+蜜	32.58	3000	2800	200	7.14%	
23	柳丁皮 +白	31.69	2970	2800	170	6.07%	

5. 製作果皮酵素完成後，會產生許多果皮殘渣，可置於土壤上，增加有機質，成為更肥沃的培養土，另外由文獻查詢得知，果皮酵素稀釋後，可噴灑於植物驅蟲或淨化水質。



果皮殘渣



生態池淨化水質



香水檸檬驅蟲



水生植物驅蟲



蝶豆花驅蟲



蝶豆花蟲類減少

研洗攻略四：以自製果皮酵素清潔校園磨石子地板及發現

(一) 觀察果皮酵素以電動牙刷刷洗地板的清潔狀況：

甲、實驗組1：取2ml果皮酵素原汁置於地板後，運轉電動牙刷2分鐘（號碼1-23）

對照組1：以不沾任何物品於地板運轉電動牙刷2分鐘（號碼24）

對照組2：取2ml自來水置於地板後，運轉電動牙刷2分鐘（號碼25）

實驗次數：4次

研究發現：1.由圖8可看出本研究1-23罐果皮酵素相較於對照組（自來水及電動牙刷空轉2分鐘）均有較佳之清潔地板效果。

2.使用果皮酵素清潔校園磨石子地板優於使用自來水。



圖8：果皮酵素原汁以電動牙刷刷洗地板與自來水、空轉2分鐘實驗結果對照圖

乙、實驗組2：取2ml自製果皮酵素清潔劑置於地板後，運轉電動牙刷2分鐘（備註：自製果皮酵素清潔劑中，果皮酵素：中性洗碗精：自來水的比例為1：1：5）（號碼1-23）

對照組1：以不沾任何物品於地板運轉電動牙刷2分鐘（號碼24）

對照組2：取2ml洗碗精（中性洗碗精：自來水=1：5）置於地板後，運轉電動牙刷2分鐘（號碼25）

實驗次數：4次

研究發現：

- 1.由圖9可看出本研究1-23罐果皮酵素清潔劑相較於對照組（洗碗精及電動牙刷空轉2分鐘）均有較佳之清潔地板效果，**使用果皮酵素加洗碗精**清潔校園磨石子地板是不錯的組合。
- 2.綜合圖8及圖9的實驗結果，我們發現**果皮酵素加洗碗精**的效果**優於單純使用清水或單純使用洗碗精**，若將果皮酵素運用在校園清潔或家庭清潔，**可降低清潔劑的使用量**，減少環境負擔，相對**較環保**。洗碗精因成份中的起泡劑易產生泡沫，在清潔後須使用較多的清水洗淨，果皮酵素清潔劑雖有泡沫，但較易清除，因此若將果皮酵素運用在校園或家庭清潔，**可降低水的使用量**，相對**較省水**。
- 3.實驗中原試著將果皮酵素直接以水稀釋（不加洗碗精），進行4次比較，雖然肉眼可看出有清潔效果，但實驗效果除了輸給果皮酵素原汁刷洗，亦輸給果皮酵素加洗碗精的清潔效果，加上拍攝照片不易呈現實驗結果，故本研究成員討論後，後續研究只討論果皮酵素原汁刷洗能力與果皮酵素加洗碗精的刷洗能力。



圖9：果皮酵素清潔劑以電動牙刷刷洗地板與洗碗精、空轉2分鐘實驗結果對照圖

(二) 觀察果皮酵素以液體靜置地板的清潔狀況：

甲、實驗組1：取2ml果皮酵素原汁置於地板，有高低落差處則取2ml果皮酵素原汁，先浸濕化妝棉片再置於地板，分別靜置2分鐘、10分鐘、20分鐘（號碼1-23）

對照組1：取2ml醋液原汁置於地板，有高低落差處則取2ml醋液原汁，先浸濕化妝棉片，再置於地板，分別靜置2分鐘、10分鐘、20分鐘（號碼24）

對照組2：取2ml醋液、2ml小蘇打水、2ml洗碗精及2ml檸檬酸置於地板，有高低落差處則取2ml醋液、2ml小蘇打水、2ml洗碗精及2ml檸檬酸，先浸濕化妝棉片，再置於地板，分別靜置2分鐘、10分鐘、20分鐘（號碼24、25、26、27）（備註：小蘇打粉、洗碗精及檸檬酸與自來水的比例均為1：5）

實驗次數：8次（4次使用對照組1、4次使用對照組2）

研究發現：

- 1.前4次實驗，由圖10發現本研究1-23罐**果皮酵素原汁**靜置2分鐘、10分鐘及20分鐘的**淨白地板效果均不及醋液**（號碼25），但部份酵素，隨著靜置時間增加，淨白效果，逐漸與醋液接近，例如編號23的柳丁皮酵素、編號6號的鳳梨皮酵素與編號10的檸檬皮酵素。
- 2.後4次實驗，由圖11發現本研究1-23罐**果皮酵素原汁**靜置2分鐘、10分鐘及20分鐘的**淨白地板效果均不及醋液及檸檬酸**（號碼24、27），**相較於小蘇打水、洗碗精**（號碼25、26）均有較佳之淨白地板效果。
- 3.比較圖8及圖10的實驗結果對照圖，可發現同樣實驗時間是2分鐘，**靜置效果優於電動牙刷刷洗**。

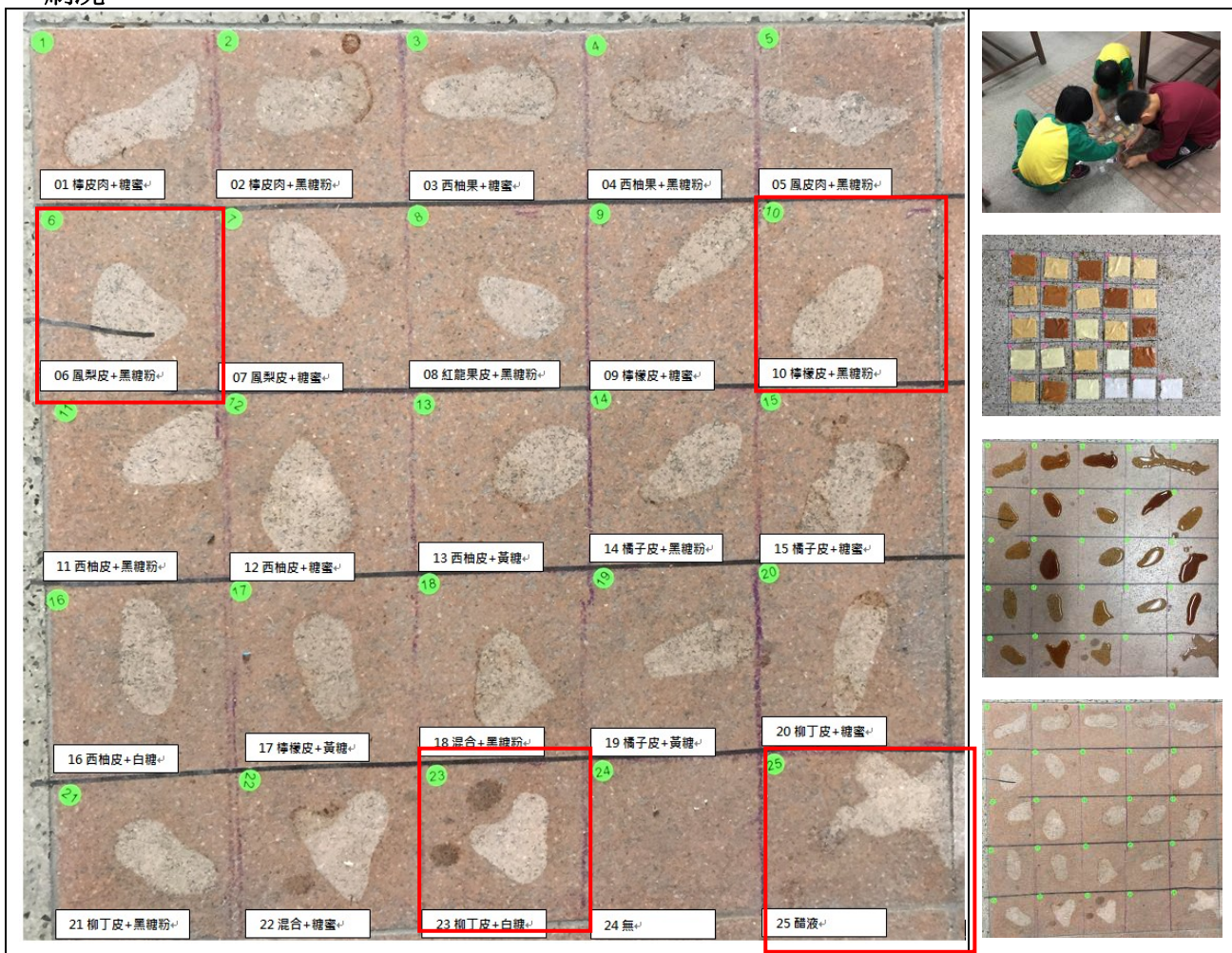


圖10：果皮酵素原汁以靜置地板2分鐘與醋液實驗結果對照圖

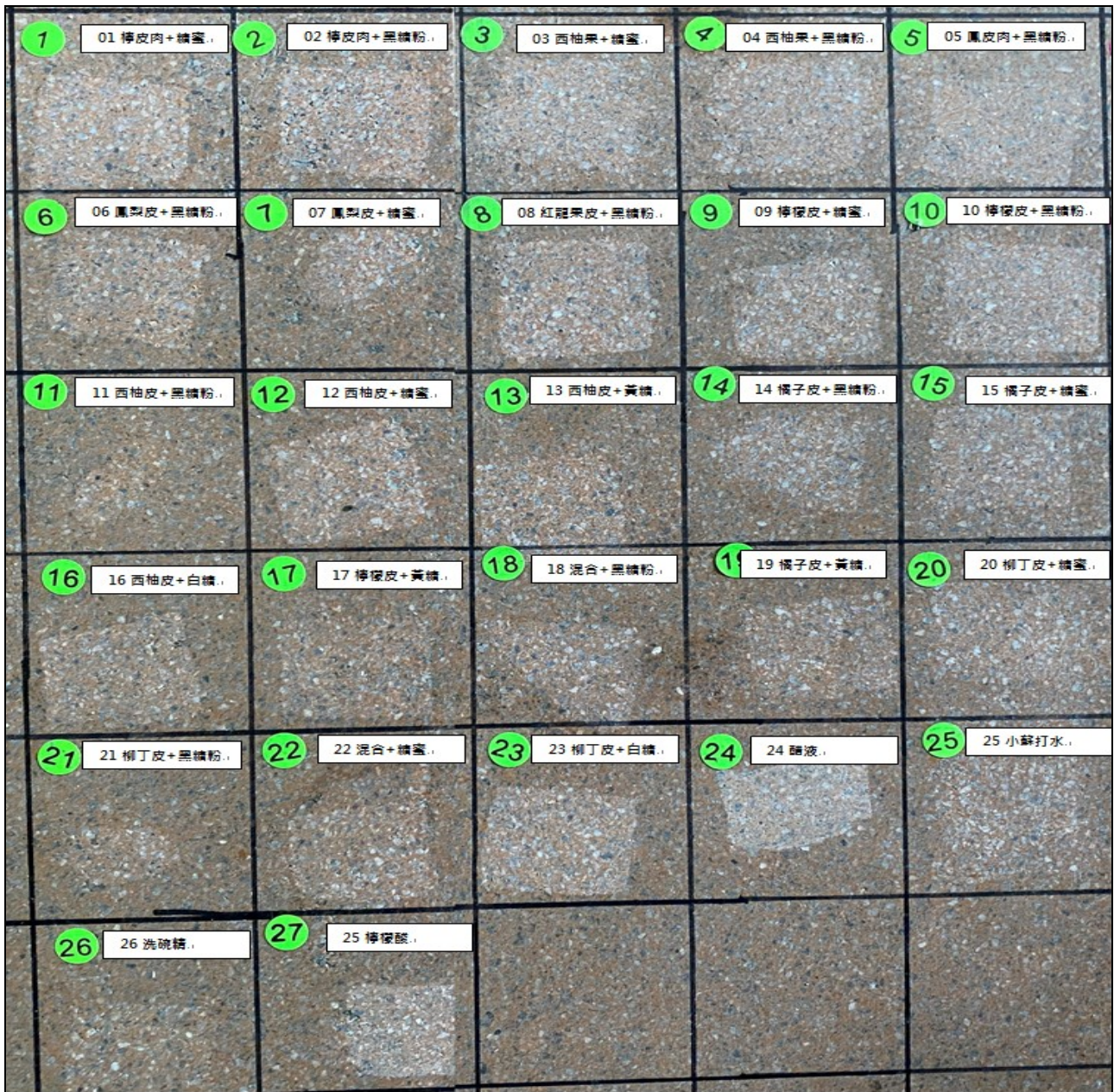


圖11：果皮酵素原汁以靜置地板2分鐘與醋液、小蘇打水、洗碗精及檸檬酸實驗結果對照圖

乙、實驗組2：取2ml自製果皮酵素清潔劑置於地板，有高低落差處則取2ml果皮酵素清潔劑，先浸濕化妝棉片再置於地板，靜置2分鐘、10分鐘及20分鐘（備註：果皮酵素清潔劑中，果皮酵素：中性洗碗精：自來水的比例為1：1：5）（號碼1-23）

對照組1：取2ml醋液清潔劑置於地板，有高低落差處則取2ml醋液清潔劑，先浸濕化妝棉片再置於地板，靜置2分鐘、10分鐘、20分鐘（備註：醋液清潔劑中，醋液：中性洗碗精：自來水的比例為1：1：5）（號碼25）

對照組2：取2ml醋液清潔劑、2ml小蘇打水清潔劑、2ml自製洗碗精清潔劑及2ml自製檸檬酸清潔劑置於地板，有高低落差處則取2ml醋液清潔劑、2ml小蘇打水清潔劑、2ml自製洗碗精清潔劑及2ml自製檸檬酸清潔劑，先浸濕化妝棉片再置於地板，分別靜置2分鐘、10分鐘、20分鐘（號碼24、25、26、27）（備註：清潔劑中，《醋液、小蘇打粉及檸檬酸》：中性洗碗精：自來水的比例為1：1：5）

實驗次數：8次（4次使用對照組1、4次使用對照組2）

研究發現：

1. 由圖12，發現本研究1-23罐果皮酵素清潔劑靜置2分鐘、10分鐘及20分鐘的淨白地板效果均不及醋液（號碼25），但部份酵素，隨著靜置時間增加，淨白效果，逐漸與醋液接近，且靜置20分鐘效果優於靜置10分鐘，靜置10分鐘優於2分鐘。即靜置時間長，淨白地板效果優。
2. 比較圖12與圖13的實驗結果對照圖，可發現同樣實驗時間是2分鐘，靜置效果，果皮酵素原汁優於果皮酵素清潔劑，比較圖8與圖9，電動牙刷直接刷洗，果皮酵素清潔劑優於果皮酵素原汁。

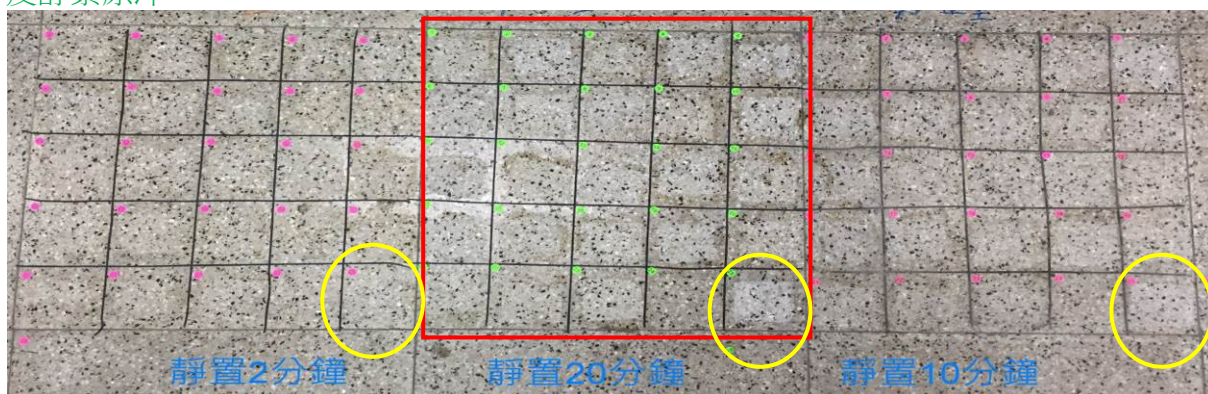


圖12：果皮酵素清潔劑以靜置地板2分鐘、10分鐘與20分鐘實驗結果對照圖



圖13：果皮酵素原汁以靜置地板2分鐘、10分鐘與20分鐘實驗結果對照圖

(三) 觀察果皮酵素以模擬拖地板的清潔狀況：

甲、實驗組1：取10ml果皮酵素稀釋液（果皮酵素原汁：自來水=1：10）浸濕化妝棉，以鑷子夾化妝棉片來回模擬拖地板動作2分鐘（號碼1-23）

對照組：取10ml小蘇打水清潔劑、10ml醋液稀釋液及10ml自製洗碗精清潔劑浸濕化妝棉，以鑷子夾化妝棉片來回模擬拖地板動作2分鐘（備註：清潔劑中，小蘇打粉、醋液及洗碗精與自來水的比例為1：10）（號碼24、25、26）



前4次模擬拖地板實驗，由於清潔劑調配後濃度太稀，本研究1-23罐自製果皮酵素清潔劑淨白地板效果不明顯，對照組淨白地板效果亦不明顯。加上鑷子夾化妝棉片不易進行，後4次模擬拖地板實驗，將稀釋濃度調整為1：5，並改用自製平板拖，讓棉片能順利模擬拖地板實驗。

改良後之實驗組與對照組

實驗次數：8次（4次實驗組1，4次實驗組2）

實驗組1：取2ml果皮酵素原汁浸濕化妝棉，以自製平板拖壓住化妝棉片來回模擬拖地板動作2分鐘（號碼1-23）

對照組：取各2ml醋液原液、小蘇打水、洗碗精及檸檬酸液浸濕化妝棉，以自製平板拖壓住化妝棉片來回模擬拖地板動作2分鐘（備註：清潔劑中，小蘇打粉、醋液及洗碗精、檸檬酸與自來水的比例為1：5）（號碼24、25、26、27）

實驗組2：取2ml自製果皮酵素清潔劑浸濕化妝棉，以自製平板拖壓住化妝棉片來回模擬拖地板動作2分鐘（備註：果皮酵素：中性洗碗精：自來水的比例為1：1：5）（號碼1-23）

對照組：取各2ml醋液清潔劑、小蘇打水清潔劑、洗碗精清潔劑及檸檬酸清潔劑浸濕化妝棉，以自製平板拖壓住化妝棉片來回模擬拖地板動作2分鐘（備註：清潔劑中，《小蘇打粉、醋液及檸檬酸》：：中性洗碗精：自來水的比例為1：1：5）（號碼24、25、26、27）

研究發現：

1.由圖14、圖15可看出本研究1-23罐果皮酵素原汁及果皮酵素清潔劑在模擬拖地板實驗中均有淨白地板效果，但不及醋液跟檸檬酸（號碼24、27），淨白地板效果優於小蘇打水跟洗碗精，與觀察果皮酵素以液體靜置地板清潔狀況的實驗結果相同。



圖14：果皮酵素原汁以自製平板拖模擬拖地板動作與醋液、小蘇打水、洗碗精及檸檬酸實驗結果對照圖



圖15果皮酵素清潔劑以自製平板拖模擬拖地板動作與醋液、小蘇打水、洗碗精及檸檬酸實驗結果對照圖

清潔力評分

由於目測法較主觀，實驗結果先剔除不易判斷組別，僅採計有明顯差異的實驗結果，再由6位實驗者先觀察每項實驗1-23種果皮酵素清潔狀況後進行討論，共同找出潔淨效果好的前6名酵素，表現優者序位第1，得1分，序位第2，得2分，序位第3，得3分，...以此類推，序位第6，得6分，序位第7至23，得7分。最後依據1-23種果皮酵素得分加總，找出本研究果皮酵素中，清潔力優劣的順序。總分越低者，清潔力強，反之則弱。本研究清潔力實驗，果皮酵素以電動牙刷刷洗地板、以液體靜置地板及模擬拖地板等方式進行校園磨石子地板清潔狀況的觀察，共進行以電動牙刷刷洗地板8次、液體靜置地板8次及模擬拖地板8次，共計24次，僅就其中14次有明顯差異的實驗結果（電動牙刷刷洗地板6次、液體靜置地板4次及模擬拖地板4次）進行評比，1-23種果皮酵素得分狀況登記情形如下表：

清潔力實驗 (依果皮分類)	檸檬皮肉+蜜	檸檬皮肉+粉	西柚落果+蜜	西柚落果+粉	鳳梨皮肉+粉	鳳梨皮+粉	鳳梨皮+蜜	紅龍果皮+粉	檸檬皮+蜜	檸檬皮+粉	西施柚皮+粉	西施柚皮+蜜	西施柚皮+黃	橘子皮+粉	橘子皮+蜜	西施柚皮+白	檸檬皮+黃	混合柑橘+粉	橘子皮+黃	柳丁皮+蜜	柳丁皮+粉	混合柑橘+蜜	柳丁皮+白
實驗/酵素編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
電刷-第1次	7	6	7	7	7	3	7	7	7	5	7	7	7	7	7	7	7	7	7	4	7	2	1
電刷-第2次	7	7	7	7	3	7	7	5	4	1	7	7	7	6	7	7	7	7	7	7	7	7	2
電刷-第3次	7	7	7	7	7	6	7	7	7	5	4	7	7	7	7	7	7	7	7	7	3	1	2
電刷-第4次	7	7	7	7	2	7	7	7	7	7	4	7	7	7	7	7	7	7	3	7	6	5	1
電刷-第5次	7	7	7	7	7	6	7	7	4	5	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	1	7	2
電刷-第6次	7	7	7	7	7	7	3	4	7	7	5	7	7	7	6	2	7	7	7	7	7	7	1
靜置-第1次	7	7	7	7	7	2	7	5	7	3	4	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6	1
靜置-第2次	7	7	7	7	7	1	7	7	3	7	7	7	7	4	7	6	5	2	7	7	7	7	7
靜置-第3次	7	7	7	7	7	1	7	7	3	7	7	7	7	7	7	7	7	2	5	6	7	7	4
靜置-第4次	6	5	7	7	7	7	7	7	7	7	4	2	7	7	7	7	7	7	7	7	7	1	3
模拖-第1次	7	7	7	7	2	7	7	7	7	7	4	7	7	7	7	7	7	7	3	7	6	5	1
模拖-第2次	7	7	7	7	7	6	7	7	4	5	7	7	7	7	7	3	7	7	7	7	1	7	2
模拖-第3次	7	7	7	7	7	7	3	4	7	7	5	7	7	7	7	2	7	7	7	7	7	7	1
模拖-第4次	1	7	7	7	7	7	3	7	7	6	7	7	7	7	7	7	2	7	7	7	5	7	4
總計	91	95	98	98	84	74	86	88	81	79	79	93	98	94	97	83	91	88	88	94	78	76	32



● 果皮酵素清潔力（依酵素編號分類，由強至弱排列前6名）：

（強）編號23柳丁>編號06鳳梨>編號22混合>編號21柳丁>編號10檸檬>編號11西施柚（弱）

由排名可發現，柑橘類水果中以柳丁表現較佳。

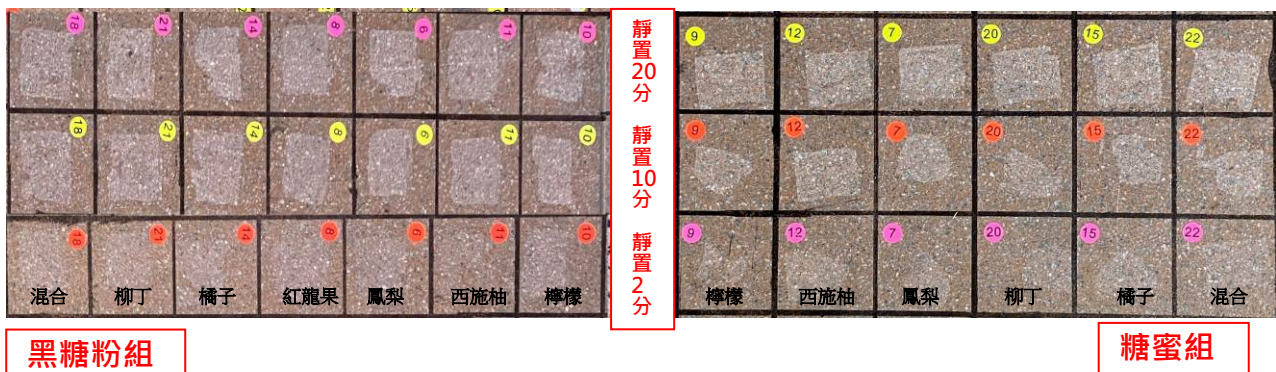
- 果皮酵素清潔力，由上述前6名表現，推測本研究使用果皮中，清潔力較優的前3名是柳丁、鳳梨及檸檬，為印證我們的想法，本研究成員討論認為由於1-23組使用四種不同糖類，可將果皮酵素分成黑糖粉組（編號10、11、6、8、14、21、18）及糖蜜組（編號9、12、7、20、15、22），觀察檸檬皮、西施柚皮、鳳梨皮、紅龍果皮、橘子皮、柳丁皮及混合柑橘皮的清潔表現及香氣評分表現，清潔力部份各進行12次實驗進行評比，香氣部份採取市場調查方式進行，調查對象為研究者同年級學生，黑糖粉組及糖蜜組得分狀況登記情形如下表：

黑糖粉組	檸檬皮 +粉	西施柚皮 +粉	鳳梨皮 +粉	紅龍果皮 +粉	橘子皮 +粉	柳丁皮 +粉	混合柑橘 +粉
實驗/酵素編號	10	11	6	8	14	21	18
實驗第1次	4	6	5	7	2	1	3
實驗第2次	1	7	3	6	4	2	5
實驗第3次	3	7	2	5	6	1	4
實驗第4次	2	6	1	4	7	2	3
實驗第5次	2	4	1	5	7	3	6
實驗第6次	1	4	3	6	7	2	5
實驗第7次	3	6	2	4	7	1	5
實驗第8次	2	5	1	4	6	3	7
實驗第9次	4	5	3	6	2	1	7
實驗第10次	5	6	3	7	1	2	4
實驗第11次	2	5	3	4	7	1	6
實驗第12次	1	5	4	2	7	3	6
得分總計	30	66	31	60	63	22	61
名次	2	7	3	4	6	1	5

糖蜜組	檸檬皮 +蜜	西施柚皮 +蜜	鳳梨皮 +蜜	橘子皮 +蜜	柳丁皮 +蜜	混合柑橘 +蜜
實驗/酵素編號	9	12	7	15	20	22
實驗第1次	4	6	2	1	3	5
實驗第2次	1	6	2	3	4	5
實驗第3次	3	5	2	4	1	6
實驗第4次	5	3	2	4	1	6
實驗第5次	3	6	1	5	2	4
實驗第6次	3	4	1	5	2	6
實驗第7次	5	6	1	4	2	3
實驗第8次	4	6	5	1	2	3
實驗第9次	2	6	3	5	1	4
實驗第10次	6	4	2	5	3	1
實驗第11次	4	2	1	5	3	6
實驗第12次	1	4	5	6	2	3
得分總計	41	58	27	48	26	52
名次	3	6	2	4	1	5

研究發現：

- 果皮酵素清潔力（依黑糖粉分類，由強至弱排列前3名）：**（強）柳丁>鳳梨>檸檬（弱）**
- 果皮酵素清潔力（依糖蜜分類，由強至弱排列前3名）：**（強）柳丁>檸檬>鳳梨（弱）**
- 黑糖粉組及糖蜜組均出現果皮酵素清潔力前3名為柳丁、鳳梨及檸檬，與我們的推想相同
- 黑糖粉組及糖蜜組均出現靜置越久，淨白效果較佳情形



香氣評分，由於每個人對香味的觀感不同，對酸味的接受度也不同，由實驗者同年級小朋友進行果皮酵素評選，表現優者序位第1，得1分，序位第2，得2分，...以此類推，序位第7，得7分，最後依據1-23罐果皮酵素得分加總，找出本研究果皮酵素中，香氣優劣的順序。總分越低者，香味怡人，反之，總分越高者，味道較不被小學生喜愛。以下是三次的評選結果及方式：

	黑糖粉組	名次	糖蜜組	名次	綜合評比	名次
評比人數	131人		133人			
檸檬組	402分	2	485分	5	443.5分	2
西施柚組	518分	3	636分	6	577分	6
鳳梨組	380分	1	281分	1	330.5分	1
紅龍果組	634分	7	X		634分	7
橘子組	596分	6	464分	3	530分	3
柳丁組	566分	4	453分	2	509.5分	4
混合組	566分	4	480分	4	523分	5

- 果皮酵素香氣（依黑糖粉分類，香味評比前3名）：**鳳梨**>檸檬>西施柚
- 果皮酵素香氣（依糖蜜分類，香味評比前3名）：**鳳梨**>柳丁>橘子
- 果皮酵素香氣（綜合評比，將評選結果平均，香味評比前3名）：**鳳梨**>檸檬>橘子

綜合以上表現，本研究有以下發現：

- 對照組與實驗組，**清潔力**由高至低，出現以下結果：
檸檬酸>醋液>果皮酵素>洗碗精>小蘇打水
- 果皮酵素清潔力前三名（分數低者，清潔力強，由強至弱排列）：
 - 果皮酵素清潔力（依黑糖粉分類）：**柳丁**>鳳梨>檸檬
 - 果皮酵素清潔力（依糖蜜分類）：**柳丁**>檸檬>鳳梨
 - **柑橘類**水果中以**柳丁**表現較佳。
- 果皮酵素香味排行榜前三名：
 - 果皮酵素香氣（依黑糖粉分類）：**鳳梨**>檸檬>西施柚
 - 果皮酵素香氣（依糖蜜分類）：**鳳梨**>柳丁>橘子
 - 使用**黑糖蜜**製作果皮酵素，氣味偏酸，較不受小朋友喜愛，但**pH值穩定落在3.6**。且由於**黑糖蜜**的味道會蓋過天然果香，香味評比時，氣味偏淡的果皮可能不易評比。
 - 本研究發現**果皮酵素製作**，**糖類**不一定只能用黑糖粉，改用糖蜜、黃糖及白糖亦能成功製作果皮酵素，且能**降低成本**，尤以**糖蜜為佳**。
 - 本研究發現以其他糖類製作出的果皮酵素，清潔效果不比黑糖粉差，例如本研究編號23的果皮酵素是以柳丁皮+白糖製作，清潔效果排行第一。但清潔力表現佳的果皮酵素多以黑糖粉製作，這也說明查詢資料為何推薦以黑糖粉製作果皮酵素的原因。
 - 查詢資料發現，糖是碳水化合物，黑糖粉，糖蜜、黃糖及白糖中，白糖是最乾淨的糖（雜質最少），我們推測製作果皮酵素，糖類扮演的角色是幫助發酵，菌母依靠吃碳水化合物活下去，日後可試試以過期汽水、咖啡渣等富含碳水化合物的物質進行果皮酵素研究，將廢棄物活化再利用。

d、將實驗組與對照組綜合分析比較，歸納整理出果皮酵素中，兼具成本低廉、地板清潔力優、香氣怡人的水果果皮前三名，清潔力優劣的實驗結果做為後續水垢皂垢清除實驗的參考依據。

下表為各果皮在果皮成本、清潔力、香氣及果皮蒐集速度上的表現得分表，表現優者序位排第1，得1分，序位排第2，得2分...以此類推，序位排第7，得7分，再依照所得總分排名次，找出兼具成本低廉、地板清潔力優、香氣怡人的果皮酵素的水果前三名。

本研究發現：

- ◆ 果皮成本：(低) 西施柚<柳丁<鳳梨<混合<檸檬<橘子<紅龍果 (高)
- ◆ 糖類成本：(低) 糖蜜<白糖<黃糖<黑糖粉 (高)
- ◆ 果皮酵素清潔力：(強) 柳丁>鳳梨>檸檬>混合>橘子>西施柚>紅龍果 (弱)
- ◆ 果皮酵素香氣：(O) 鳳梨>檸檬>橘子>柳丁>西施柚>混合>紅龍果 (X)
- ◆ 清潔力由高至低，分別為檸檬酸>醋>果皮酵素>洗碗精>小蘇打水
- ◆ 蒐集果皮：以校園午餐水果為例，(快) 鳳梨>橘子>柳丁>西施柚>混合>檸檬、紅龍果(慢)

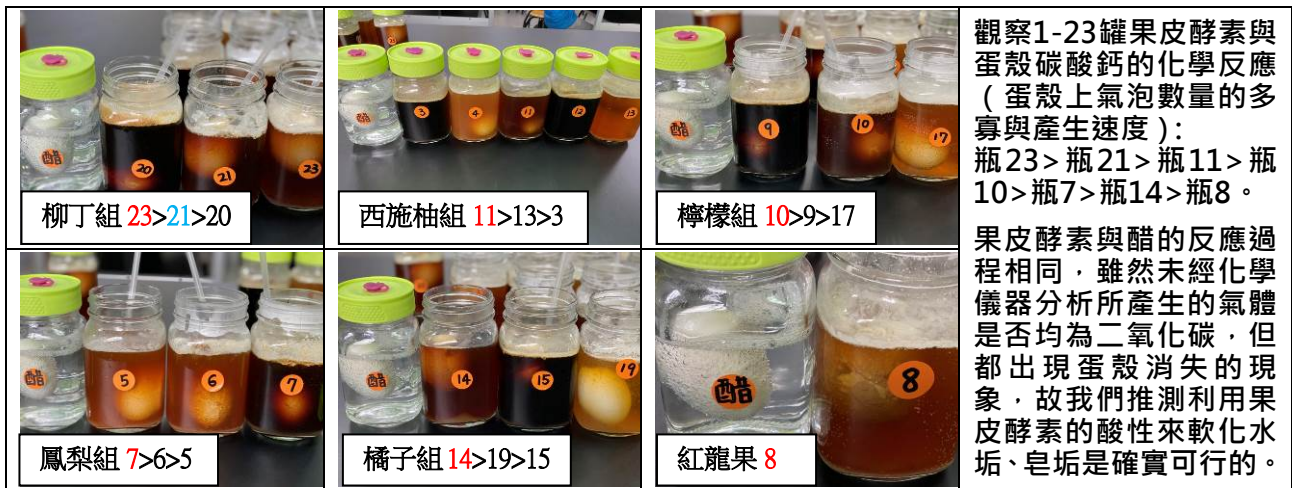
水果名稱	檸檬	西施柚	鳳梨	紅龍果	橘子	柳丁	混合
果皮成本	5	1	3	7	6	2	4
清潔力	3	6	2	7	5	1	4
香氣	2	5	1	7	3	4	6
蒐集	6	4	1	6	2	3	5
總分	16	16	7	26	1	10	19
名次	3	3	1	7	6	2	5

果皮酵素製作，本研究發現兼具成本低廉、洗淨力優、香氣怡人三項優點的水果果皮前三名：**鳳梨**果皮、**柳丁**果皮、**西施柚**果皮（由於西施柚與檸檬總分相同，研究成員討論後認為檸檬果皮成本高且學校不易蒐集到，故擇取西施柚為第3名。）

研洗攻略五：以自製果皮酵素清潔校園廁所、洗手台及不鏽鋼水槽及發現

步驟 1：以醋蛋實驗為對照組，進行果皮酵素的水煮蛋蛋殼軟化實驗，確認果皮酵素的酸性能軟化水垢皂垢成份中的碳酸鈣。

		
查詢資料發現，醋蛋實驗的原理是利用醋的酸性軟化消失蛋殼的碳酸鈣	查詢資料發現，水垢的主要成份是碳酸鈣，可利用酸性物質清除，常見清除藥劑品為 檸檬酸	皂垢是油脂、水垢或雜質組成，成份較複雜，比水垢難清理。網路清潔達人建議清除水皂垢時可將檸檬酸 覆蓋 物品上一段時間讓效果增強
推測果皮酵素的酸性可軟化水垢、皂垢。	推測以柑橘類果皮酵素軟化水垢、皂垢的效果可能不錯	與本研究果皮酵素清潔磨石子地板時的發現不謀而合。
 潔霜 S	 醋液	 柳丁皮+白糖
進行果皮酵素的水煮蛋蛋殼軟化實驗，發現果皮酵素、化學清潔劑的酸性與醋相同均能軟化水垢皂垢成份中的碳酸鈣。化學清潔劑與蛋殼產生泡沫情形快速又濃密，效果驚人，優於醋及果皮酵素。		



- 部份果皮酵素使用糖蜜的液色過深，觀察果皮酵素與蛋殼碳酸鈣的化學反應，未必能一窺全貌，僅能開蓋剝蛋殼了解軟化狀況，登記蛋殼軟化情形，為解決目視法的缺點，本研究改以**秤重法**來測量一週 7 天果皮酵素軟化蛋殼的能力，對照組為醋液及潔霜 S。

瓶	果皮種類	蛋殼重均 day1	蛋殼重均 day7	平均減輕	排名	實驗步驟說明：
1	檸檬皮肉+蜜	2.02	1.93	0.09	22	1.實驗次數：6 次
2	檸檬皮肉+粉	2.01	1.91	0.10	20	2.每次蛋殼秤重平均約 2g±0.02
3	西柚落果+蜜	2.01	1.94	0.07	23	3.每次使用 15ml 酵素
4	西柚落果+粉	2.01	1.91	0.10	20	4.觀察反應情形並記錄
5	鳳梨皮肉+粉	2.00	1.87	0.13	19	5.七天後將蛋殼取出，先曬乾再秤重
6	鳳梨皮 +粉	2.01	1.75	0.26	4	6.記錄蛋殼減輕重量
7	鳳梨皮 +蜜	2.02	1.83	0.19	10	7.將 6 次實驗平均值記錄如左表
8	紅龍果皮+粉	2.00	1.80	0.20	9	研究發現：
9	檸檬皮 +蜜	2.01	1.82	0.19	10	● 本研究 1-23 罐酵素與醋液、潔霜 S 均有讓蛋殼消失的現象。
10	檸檬皮 +粉	2.01	1.75	0.26	4	● 表現較好的果皮酵素：
11	西施柚皮+粉	2.01	1.78	0.23	7	● 瓶 23>瓶 22>瓶 14>瓶 6、10>瓶 15>瓶 11>瓶 7>瓶 8>瓶 21，與目測法瓶號接近，但序位有差異。
12	西施柚皮+蜜	2.01	1.79	0.22	8	● 柑橘類水果中以 柳丁及橘子表現較佳 。
13	西施柚皮+黃	2.02	1.83	0.19	10	● 查詢資料發現清除水垢的常見清除藥劑品為檸檬酸，但本研究發現檸檬果皮製作的果皮酵素卻不是表現最佳者，柳丁表現優於檸檬，卻非市售清潔劑常用材料，我們推測檸檬酸經過特殊製作手續，酸性遠大於我們製作的果皮酵素，同時檸檬的清香較受消費者喜愛，所以市售清潔劑以檸檬為主力商品，而非柳丁。
14	橘子皮 +粉	2.01	1.73	0.28	3	
15	橘子皮 +蜜	2.01	1.76	0.25	6	
16	西施柚皮+白	2.02	1.86	0.16	15	
17	檸檬皮 +黃	2.01	1.87	0.14	18	
18	混合柑橘+粉	2.01	1.84	0.17	14	
19	橘子皮 +黃	2.02	1.86	0.16	15	
20	柳丁皮 +蜜	2.01	1.86	0.15	17	
21	柳丁皮 +粉	2.01	1.83	0.18	13	
22	混合柑橘+蜜	2.01	1.72	0.29	2	
23	柳丁皮 +白	2.02	1.71	0.31	1	
24	醋液	2.02	1.16	0.86	對照	
25	潔霜 S	2.00	0.15	1.85	對照	

步驟 2：進行校園班級洗手台及不鏽鋼水槽等地點之水垢皂垢的去除實驗，觀察並記錄果皮酵素的清潔效果，找出果皮酵素中效果最佳的水果，並討論實驗中果皮酵素清潔效果與市售清潔劑有何差別

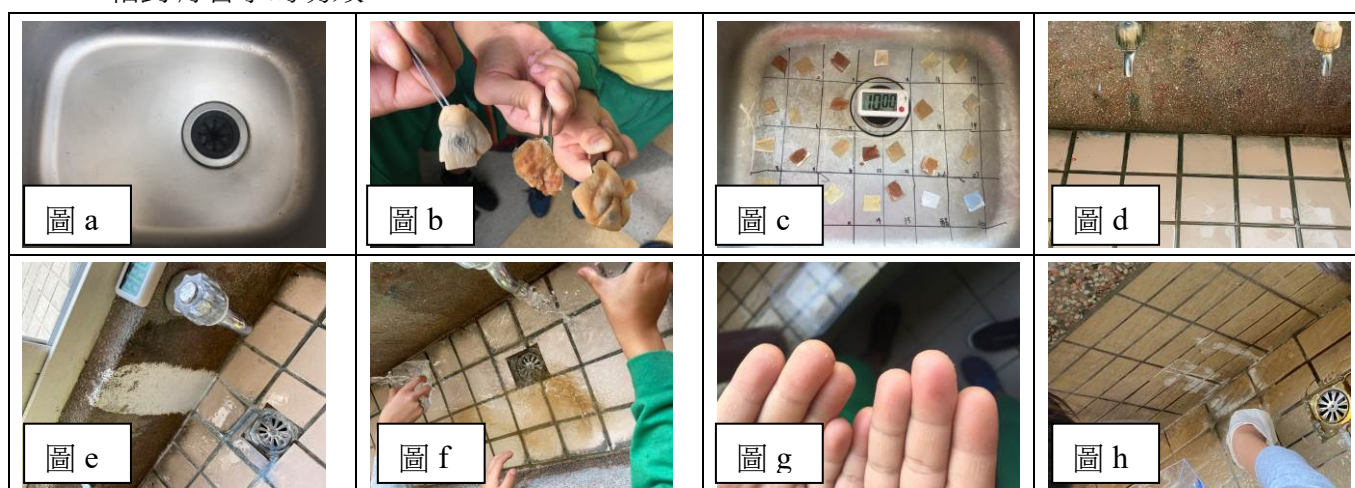
甲、實驗前觀察發現：

1. 觀察學校廁所洗手台、班級洗手台及科任教室不鏽鋼洗手台等地點，發現洗手台凹凸不平，凹陷處易有青苔、黴菌或水垢、皂垢較厚，且青苔或黴菌有根部深入水泥。(圖A至E)



乙、挑選校園中10個班級進行初步刷洗觀察發現：

1. 果皮酵素、醋及化學清潔劑（潔霜S）對薄的水垢皂垢，清潔效果都不錯（圖a、b）。
2. 果皮酵素、醋先敷在清潔處10分鐘（圖c），可軟化水垢皂垢，讓刷洗更省力，與查詢資料相符。
3. 但果皮酵素、醋及化學清潔劑（潔霜S）對洗手台凹陷處的青苔或黴菌之清潔效果均不明顯，推測是青苔跟黴菌的根部附著於水泥下，無法根除，但不鏽鋼洗手台則無此問題。(圖d)
4. 化學清潔劑（潔霜S）無須等待可立即軟化水垢、皂垢，但腐蝕性較強（圖e），清洗時應戴手套，以維護安全。
5. 實驗中，果皮酵素的氣味較無刺激性，醋較刺鼻，化學清潔劑（潔霜S）使用時一開始有清香味，但一段時間後讓人不舒服。且不小心接觸化學清潔劑，手部出現脫皮現象（圖g），使用過程中產生大量泡沫，需用大量清水才可沖淨洗台（圖h），以果皮酵素及醋來清潔相對有省水的功效。

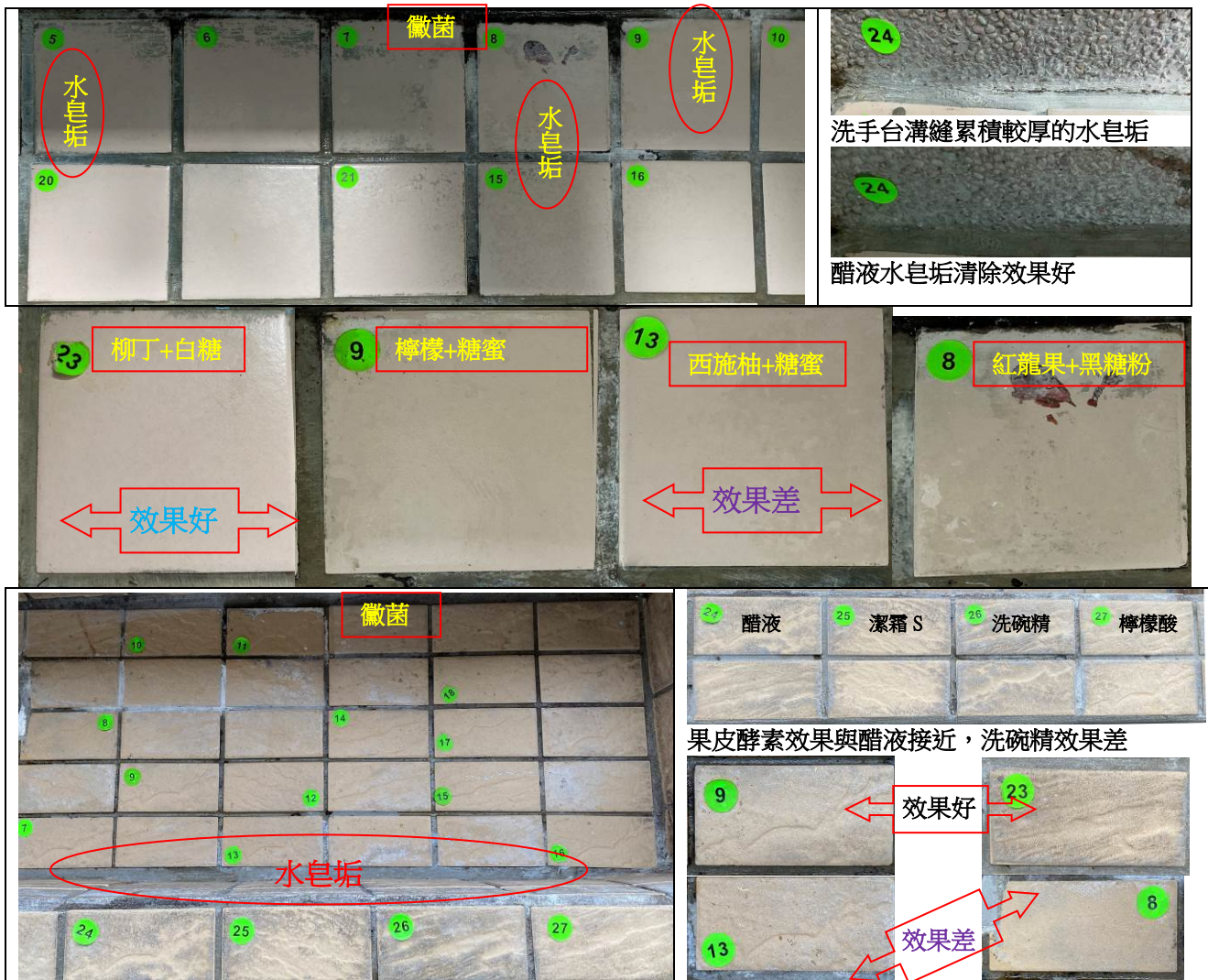


丙、果皮酵素以電動牙刷刷洗班級洗手台的清潔狀況：

實驗組：取2ml果皮酵素原汁置於班級洗手台刷洗位置後，運轉電動牙刷2分鐘(號碼1-23)

對照組：取2ml醋液原汁、2ml化學清潔劑(潔霜S)、2ml洗碗精清潔劑及2ml自製檸檬酸清潔劑置於班級洗手台刷洗位置後，運轉電動牙刷2分鐘(號碼24、25、26、27)(備註：清潔劑中，小蘇打粉、洗碗精及檸檬酸與自來水的比例均為為1：5)

實驗次數：4次



研究發現：

1. 本研究1-23罐果皮酵素清除水垢皂垢的表現比不上醋、檸檬酸及化學清潔劑(潔霜S)，但優於洗碗精。
2. 刷洗過程，本校水泥洗手台檯面鋪設磁磚，有光滑面與粗糙面兩種形式，研究成員觀察水皂垢去除速度，一致認為**柳丁、橘子、檸檬或鳳梨**製作的果皮酵素表現較佳，與醋蛋實驗的結果相同。但為更進一步了解果皮酵素水皂垢去除能力及印證想法，本研究成員討論認為比照前面將1-23罐酵素分成黑糖粉組(編號10、11、6、8、14、21、18)及糖蜜組(編號9、12、7、20、15、22)，觀察檸檬皮、西施柚皮、鳳梨皮、紅龍果皮、橘子皮、柳丁皮及混合柑橘皮的清潔表現。
3. 本研究1-23罐果皮酵素及對照組在清除霉菌有效果，但無法去除累積在深處的霉根，表現不佳。

丁、果皮酵素以電動牙刷刷洗不鏽鋼水槽的清潔狀況：**實驗次數：6次**

實驗組：取2ml果皮酵素原汁置於班級洗手台刷洗位置後，運轉電動牙刷2分鐘(號碼1-23)

對照組：取2ml醋液原汁、2ml化學清潔劑(潔霜S)、2ml洗碗精清潔劑及2ml自製檸檬酸清潔劑置於班級洗手台刷洗位置後，運轉電動牙刷2分鐘(號碼24、25、26、27)(備註：清潔劑中，小蘇打粉、洗碗精及檸檬酸與自來水的比例均為為1：5)



由於目測法較主觀，實驗結果先剔除不易判斷組別，僅採計有明顯差異的實驗結果，由6位實驗者先觀察1-23罐果皮酵素清潔狀況後進行討論，共同找出效果好的前6名酵素，序位第1，得1分，序位第2，得2分，...以此類推，序位第6，得6分，序位第7至23，得7分。最後依據1-23罐果皮酵素得分加總，找出本研究果皮酵素中，清潔水垢皂垢優劣的順序。總分越低者，清潔力強，反之則弱。本研究水皂垢實驗，果皮酵素以電動牙刷刷洗班級洗手台磁磚、隙縫，以自製平板拖刷洗、電動牙刷刷洗不鏽鋼水槽等方式進行水皂垢清潔狀況的觀察，共進行以電動牙刷刷洗班級洗手台4次、以自製平板拖刷洗、電動牙刷刷洗不鏽鋼水槽6次，共計10次，僅就效果較明顯6次進行實驗結果評比，1-23罐果皮酵素得分狀況登記情形如下表：

水皂垢實驗	檸檬皮肉+蜜	檸檬皮肉+粉	西柚落果+蜜	西柚落果+粉	鳳梨皮肉+粉	鳳梨皮+粉	鳳梨皮+蜜	紅龍果皮+粉	檸檬皮+蜜	檸檬皮+粉	西施柚皮+粉	西施柚皮+蜜	西施柚皮+黃	橘子皮+粉	橘子皮+蜜	西施柚皮+白	檸檬皮+黃	混合柑橘+粉	橘子皮+黃	柳丁皮+蜜	柳丁皮+粉	混合柑橘+蜜	柳丁皮+白
實驗/酵素編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
班級-第1次	7	7	7	7	7	7	7	7	4	7	5	7	7	6	7	3	7	7	7	7	2	7	1
班級-第2次	7	7	7	7	7	2	7	7	1	7	7	7	7	7	7	6	7	7	3	7	7	5	4
水槽-第1次	7	7	7	6	7	1	7	7	7	7	7	7	7	7	7	3	4	7	7	7	7	5	2
水槽-第2次	7	7	7	7	2	3	7	7	7	7	7	7	7	7	6	7	7	5	1	4	7	7	7
水槽-第3次	7	7	7	3	7	7	7	7	7	7	7	7	7	4	1	7	7	5	7	6	7	7	2
水槽-第4次	7	7	7	2	7	7	7	6	7	7	7	7	7	3	5	7	7	7	7	1	7	7	4
總計	42	42	42	32	37	27	42	41	33	42	40	42	42	34	33	34	38	38	32	32	37	38	20
排名						2			5						5				3	3			1

- 果皮酵素清潔力（依酵素編號分類，由強至弱排列前6名）：

（強）編號23**柳丁**>編號06**鳳梨**>編號15**橘子**>編號19、20**橘子、柳丁**>編號9、20**檸檬、柳丁**
 由排名可發現，清除水皂垢，**柑橘類**水果中以**柳丁表現較佳**，果皮酵素清潔力，由前6名表現，推測水皂垢清潔力較優的前3名是柳丁、鳳梨及橘子或檸檬，為印證想法，將果皮酵素分成黑糖粉組（編號10、11、6、8、14、21、18）及糖蜜組（編號9、12、7、20、15、22），觀察檸檬皮、西施柚皮、鳳梨皮、紅龍果皮、橘子皮、柳丁皮及混合柑橘皮的清潔水皂垢表現，以電動牙刷刷洗2分鐘各進行6次實驗進行評比，黑糖粉組及糖蜜組得分狀況登記情形如下表：

水皂垢實驗 黑糖粉組	檸檬皮 +粉	西施柚皮 +粉	鳳梨皮 +粉	紅龍果皮 +粉	橘子皮 +粉	柳丁皮 +粉	混合柑橘 +粉
實驗/酵素編號	10	11	6	8	14	21	18
實驗第1次	1	5	4	2	7	3	6
實驗第2次	5	6	3	7	1	2	4
實驗第3次	4	5	3	6	2	1	7
實驗第4次	2	5	3	4	7	1	6
實驗第5次	2	5	1	4	6	3	7
實驗第6次	3	6	2	4	7	1	5
得分總計	17	32	16	27	30	11	35
名次	3	6	2	4	5	1	7

水皂垢實驗 糖蜜組	檸檬皮 +蜜	西施柚皮 +蜜	鳳梨皮 +蜜	橘子皮 +蜜	柳丁皮 +蜜	混合柑橘 +蜜
實驗/酵素編號	9	12	7	15	20	22
實驗第1次	1	4	5	6	2	3
實驗第2次	4	2	1	5	3	6
實驗第3次	6	4	2	5	3	1
實驗第4次	4	6	5	1	2	3
實驗第5次	2	6	3	5	1	4
實驗第6次	5	6	1	4	2	3
得分總計	22	28	17	26	13	20
名次	4	6	2	5	1	3

- 果皮酵素水皂垢清潔力（依黑糖粉分類，前3名）：**（強）柳丁>鳳梨>檸檬（弱）**
- 果皮酵素水皂垢清潔力（依糖蜜分類，前3名）：**（強）柳丁>鳳梨>混合、檸檬（弱）**
- 黑糖粉組及糖蜜組均出現果皮酵素水皂垢清潔力前3名為柳丁、鳳梨及檸檬，與推想接近

研究發現：

- 果皮酵素水皂垢清潔能力前3名：**柳丁>鳳梨>檸檬**
- 果皮酵素水皂垢清潔能力前3名與果皮酵素清潔磨石子地板前3名之實驗結果相同，均為**柳丁>鳳梨>檸檬**
- 本研究1-23罐果皮酵素，水皂垢清潔能力實驗，柑橘類果皮以**柳丁皮製作的酵素表現最佳**。
- 本研究1-23罐果皮酵素均有水皂垢清潔能力，果皮酵素適合當校園環境清潔劑，但使用的果皮種類不同，清潔力有所不同。

討論：

1. 清洗過程中，柑橘類果皮酵素，以柳丁酵素的清潔效果最佳，討論後發現市售清潔用品多以檸檬、橘子或柚子產品為主，幾乎不見柳丁產品，我們發現柳丁果皮酵素效果偏好，卻不受到商人的喜愛，我們推測是柳丁香味市場調查的接受度不高，對商人而言香味重於清潔力。
2. 果皮酵素的酸性確實有軟化水垢皂垢的功效，與醋蛋實驗的原理類似，讓果皮酵素的酸性軟化水垢、皂垢中的碳酸鈣，達到省力及清潔的效果，本研究經由實驗得到驗證，因此學校或家裡製作果皮酵素，減少化學清潔劑的使用，除了讓廢棄果皮得到重生，既省錢又環保。

陸、結論與建議

一、結論

(一) 製作果皮酵素所需的成本，依果皮種類及材料收集方式而有變化
本研究發現：

1. 對酸味忍受度高者，以西施柚+糖蜜+水，成本較低廉；
2. 對香氣講究者，以鳳梨+糖蜜+水，成本較低廉；
3. 對學校學生製作而言，以柳丁+白糖+水，成本較低廉；
4. 對地板清潔力而言，以柳丁+白糖+水，成本較低廉；
5. 對香氣+產量+地板清潔力綜合評比，以鳳梨+糖蜜+水，成本較低廉。

(二) 兼具成本低廉、洗淨力優、香氣怡人三項優點的水果果皮前三名：**鳳梨**果皮、**柳丁**果皮、**西施柚**果皮

本研究發現：

1. 果皮成本低：(前三名) 西施柚、柳丁、鳳梨
2. 糖類成本低：(前三名) 糖蜜、白糖、黃糖
3. 果皮酵素清潔力強：(前三名) 柳丁、鳳梨、檸檬
4. 果皮酵素香氣怡人：(前三名) 鳳梨、檸檬、橘子
5. 蒐集果皮：以校園午餐水果為例，(前三名) 鳳梨、橘子、柳丁

水果名稱	檸檬	西施柚	鳳梨	紅龍果	橘子	柳丁	混合
果皮成本	5	1	3	7	6	2	4
清潔力	3	6	2	7	5	1	4
香氣	2	5	1	7	3	4	6
蒐集	6	4	1	6	2	3	5
總分	16	16	7	26	1	10	19
名次	3	3	1	7	6	2	5

果皮酵素製作，本研究發現兼具成本低廉、洗淨力優、香氣怡人三項優點的水果果皮前三名：**鳳梨**果皮、**柳丁**果皮、**西施柚**果皮（由於西施柚與檸檬總分相同，研究成員討論後認為檸檬果皮成本高且學校不易蒐集到，故擇取西施柚為第3名。）

(三) 果皮酵素製作，本研究發現**柑橘類**水果以**柳丁**果皮製作的**酵素洗淨力最佳**，在校園清潔磨石子地板、清除洗手台上的水皂垢或廁所環境維持，雖然軟化水皂垢的速度無法像化學清潔劑般的快速，但洗淨效果與市售化學清潔劑的效果相去不遠，值得推廣。

二、研究建議、延伸與應用

- (一) 本研究中，因發酵時產生的氣很強，發生三次塑膠瓶氣爆，故使用有蓋之瓶罐製作果皮酵素時勿鎖緊，讓發酵氣體能慢慢洩掉，尤其是第一週發酵最強的階段，避免瓶子被撐破，產生爆破危險。
- (二) 建議水果攤商如販售檸檬汁、柳丁汁或鳳梨業者，很適合將客人捨棄之果皮製作果皮酵素販賣，一方面將廢棄果皮再利用，一方面增加營收，既環保又增加收益，利人又利己。



(三) 果皮酵素，對國小學生環保觀念有幫助，利用果皮酵素用途廣泛的優點，可統計果皮酵素對校園化學清潔劑一年費用的節省比率、統計果皮酵素幫助校園植物驅除害蟲的成功率、統計果皮酵素清洗廁所或洗手台，減少維修次數，以數學統計資料佐證製作果皮酵素確實有用途廣泛、節省金錢的功能。



(四) 製作果皮酵素完成後，會產生許多果皮殘渣，可置於土壤上，增加有機質，成為更肥沃的培養土，果皮酵素稀釋後，可噴灑於植物驅蟲或淨化水質。



(五) 果皮酵素後續延伸研究：

- 觀察糖類在製作過程扮演的角色是幫助發酵，菌母依靠吃碳水化合物活下去，日後可試試以過期汽水、咖啡渣等富含碳水化合物的物質進行果皮酵素研究，將廢棄物活化再利用。
- 由圖16觀察得知果皮酵素有抑制青苔增長的現象，因此延伸研究可朝研製對付校園小黑蚊的果皮酵素配方，清除小黑蚊幼蟲賴以維生的青苔。避免青苔的滋生或是清除青苔，即可避免提供小黑蚊幼蟲生長的食物來源，亦可阻斷小黑蚊滋生棲息地及危害，還給同學更棒的學習環境。



柒、參考資料及其他

資料來源：

(期刊)

柑橘類果皮加工利用，蔡榮哲(2005)，台灣柑橘產業發展研討會專刊，p249

(全國科展網)

- 1.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。
- 2.清潔酵果大不同。中華民國第五十五屆中小學科學展覽會。
- 3.有垢不煩。中華民國第五十五屆中小學科學展覽會。
- 4.神奇的果皮。中華民國第四十七屆中小學科學展覽會。
- 5.清潔溜溜。中華民國第五十二屆中小學科學展覽會。
- 6.看誰最有酵。中華民國第五十屆中小學科學展覽會。

(網站)

- 1.製作環保酵素 https://i-ezm.blogspot.com/p/blog-page_74.html
- 2.台糖健康易購網 <http://www.ego888.com.tw/ego/FrontviewController.do?action=FRONTCAT&FRONTCAT1=03&FRONTCAT2=001>
- 3.台糖砂糖事業部 http://g1.taisugar.com.tw/Sugar/Sugar_show_new.asp
- 4.農產品批發市場交易行情站 <http://amis.afa.gov.tw/fruit/FruitProdDayTransInfo.aspx>
- 5.收費標準::台灣自來水公司【第四區管理處】 https://www4.water.gov.tw/18_newpage/newpage_D.asp

(全國科展相關研究篇目-關鍵字查詢與本研究相關之科展作品)

主題-關鍵字	篇目	相關	備註
水垢	共 1 篇	1 篇	有垢不煩
皂垢	共 0 篇	0 篇	
柑橘	共 12 篇	4 篇	52 屆-鍍金變黃金—賦予台灣柑橘新生命 48 屆-保麗龍不保 53 屆-精油如解液，飛蚊莫摧殘-真薰傳 54 屆-果香四溢—植物香精萃取方式探討
水果酵素	共 4 篇	1 篇	42 屆-靈異照片
果皮酵素	共 2 篇	2 篇	55 屆-清潔酵果大不同 56 屆-魚缸有「酵」清潔---自製果皮酵素之妙用
清潔	共 132 篇	3 篇	55 屆-清潔酵果大不同 56 屆-魚缸有「酵」清潔---自製果皮酵素之妙用 47 屆-神奇的果皮
酵素	共 142 篇	9 篇	52 屆-清潔溜溜 51 屆-環保酵果大-探討環保酵素的製作與應用 59 屆-橘功淨萃~天然去污神品 53 屆-酵順地球 55 屆-酵素洗衣真速效 55 屆-清潔酵果大不同 56 屆-魚缸有「酵」清潔---自製果皮酵素之妙用 56 屆-福木酵素 57 屆-農作物成長酵果好

【評語】 082932

本研究經由多種果皮酵素的製作與洗淨力實驗，篩選兼具成本低廉、洗淨力優、香氣怡人等優點的果皮酵素，提供校園場所的環境維持，具環保與實用功能。在過去的科展中出現很多相關作品，此篇作品針對酵素的製作有深入研究。在刷洗過程中利用電動牙刷的頻率，可有效控制變因，然結果的判別建議可以由更具有科學方式或數據呈現。

壹、研究動機

三年級時，我們以英文為外國訪客介紹果皮酵素製作過程，引發我們研究果皮酵素的興趣，三年級時我們先依據水果產季製作23罐果皮酵素，想了解製作果皮酵素的成本，四年級時我們想找出果皮酵素中，兼具成本低廉、洗淨力優、香氣怡人等優點的水果果皮，現在五年級了，進一步想了解果皮酵素在校園清潔磨石子地板、清除洗手台上的水垢皂垢或廁所環境維持上有什麼幫助？也了解果皮酵素的清潔效果與市售清潔劑有何差別？

貳、研究目的

- 一、了解製作果皮酵素所需的成本
- 二、找出果皮酵素中，兼具成本低廉、洗淨力優、香氣怡人三項優點的水果果皮前三名
- 三、在校園清潔磨石子地板、清除洗手台水垢皂垢及打掃廁所環境時，了解果皮酵素的洗淨力並觀察果皮酵素與市售清潔劑有何差別

參、研究設備及器材

項	重量測量	液體測量	製作果皮酵素	過濾用	地板清潔	其他
設備及器材	電子秤 大壓力力盒 小壓力力盒	量匙2ml 量匙1g 量筒20ml 大滴管 中滴管 小滴管 燒杯250ml 燒杯50ml	6L礦泉水瓶 逆滲透水 黑糖粉 糖蜜 黃糖 白糖 西施柚果皮 檸檬果皮 鳳梨果皮 紅龍果果皮 橘子果皮 柳丁果皮 西施柚落果	濾網 漏斗 紗網	電動牙刷 化妝棉 棉花 醋 檸檬酸 小蘇打粉 自來水 中性洗滌劑 化學清潔劑 (潔霸S浴廁清潔劑)	紙筆 尺 雞蛋 電腦 試算表excel 號碼標籤 寶特瓶 鏟子 白板格線膠帶 奇異筆

肆、研究過程及方法

研洗攻略一：蒐集資料

1. 製作比例為黑糖：果皮：水=1：3：10
2. 製作時間：三個月，發酵6個月或以上的酵素最好。
3. 製作器皿：可密封或有開蓋口的塑膠瓶、塑膠桶（避免爆破危險）
4. 製作大小：果皮切片越小，有助分解，環保酵素無保存期限。
5. 製作環境：空氣流通陰涼處，避免陽光直照，發酵3個月後可使用。
6. 成功果皮酵素判斷方法：液面表層呈現白色，pH值<4，酵素液呈棕黃色，有橘子般的刺激氣，如果呈現黑色，表示腐敗，酵素製作不成功，有臭水溝的惡臭。
7. 注意事項：製作容器須保有20%的發酵空間，低溫會降低酵素的活性。當酵素液腐敗不成功，需加入黑糖再繼續發酵3個月。

研洗攻略二：製作並記錄果皮酵素製作情形



研洗攻略三：計算果皮酵素的製作成本

- 步驟1：統計並平均不同水果的果皮成本
- 步驟2：查詢並計算製作過程有關器材、糖、水、人力及時間等製作支出成本
- 步驟3：以不同省錢策略討論製作成本是否優於市售清潔劑

研洗攻略四：以自製果皮酵素清潔校園磨石子地板

- 步驟1：觀察酵素液以電動牙刷刷洗地板的清潔狀況，並比較實驗組與對照組的差異。
- 步驟2：觀察酵素液靜置地板的清潔狀況，並比較實驗組與對照組的差異。
- 步驟3：觀察以酵素液拖地板的清潔狀況，並比較實驗組與對照組的差異。
- 步驟4：將步驟1-3的實驗結果綜合分析比較，歸納整理出果皮酵素中，兼具成本低廉、地板清潔力優、香氣怡人的水果果皮前三名，清潔力優劣的實驗結果做為後續水垢皂垢清除實驗的參考依據。

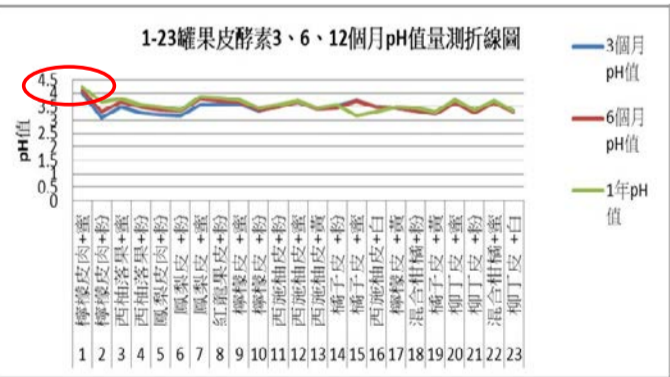
研洗攻略五：以自製果皮酵素清潔校園洗手台及不鏽鋼水槽

- 步驟1：以醋蛋實驗為對照組，進行果皮酵素的水煮蛋殼軟化實驗，確認果皮酵素的酸性能軟化水垢皂垢成份中的碳酸鈣。
- 步驟2：進行校園洗手台及不鏽鋼水槽等點之水垢皂垢的去除實驗，觀察並記錄果皮酵素的清潔效果，找出果皮酵素中效果最佳的水果，並討論實驗中果皮酵素清潔效果與市售清潔劑有何差別

伍、研究結果與討論

研洗攻略一、二觀察與發現：

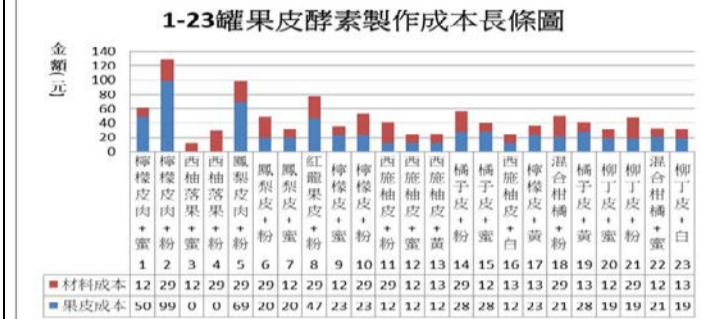
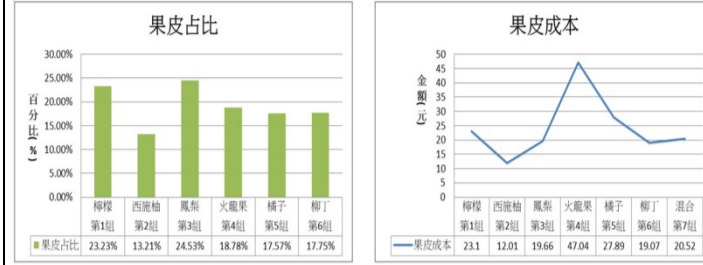
- 除第1瓶，2-23瓶果皮酵素pH值<4。
- 果皮酵素發酵第一週較明顯，氣體較多。
- 發酵期間，瓶內溫度與室溫差異約0.6至1度
- 本研究果皮酵素表層呈現白色，與查詢資料相符。
- 本研究果皮酵素製作發現糖類不一定只能用黑糖粉，改用糖蜜、黃糖及白糖亦能成功製作果皮酵素，且效果不比黑糖粉差。



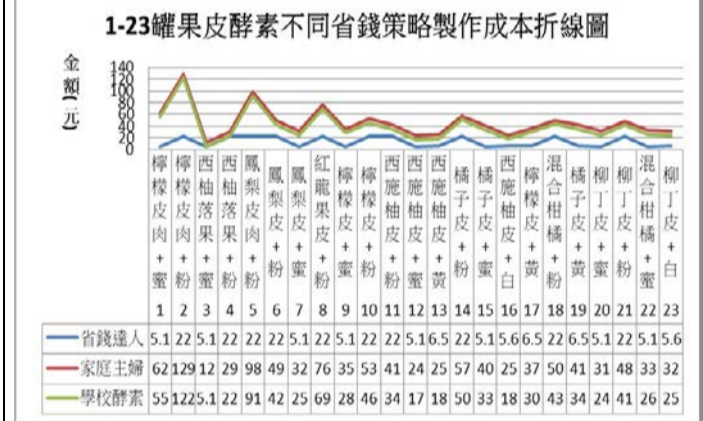
研洗攻略三觀察及發現：

- 果皮成本：西施柚<柳丁<鳳梨<混合<檸檬<橘子<紅龍果
- 糖類成本：糖蜜<白糖<黃糖<黑糖粉，果皮酵素製作要降低成本，以糖蜜為佳。
- 蒐集果皮：以校園午餐水果為例，鳳梨）橘子）柳丁）西施柚）檸檬
- 其他發現：出水比率以鳳梨皮最佳、檸檬皮次之、柳丁較差

種類	果皮占比	840克	果皮成本	1kg價格
檸檬	23.23%	25.38顆	23.1元	27.5元
西施柚	13.21%	6.87顆	12.01元	14.3元
紅龍果	18.78%	9.06顆	47.04元	56.0元
鳳梨	24.53%	1.64顆	19.66元	23.4元
橘子	17.57%	32.43顆	27.89元	33.2元
柳丁	17.75%	43.98顆	19.07元	22.7元
水2800ml	0.02元	瓶罐	7元	
糖280克	糖蜜5.07元	黑糖22.4元	黃糖6.44元	白糖5.6元



以省錢達人、家庭主婦及學校學生不同觀點的省錢策略，討論發現三種方式的果皮酵素製作成本均低於市售3公升地板清潔劑，與蒐集資料所述「節省金錢」相符。因此學生學習製作果皮酵素是為環保進一份心力，也是另類儲蓄的方法，節省家庭清潔劑的開銷。

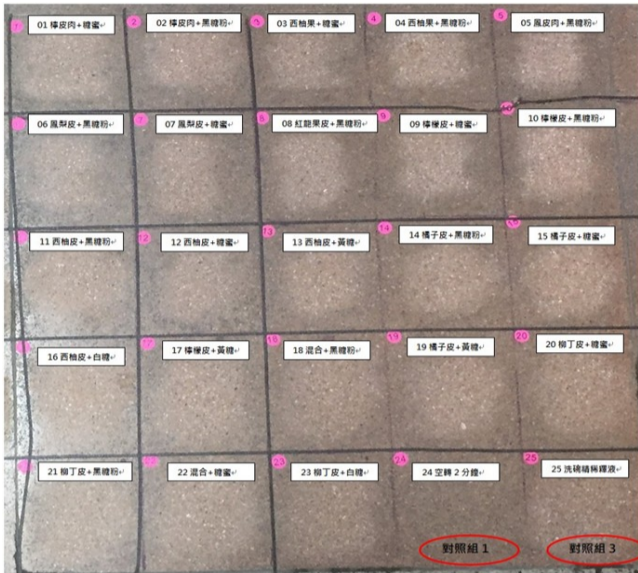


製作果皮酵素完成後，會產生許多果皮殘渣，可置於土壤上，增加有機質，成為更肥沃的培養土，另外由文獻查詢得知，果皮酵素稀釋後，可噴灑於植物驅蟲或淨化水質。



研洗攻略四觀察及發現：

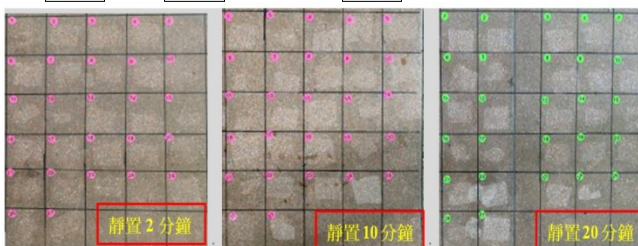
項	實驗一	實驗二	實驗三
實驗名稱 / 實驗組及對照組	觀察果皮酵素以電動牙刷刷洗地板的清潔狀況	觀察果皮酵素以液體靜置地板的清潔狀況	觀察果皮酵素以模擬拖地板的清潔狀況
實驗組1	2ml酵素原液	2ml酵素原液	2ml酵素原液
對照組1-1	不沾任何物品，空轉	2ml醋液原液	2ml醋液原液
對照組1-2	2ml自來水	2ml小蘇打水	2ml小蘇打水
對照組1-3		2ml洗滌精	2ml洗滌精
對照組1-4		2ml檸檬酸液	2ml檸檬酸液
實驗組2	2ml自製果皮酵素清潔劑	2ml自製果皮酵素清潔劑	2ml自製果皮酵素清潔劑
對照組2-1	不沾任何物品，空轉	2ml醋液清潔劑	2ml醋液清潔劑
對照組2-2	2ml洗滌精清潔劑	2ml小蘇打水清潔劑	2ml小蘇打水清潔劑
對照組2-3		2ml洗滌精清潔劑	2ml洗滌精清潔劑
對照組2-4		2ml檸檬酸清潔劑	2ml檸檬酸清潔劑
實驗時間	運轉電動牙刷2分鐘	靜置時間2分鐘、10分鐘及20分鐘	棉片來回模擬拖地板動作2分鐘
稀釋比例	1：5	1：5	1：5
備註	本研究使用之清潔劑、果皮酵素、醋液、小蘇打水及檸檬酸與中性洗滌精和自來水的比例為1：1：5，果皮酵素為實驗組，編號1-23，其餘為對照組，編號依序醋液24、小蘇打水25、洗滌精26、檸檬酸27。		



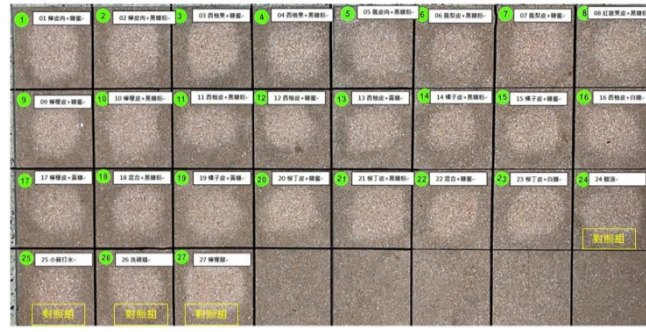
- 觀察果皮酵素以電動牙刷刷洗地板的清潔狀況：本研究1-23罐果皮酵素相較於對照組(自來水及空轉2分鐘)有較佳之清潔效果。
- 果皮酵素加洗碗精的效果優於單純使用自來水或洗碗精，因此若將果皮酵素運用在校園清潔或家庭清潔，可降低清潔劑的使用量，減少環境負擔，相對較環保。
- 洗碗精因成份中的起泡劑易產生泡沫，在清潔後須使用較多的清水洗淨，果皮酵素清潔劑雖有泡沫，但較易洗淨清除，因此若將果皮酵素運用在校園清潔或家庭清潔，可降低水的使用量，相對較省水。



- 觀察果皮酵素以液體靜置地板的清潔狀況：本研究1-23罐果皮酵素淨白地板效果均不及醋液及檸檬酸，相較於小蘇打水、洗碗精均有較佳之淨白地板效果。
- 靜置效果優於電動牙刷刷洗



- 靜置20分鐘效果優於靜置10分鐘，靜置10分鐘優於2分鐘。即靜置時間長淨白地板效果優
- 果皮酵素原汁靜置2分鐘、10分鐘及20分鐘的淨白地板效果雖不及醋液原液，但隨著靜置時間愈長，效果差異逐漸縮小。



- 觀察果皮酵素以模擬拖地板的清潔狀況：本研究1-23罐果皮酵素原汁及果皮酵素清潔劑在模擬拖地板實驗中均有淨白地板效果，但不及醋液跟檸檬酸，淨白地板效果優於小蘇打水跟洗碗精，與觀察果皮酵素以液體靜置地板清潔狀況的實驗結果相同。
- 觀察酵素液以電動牙刷刷洗地板、靜置地板及模擬拖地板的清潔狀況，比較實驗組與對照組的差異發現：清潔力由高至低均出現檸檬酸>醋液>果皮酵素>洗碗精>小蘇打水

清潔力指數	檸檬皮	西施柚	鳳梨	紅龍果	橘子	柳丁	混合
電刷-第1次	7	7	7	7	7	7	7
電刷-第2次	7	7	7	7	7	7	7
電刷-第3次	7	7	7	7	7	7	7
電刷-第4次	7	7	7	7	7	7	7
電刷-第5次	7	7	7	7	7	7	7
電刷-第6次	7	7	7	7	7	7	7
靜置-第1次	7	7	7	7	7	7	7
靜置-第2次	7	7	7	7	7	7	7
靜置-第3次	7	7	7	7	7	7	7
靜置-第4次	6	5	7	7	7	7	7
模擬-第1次	7	7	7	7	7	7	7
模擬-第2次	7	7	7	7	7	7	7
模擬-第3次	7	7	7	7	7	7	7
模擬-第4次	7	7	7	7	7	7	7
總計	91	95	98	84	74	86	88



將清潔力實驗結果製作得分表，綜合分析比較，歸納整理出果皮酵素中，兼具成本低廉、地板清潔力優香氣怡人的水果果皮前三名，清潔力優劣的實驗結果做為後續水垢皂垢清除實驗的參考依據。

清潔校園	檸檬皮	西施柚	鳳梨	紅龍果	橘子	柳丁	混合
實驗/酵素編號	10	11	6	8	14	21	18
實驗第1次	4	6	5	7	2	1	3
實驗第2次	1	7	3	6	4	2	5
實驗第3次	3	7	2	5	6	1	4
實驗第4次	2	6	1	4	7	2	3
實驗第5次	2	4	1	5	7	3	6
實驗第6次	1	4	3	6	7	2	5
實驗第7次	3	6	2	4	7	1	5
實驗第8次	2	5	1	4	6	3	7
實驗第9次	4	5	3	6	2	1	7
實驗第10次	5	6	3	7	1	2	4
實驗第11次	2	5	3	4	7	1	6
實驗第12次	1	5	4	2	7	3	6
得分總計	30	66	31	60	63	22	61
名次	2	7	3	4	6	1	5

- 柑橘類水果中以柳丁表現較佳。
- 黑糖粉組及糖蜜組均出現果皮酵素清潔力前3名為柳丁、鳳梨及檸檬。

	黑糖粉組	糖蜜組	綜合評比
評比人數	131	133	
檸檬組	402分	2	485分
西施柚組	518分	3	636分
鳳梨組	380分	1	281分
紅龍果組	634分	7	X
橘子組	596分	6	464分
柳丁組	566分	4	453分
混合組	566分	4	480分

- 果皮酵素香氣(依黑糖粉分類,香味評比前3名): 鳳梨>檸檬>西施柚
- 果皮酵素香氣(依糖蜜分類,香味評比前3名): 鳳梨>柳丁>橘子
- 果皮酵素香氣(綜合評比,將評選結果平均,香味評比前3名): 鳳梨>檸檬>橘子
- 香氣怡人的果皮酵素,糖類多使用黑糖粉。

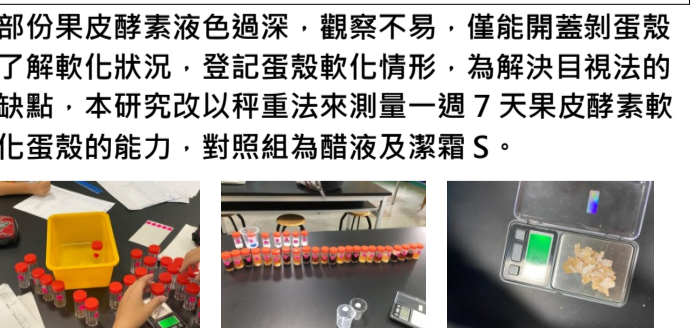
本研究發現：

- 甲、果皮成本：西施柚<柳丁<鳳梨<混合<檸檬<橘子<紅龍果
- 乙、糖類成本：糖蜜<白糖<黃糖<黑糖粉
- 丙、果皮酵素清潔力:(強)柳丁>鳳梨>檸檬>混合>橘子>西施柚>紅龍果(弱)
- 丁、果皮酵素香氣:(O)鳳梨>檸檬>柳丁>混合>橘子>西施柚>紅龍果(X)
- 戊、清潔力由高至低,分別為檸檬酸>醋>果皮酵素>洗碗精>小蘇打水
- 己、蒐集果皮:以校園午餐水果為例,(快)鳳梨>橘子>柳丁>西施柚>混合>檸檬>紅龍果(慢)
- 庚、果皮酵素製作,本研究發現兼具成本低廉、洗淨力優、香氣怡人三項優點的水果果皮前三名:鳳梨、柳丁、西施柚

果皮種類	檸檬果皮	西施柚果皮	鳳梨果皮	紅龍果果皮	橘子果皮	柳丁果皮	混合果皮
果皮成本	5	1	3	7	6	2	4
清潔力	3	6	2	7	5	1	4
香氣評比	2	5	1	7	5	3	4
蒐集速度	6	4	1	6	2	3	5
得分總計	16	16	7	27	18	9	17
名次	3	3	1	7	6	2	5

研洗攻略五觀察及發現

醋蛋實驗的原理是利用醋的酸性軟化消失蛋殼的碳酸鈣	水垢的主要成份是碳酸鈣，常見清除藥劑品為檸檬酸	網路清潔達人建議清除水垢時可將檸檬酸在清除物品上覆蓋一段時間讓效果增強
推測果皮酵素的酸性可軟化水垢、皂垢。	推測以柑橘類果皮酵素效果可能不錯	與本研究果皮酵素清潔磨石子地板時的發現不謀而合。
柳丁果皮酵素	西施柚果皮酵素	檸檬果皮酵素
鳳梨果皮酵素	橘子果皮酵素	紅龍果果皮酵素
果皮酵素與醋都出現蛋殼消失的現象，果皮酵素與醋均是利用酸性分解蛋殼的碳酸鈣，因此利用果皮酵素的酸性來軟化水垢、皂垢是確實可行的。		
化學清潔劑與蛋殼產生泡沫情形快速又濃密，效果驚人，優於醋及果皮酵素。		
部份果皮酵素液色過深，觀察不易，僅能開蓋剝蛋殼了解軟化狀況，登記蛋殼軟化情形，為解決目視法的缺點，本研究改以秤重法來測量一週7天果皮酵素軟化蛋殼的能力，對照組為醋液及潔露S。		





本研究果皮酵素與蛋殼碳酸鈣的化學反應：

- 柑橘類水果中以**柳丁**及**橘子**表現較佳。
- 查詢資料發現清除水垢的常見清除藥劑品為檸檬酸，但**本研究發現**檸檬果皮製作的果皮酵素卻不是表現最佳者，**柳丁**表現優於檸檬，卻非市售清潔劑常用材料，我們推測檸檬酸經過特殊製作手續，酸性遠大於我們製作的果皮酵素，同時檸檬的清香較受消費者喜愛，所以市售清潔劑以檸檬為主力商品，而非柳丁。

以自製果皮酵素清潔校園廁所、洗手台及不鏽鋼水槽：



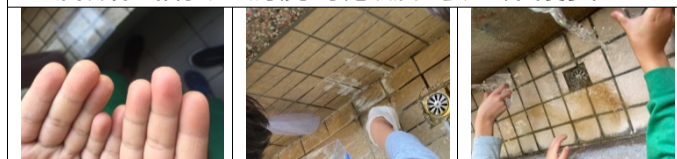
觀察學校廁所洗手台、班級洗手台及科任教室不鏽鋼洗手台等地點，發現洗手台凹凸不平，凹陷處易有青苔、黴菌或水垢、皂垢較厚，且青苔或黴菌有根部深入水泥。



果皮酵素、醋先敷在清潔處 10 分鐘，可軟化水垢皂垢，讓刷洗更省力，與查詢資料相符，因此果皮酵素是清除水垢的環保清潔劑。

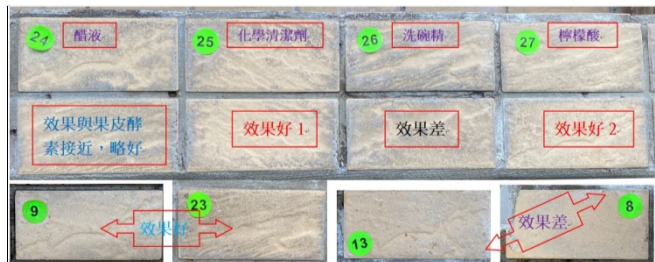


化學清潔劑無須等待可立即軟化水垢、皂垢，但腐蝕性較強，清洗時應戴手套，維護安全。



化學清潔劑（潔霜 S）使用一段時間後讓人不舒服，**手部**出現**脫皮**現象，使用中產生**大量泡沫**，需用大量清水沖淨洗台，以**果皮酵素及醋**來清潔相對有省水的功效

果皮酵素以電動牙刷刷洗班級洗手台及不鏽鋼水槽的狀況：



水皂垢清潔	柳丁皮+粉	檸檬皮+粉	西施柚皮+粉	鳳梨皮+粉	紅龍果皮+粉	橘子皮+粉	柳丁皮+粉	混合柑橘+粉	西施柚皮+粉	鳳梨皮+粉	柳丁皮+粉	混合柑橘+粉	柳丁皮+粉	混合柑橘+粉	柳丁皮+粉	混合柑橘+粉	柳丁皮+粉	混合柑橘+粉						
實驗/酵素編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
班級-第1次	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
班級-第2次	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
水槽-第1次	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
水槽-第2次	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
水槽-第3次	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
水槽-第4次	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
總計	42	42	42	32	37	27	42	41	33	42	40	42	42	34	33	34	38	38	32	32	37	38	20	
排名	-	-	-	-	-	2	-	5	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	3	3	-	-	1	

水皂垢清潔	黑糖粉組	檸檬皮+粉	西施柚皮+粉	鳳梨皮+粉	紅龍果皮+粉	橘子皮+粉	柳丁皮+粉	混合柑橘+粉	糖蜜組	檸檬皮+粉	西施柚皮+粉	鳳梨皮+粉	柳丁皮+粉	混合柑橘+粉
實驗/酵素編號	10	11	6	8	14	21	18	9	12	7	15	20	22	
實驗第1次	1	5	4	2	7	3	6	1	4	5	6	2	3	
實驗第2次	5	6	3	7	1	2	4	4	2	1	5	3	6	
實驗第3次	4	5	3	6	2	1	7	6	4	2	5	3	1	
實驗第4次	2	5	3	4	7	1	6	4	6	5	1	2	3	
實驗第5次	2	5	1	4	6	3	7	2	6	3	5	1	4	
實驗第6次	3	6	2	4	7	1	5	5	6	1	4	2	3	
得分總計	17	32	16	27	30	11	35	22	28	17	26	13	20	
名次	3	6	2	4	5	1	7	4	6	2	5	1	3	

- 果皮酵素**水皂垢清潔能力**前3名：**柳丁**>**鳳梨**>**檸檬**，實驗結果與果皮酵素清潔磨石子地板相同。
- 本研究1-23罐果皮酵素具**水皂垢清潔能力**，**柑橘類果皮**以**柳丁皮**製作的酵素**表現最佳**。果皮酵素適合當校園環境清潔劑。
- 本研究以柳丁酵素的清潔效果最佳，但市售清潔用品以檸檬、橘子或柚子產品為主，柳丁酵素效果偏好，卻不受到商人喜愛，推測是柳丁香味市場調查的接受度不高。

陸、結論與建議

結論

- 一、製作果皮酵素所需的成本，依果皮種類及材料收集方式而有變化
 - 對酸味忍受度高者，以西施柚+糖蜜+水，成本較低廉；
 - 對香氣講究者，以鳳梨+糖蜜+水，成本較低廉；
 - 對學校學生製作而言，以柳丁+白糖+水，成本較低廉；
 - 對地板清潔力而言，以柳丁+白糖+水，成本較低廉；
 - 對香氣+產量+地板清潔力綜合評比，以鳳梨+糖蜜+水，成本較低廉。
- 二、兼具成本低廉、洗淨力優、香氣怡人三項優點的水果果皮前三名：**鳳梨果皮**、**柳丁果皮**、**西施柚果皮**
 - 果皮成本低：西施柚、柳丁、鳳梨
 - 糖類成本低：糖蜜、白糖、黃糖
 - 果皮酵素清潔力強：柳丁、鳳梨、檸檬
 - 果皮酵素香氣怡人：鳳梨、檸檬、柳丁
 - 果皮蒐集快：以校園午餐水果為例，鳳梨、橘子、柳丁
 - **柑橘類水果以柳丁果皮製作的酵素洗淨力最佳**，在校園清潔磨石子地板、清除洗手台上的水皂垢或廁所環境維持，雖然軟化水皂垢的速度無法像化學清潔劑般的快速，但洗淨效果與市售化學清潔劑的效果相去不遠，值得推廣。

研究建議與應用

- 本研究中，因發酵時產生的氣很強，發生三次塑膠瓶氣爆，故使用有蓋之瓶罐製作果皮酵素時勿鎖緊，讓發酵氣體能慢慢洩掉，尤其是第一週發酵最強的階段，避免瓶子被撐破，產生爆破危險。



- 建議水果攤商如販售檸檬汁、柳丁汁或鳳梨業者，很適合將客人捨棄之果皮製作果皮酵素販賣，一方面將廢棄果皮再利用，一方面增加營收，既環保又增加收益，利人又利己。
- 果皮酵素，對國小學生環保觀念有幫助，利用果皮酵素用途廣泛的優點，可統計果皮酵素對校園化學清潔劑一年費用的節省比率、統計果皮酵素幫助校園植物驅除害蟲的成功率、統計果皮酵素清洗廁所或洗手台，減少維修次數，以數學統計資料佐證製作果皮酵素確實有用途廣泛、節省金錢的功能。



去除水龍頭水皂垢 去除鏡面水皂垢 去除檯面汗漬 潔淨的廁所

- 製作果皮酵素完成後，會產生許多果皮殘渣，可置於土壤上，增加有機質，成為更肥沃的培養土，果皮酵素稀釋後，可噴灑於植物驅蟲或淨化水質。



肥沃的培養土 多肉植物茂密生長 植物驅蟲 淨化水質

後續延伸研究：

- 觀察糖類在製作過程扮演的角色是幫助發酵，菌母依靠吃碳水化合物活下去，日後可試試以過期汽水、咖啡渣等富含碳水化合物的物質進行果皮酵素研究，將廢棄物活化再利用。
- 研製對付校園小黑蚊的果皮酵素配方，清除小黑蚊幼蟲賴以維生的青苔。避免青苔滋生或將青苔清除，是阻斷小黑蚊幼蟲生長食物來源，縮小小黑蚊滋生棲息地，還給同學更棒的學習環境。



柒、參考資料及其他

- (期刊)
- 柑橘類果皮加工利用，蔡榮哲(2005)，台灣柑橘產業發展研討會專刊，p249 (全國科展網)
1. 環保『酵』果大？—探討環保酵素的製作與應用。中華民國第51屆中小學科學展覽會。
 2. 清潔酵果大不同。中華民國第55屆中小學科學展覽會。
 3. 有垢不煩。中華民國第55屆中小學科學展覽會。
 4. 神奇的果皮。中華民國第47屆中小學科學展覽會。
 5. 清潔溜溜。中華民國第52屆中小學科學展覽會。
 6. 看誰最有酵。中華民國第50屆中小學科學展覽會。
- (網站)
- 製作環保酵素 https://i-ezm.blogspot.com/p/blog-page_74.html