

嘉義市第 38 屆中小學科學展覽會

作品說明書

科 別：生活與應用科學科（2）（環保與民生）

組 別：國小組

作品名稱：研洗攻略～探討果皮酵素的洗淨力

關 鍵 詞：果皮酵素、地板清潔、水皂垢去除

編 號：

研洗攻略～探討果皮酵素的洗淨力

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、二發現：

- 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，效果不比黑糖粉差，且能**降低成本**，尤以**糖蜜**為佳。
- 本研究製作果皮酵素的**果皮成本**：(由低至高排列)
西施柚〈**柳丁**〉**鳳梨**〈**混合**〉**檸檬**〈**橘子**〉**紅龍果**
- 本研究製作果皮酵素的**糖類成本**：(由低至高排列)
糖蜜〈**白糖**〉**黃糖**〈**黑糖粉**

二、 攻略三、四發現：

- 果皮酵素製作，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
- **洗淨力**前三名：**柳丁**果皮、**檸檬**果皮、**鳳梨**果皮
- **香味**前三名：**鳳梨**果皮、**西施柚**果皮、**柳丁**果皮

三、 攻略五發現：

- 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，洗淨效果與市售化學清潔劑的效果相去不遠，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？也想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 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 鏟子 白板格線膠 帶

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，還對環保起著很大的作用，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：
 - a、液面：在表層呈現白色，表示製作得很成功味。
 - b、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。
 - c、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。

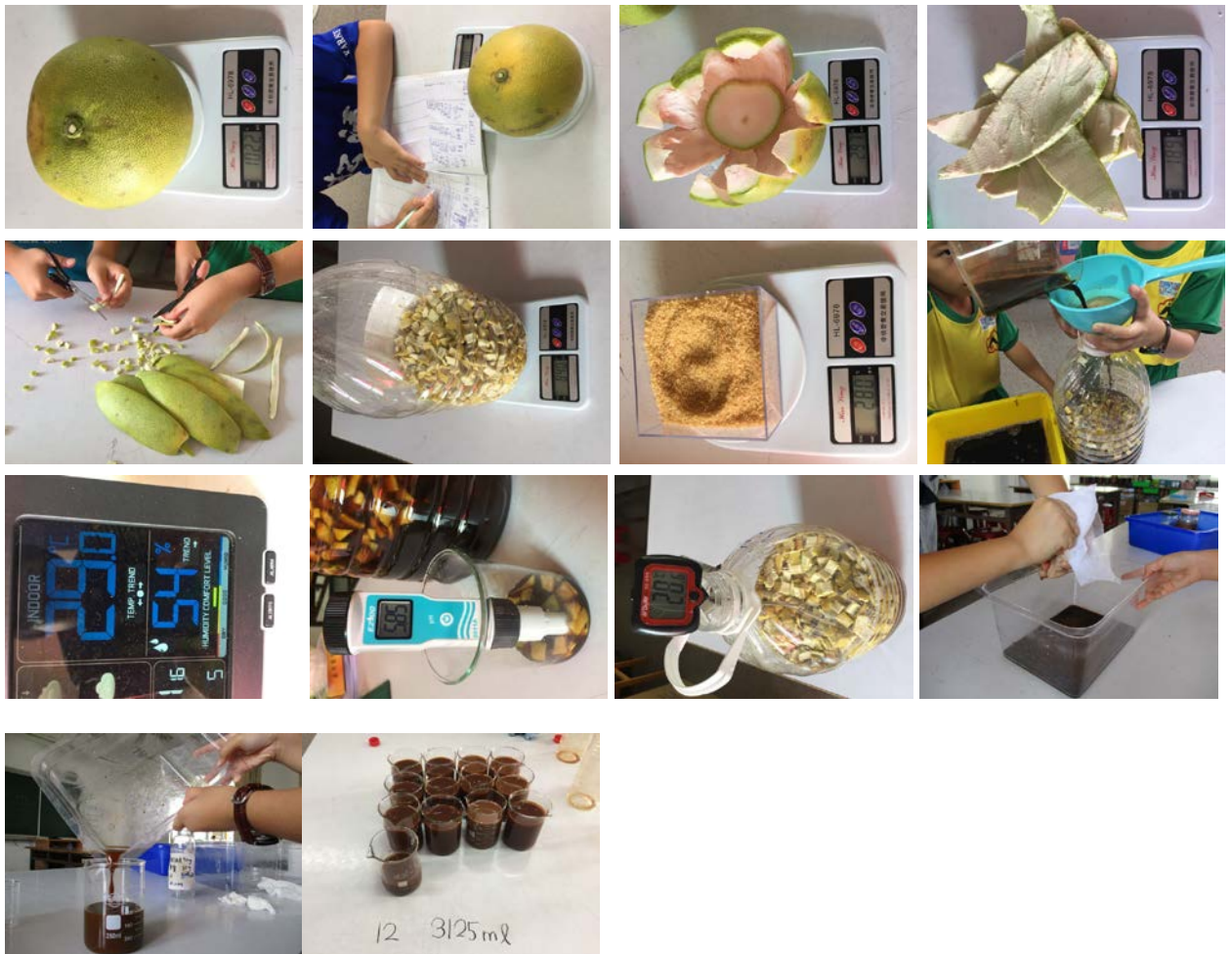
- e、 如果發現蟲或蒼蠅卵，需把蓋子封密，讓蟲卵失去與空氣接觸的機會而自行分解，從而加強酵素的蛋白質。
- f、 6.如果在表層呈現白色，表示製作得很成功，這層白色的膜可直接擦在皮膚上當作護膚保養品。

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，水採用逆滲透飲用水，避免自來水中的微生物或雜質破壞果皮酵素製作，參考蒐集到的果皮酵素製作方法，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），所以瓶內的果皮酵素材料不可超過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
室溫平均值	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
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
室溫 平均值	28.3	27.4	27.4	27.4	27.3	27.3	27.3	26.9	26.9	26	26
室溼度 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
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

1. 實驗組與對照組

(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)

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1：1：10)(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洗碗精稀釋液(中性洗碗精：自來水=1：10)置於地板後，運轉電動牙刷2分鐘(號碼25)

(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10ml果皮酵素原汁浸濕化妝棉置於地板後，靜置2分、10分及20分鐘(號碼1-23)

對照組1：取10ml小蘇打水清潔劑浸濕化妝棉置於地板後，靜置2分、10分及20分鐘(備註：小蘇打水清潔劑中，小蘇打粉：自來水的比例為1：10)(號碼24)

對照組2：取10ml醋液原汁浸濕化妝棉置於地板後，靜置2分、10分及20分鐘(號碼25)

對照組3：取10ml自製洗碗精清潔劑浸濕化妝棉置於地板後，靜置2分、10分及20分鐘(備註：自製洗碗精清潔劑中，中性洗碗精：自來水的比例為1：10)(號碼26)

乙、實驗組2：取10ml自製果皮酵素清潔劑浸濕化妝棉置於地板後，靜置10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1：1：10)(號碼1-23)

對照組1：取10ml小蘇打水清潔劑浸濕化妝棉置於地板後，靜置2分、10分及20分鐘(備註：小蘇打水清潔劑中，小蘇打粉：自來水的比例為1：10)(號碼24)

對照組2：取10ml醋液稀釋液浸濕化妝棉置於地板後，靜置2分、10分及20分鐘(備註：醋液稀釋液中，醋液：自來水的比例為1：10)(號碼25)

對照組3：取10ml自製洗碗精清潔劑浸濕化妝棉置於地板後，靜置2分、10分及20分鐘（備註：自製洗碗精清潔劑中，中性洗碗精：自來水的比例為1：10）（號碼26）

（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果皮酵素原汁稀釋液（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1：取10ml小蘇打水清潔劑浸濕化妝棉，以鑷子夾化妝棉片來回模擬拖地板動作2分鐘（備註：小蘇打水清潔劑中，小蘇打粉：自來水的比例為1：10）（號碼24）

對照組2：取10ml醋液稀釋液浸濕化妝棉，以鑷子夾化妝棉片來回模擬拖地板動作2分鐘（備註：醋液稀釋液中，醋液：自來水的比例為1：10）（號碼25）

對照組3：取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：自製洗碗精清潔劑中，中性洗碗精：自來水的比例為1：10）（號碼26）

乙、實驗組2：取10ml自製果皮酵素清潔劑浸濕化妝棉，以鑷子夾化妝棉片來回模擬拖地板動作2分鐘（備註：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1：1：10）（號碼1-23）

對照組1：取10ml小蘇打水清潔劑浸濕化妝棉，以鑷子夾化妝棉片來回模擬拖地板動作2分鐘（備註：小蘇打水清潔劑中，小蘇打粉：自來水的比例為1：10）（號碼24）

對照組2：取10ml醋液稀釋液浸濕化妝棉，以鑷子夾化妝棉片來回模擬拖地板動作2分鐘（備註：醋液稀釋液中，醋液：自來水的比例為1：10）（號碼25）

對照組3：取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：自製洗碗精清潔劑中，中性洗碗精：自來水的比例為1：10）（號碼26）

2.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廁所、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：進行校園廁所、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

研洗攻略一、二：記錄果皮酵素製作情形及發現

- (一) 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。
- (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	4.11	3.31	3.67	3.49	3.40	3.34	3.77	3.70	3.69	3.39	3.50	3.68
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	3.41	3.47	3.70	3.50	3.47	3.36	3.22	3.65	3.29	3.64	3.31
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

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（ $840/33.1 \approx 25.38$ ），購置檸檬的金額為99.45元，其中**純果皮成本約23.1元**（皮肉成本約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（ $840/122.3 \approx 6.87$ ），**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顆火龍果，每顆平均重量493.7公克，每顆果皮平均92.7克，果皮約佔1顆火龍果的18.78%，亦即蒐集840公克的火龍果果皮需要購置9.06顆火龍果（ $840/92.7 \approx 9.06$ ），**每瓶**火龍果酵素須購置火龍果的金額為250.52元，其中火龍果**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**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÷1000)	0.0275 元	0.0143 元	0.056 元	0.0234 元	0.0332 元	0.0227 元	
D 每斤均價 (Bx0.6)	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÷Ex100%)	23.23%	13.21%	18.78%	24.53%	17.57%	17.75%	
H 果實數量 (840÷E)	25.38 顆	6.87 顆	9.06 顆	1.64 顆	32.43 顆	43.98 顆	
I 購置金額 (ExCxH)	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 (FxCxH)	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 (IxG)	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、 糖的成本：以台糖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

丁、 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**

戊、 **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X30天=60分鐘=1小時，故**每瓶製作成本150元**。

己、 **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）

庚、 **因身為地球一份子，應有為環保進一份心力的責任，本研究討論不計入此項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 製作成本
1	檸檬皮肉	糖蜜	49.73	0.02	5.04	7	-49.73	12.06
2	檸檬皮肉	黑糖粉	99.45	0.02	22.4	7	-99.45	29.42
3	西施柚落果	糖蜜	0	0.02	5.04	7	0	12.06
4	西施柚落果	黑糖粉	0	0.02	22.4	7	0	29.42
5	鳳梨皮肉	黑糖粉	68.92	0.02	22.4	7	-68.92	29.42
6	鳳梨皮	黑糖粉	19.66	0.02	22.4	7	-19.66	29.42
7	鳳梨皮	糖蜜	19.66	0.02	5.04	7	-19.66	12.06
8	紅龍果皮	黑糖粉	47.04	0.02	22.4	7	-47.04	29.42
9	檸檬皮	糖蜜	23.1	0.02	5.04	7	-23.1	12.06
10	檸檬皮	黑糖粉	23.1	0.02	22.4	7	-23.1	29.42
11	西施柚皮	黑糖粉	12.01	0.02	22.4	7	-12.01	29.42
12	西施柚皮	糖蜜	12.01	0.02	5.04	7	-12.01	12.06
13	西施柚皮	黃糖	12.01	0.02	6.44	7	-12.01	13.46
14	橘子皮	黑糖粉	27.89	0.02	22.4	7	-27.89	29.42
15	橘子皮	糖蜜	27.89	0.02	5.04	7	-27.89	12.06
16	西施柚皮	白糖	12.01	0.02	5.6	7	-12.01	12.62
17	檸檬皮	黃糖	23.1	0.02	6.44	7	-23.1	13.46
18	混合	黑糖粉	20.52	0.02	22.4	7	-20.52	29.42
19	橘子皮	黃糖	27.88	0.02	6.44	7	-27.89	13.46
20	柳丁皮	糖蜜	19.07	0.02	5.04	7	-19.07	12.06
21	柳丁皮	黑糖粉	19.07	0.02	22.4	7	-19.07	29.42
22	混合	糖蜜	20.52	0.02	5.04	7	-20.52	12.06
23	柳丁皮	白糖	19.07	0.02	5.6	7	-19.07	12.62

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12.06元～29.42元，遠低於市售3L地板清潔劑(查詢網路momo購物網約152元至210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。

研究發現：

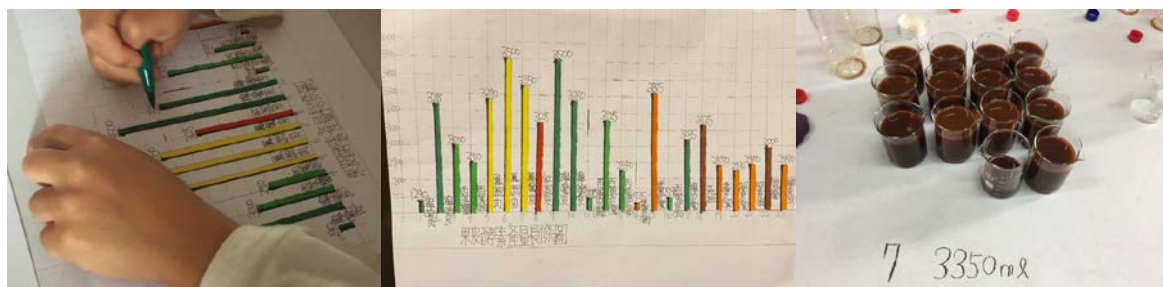
甲、由下頁表格資料發現，製作果皮酵素，三種方式成本均低於市售3L地板清潔劑(查詢網路momo購物網約152元至210元)，與蒐集資料所述「節省金錢」相符。因此學生學習製作果皮酵素除了是為環保進一份心力，亦是另類儲蓄的方法，節省家庭清潔劑的開銷。

乙、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。

丙、本研究發現製作果皮酵素成本：

- 果皮成本：(低) 西施柚 < 柳丁 < 鳳梨 < 混合 < 檸檬皮 < 橘子皮 < 紅龍果皮 (高)
- 糖類成本：(低) 糖蜜 < 白糖 < 黃糖 < 黑糖粉
- 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

瓶	果皮種類	果皮回收成本	酵素製作材料成本	實際收益	省錢達人成本	家庭主婦成本	學校酵素成本
1	檸檬皮肉+蜜	-49.73	12.06	-37.67	5.06	61.79	54.79
2	檸檬皮肉+粉	-99.45	29.42	-70.03	22.42	128.87	121.87
3	西柚落果+蜜	0	12.06	12.06	5.06	12.06	5.06
4	西柚落果+粉	0	29.42	29.42	22.42	29.42	22.42
5	鳳梨皮肉+粉	-68.92	29.42	-39.5	22.42	98.34	91.34
6	鳳梨皮 +粉	-19.66	29.42	9.76	22.42	49.08	42.08
7	鳳梨皮 +蜜	-19.66	12.06	-7.6	5.06	31.72	24.72
8	紅龍果皮+粉	-47.04	29.42	-17.62	22.42	76.46	69.46
9	檸檬皮 +蜜	-23.1	12.06	-11.04	5.06	35.16	28.16
10	檸檬皮 +粉	-23.1	29.42	6.32	22.42	52.52	45.52
11	西施柚皮+粉	-12.01	29.42	17.41	22.42	41.43	34.43
12	西施柚皮+蜜	-12.01	12.06	0.05	5.06	24.07	17.07
13	西施柚皮+黃	-12.01	13.46	1.45	6.46	25.47	18.47
14	橘子皮 +粉	-27.89	29.42	1.53	22.42	57.31	50.31
15	橘子皮 +蜜	-27.89	12.06	-15.83	5.06	39.95	32.95
16	西施柚皮+白	-12.01	12.62	0.61	5.62	24.63	17.63
17	檸檬皮 +黃	-23.1	13.46	-9.64	6.46	36.56	29.56
18	混合柑橘+粉	-20.52	29.42	8.9	22.42	49.94	42.94
19	橘子皮 +黃	-27.89	13.46	-14.43	6.46	41.35	34.35
20	柳丁皮 +蜜	-19.07	12.06	-7.01	5.06	31.13	24.13
21	柳丁皮 +粉	-19.07	29.42	10.35	22.42	48.49	41.49
22	混合柑橘+蜜	-20.52	12.06	-8.46	5.06	32.58	25.58
23	柳丁皮 +白	-19.07	12.62	-6.45	5.62	31.69	24.69



丁、其他發現：

- 出水比率以鳳梨皮最佳、檸檬皮次之、柳丁較差，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	336.79	1290	1400	-110		瓶口大蒸發多
2	檸檬皮肉+粉	403.87	3218	2800	418	14.93%	
3	西柚落果+蜜	287.06	3000	2800	200	7.14%	
4	西柚落果+粉	304.42	2910	2800	110	3.93%	
5	鳳梨皮肉+粉	373.34	3290	2800	490	17.50%	
6	鳳梨皮 +粉	324.08	3500	2800	700	25.00%	
7	鳳梨皮 +蜜	306.72	3350	2800	550	19.64%	
8	紅龍果皮+粉	351.46	3128	2800	328	11.71%	
9	檸檬皮 +蜜	310.16	3500	2800	700	25.00%	
10	檸檬皮 +粉	327.52	3280	2800	480	17.14%	
11	西施柚皮+粉	316.43	2710	2800	-90		氣爆損失
12	西施柚皮+蜜	299.07	3125	2800	325	11.61%	
13	西施柚皮+黃	300.47	2840	2800	40	1.43%	
14	橘子皮 +粉	332.31	1725	2800	-1075		氣爆損失
15	橘子皮 +蜜	314.95	3315	2800	515	18.39%	
16	西施柚皮+白	299.63	2790	2800	-10		氣爆損失
17	檸檬皮 +黃	311.56	3035	2800	235	8.39%	
18	混合柑橘+粉	324.94	3125	2800	325	11.61%	
19	橘子皮 +黃	316.35	2870	2800	70	2.50%	
20	柳丁皮 +蜜	306.13	2930	2800	130	4.64%	
21	柳丁皮 +粉	323.49	2980	2800	180	6.43%	
22	混合柑橘+蜜	307.58	3000	2800	200	7.14%	
23	柳丁皮 +白	306.69	2970	2800	170	6.07%	

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），

本研究1-23罐果皮酵素相較於對照組均有較佳之清潔地板效果。

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）



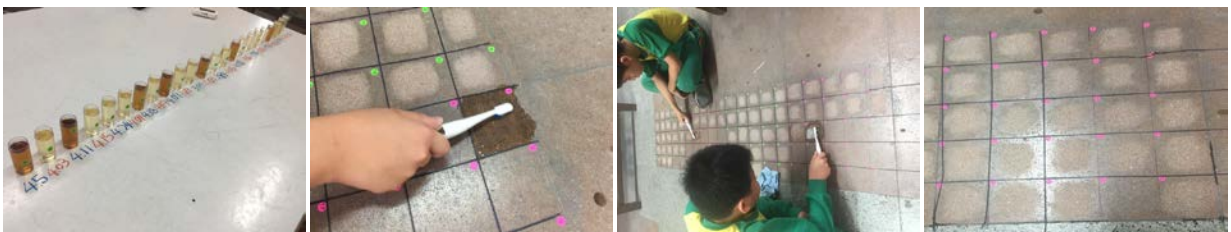
乙、實驗組2：取2ml自製果皮酵素清潔劑置於地板後，運轉電動牙刷2分鐘（備註：

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1：1：10）

（號碼1-23），**本研究1-23罐自製果皮酵素清潔劑相較於對照組均有較佳之清潔地板效果。**

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洗碗精稀釋液（中性洗碗精：自來水=1：10）置於地板後，運轉電動牙刷2分鐘（號碼25）



丙、研究發現：

- **果皮酵素**加洗碗精的效果優於單純使用清水或洗碗精，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**。

(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10ml果皮酵素原汁浸濕化妝棉置於地板後，分別靜置2分鐘、10分鐘、20分鐘（號碼1-23）

對照組1：取10ml小蘇打水清潔劑浸濕化妝棉置於地板後，分別靜置2分鐘、10分鐘、20分鐘（備註：小蘇打水清潔劑中，小蘇打粉：自來水的比例為1：10）（號碼24）

對照組2：取10ml醋液原汁浸濕化妝棉置於地板後，分別靜置2分鐘、10分鐘、20分鐘（號碼25）

對照組3：取10ml自製洗碗精清潔劑浸濕化妝棉置於地板後，靜置2分鐘、10分鐘及20分鐘（備註：自製洗碗精清潔劑中，中性洗碗精：自來水的比例為1：10）（號碼26）

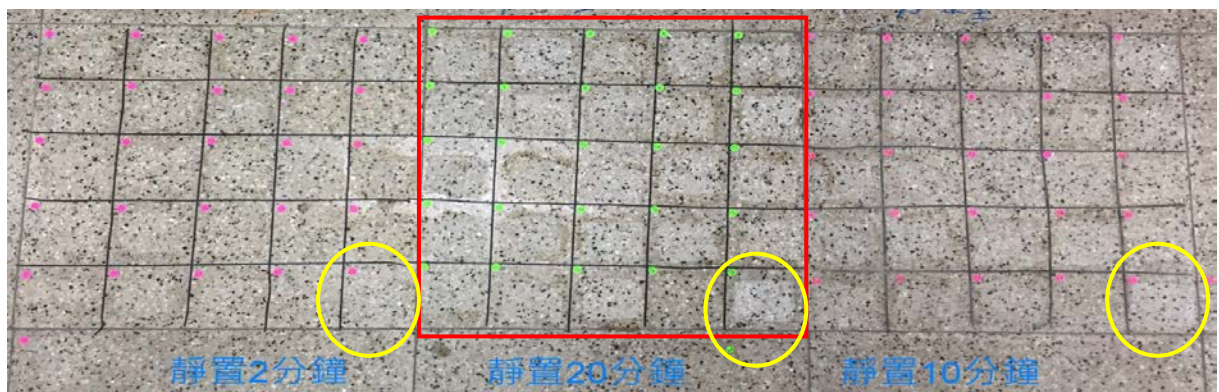


乙、實驗組2：取10ml自製果皮酵素清潔劑浸濕化妝棉置於地板後，靜置10分鐘（備註：自製果皮酵素清潔劑中，果皮酵素：中性洗碗精：自來水的比例為1：1：10）（號碼1-23）

對照組1：取10ml小蘇打水清潔劑浸濕化妝棉置於地板後，靜置10分鐘（備註：小蘇打水清潔劑中，小蘇打粉：自來水的比例為1：10）（號碼24）

對照組2：取10ml醋液稀釋液浸濕化妝棉置於地板後，靜置10分鐘（號碼25）（備註：醋液稀釋液中，醋液：自來水的比例為1：10）

對照組3：取10ml自製洗碗精清潔劑浸濕化妝棉置於地板後，靜置2分鐘、10分鐘及20分鐘（備註：自製洗碗精清潔劑中，中性洗碗精：自來水的比例為1：10）（號碼26）



研究發現：

- 本研究1-23罐果皮酵素淨白地板效果均不及對照組2 (號碼25-醋液)，相較於對照組1、3 (號碼24-小蘇打水、26-洗碗精清潔液) 均有較佳之淨白地板效果。
- 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。
- 靜置效果優於電動牙刷刷洗
- 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，但隨著靜置時間愈長，效果差異逐漸縮小。

(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果皮酵素原汁稀釋液（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1：取10ml小蘇打水清潔劑浸濕化妝棉，以鑷子夾化妝棉片來回模擬拖地板動作2分鐘（備註：小蘇打水清潔劑中，小蘇打粉：自來水的比例為1：10）（號碼24）
- 對照組2：取10ml醋液稀釋液浸濕化妝棉置於地板後，以鑷子夾化妝棉片來回模擬拖地板動作2分鐘（號碼25）（備註：醋液稀釋液中，醋液：自來水的比例為1：10）
- 對照組3：取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：自製洗碗精清潔劑中，中性洗碗精：自來水的比例為1：10）（號碼26）



- 乙、實驗組2：取10ml自製果皮酵素清潔劑浸濕化妝棉，以鑷子夾化妝棉片來回模擬拖地板動作2分鐘（備註：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1：1：10）（號碼1-23）
- 對照組1：取10ml小蘇打水清潔劑浸濕化妝棉置於地板後，靜置10分鐘（備註：小蘇打水清潔劑中，小蘇打粉：自來水的比例為1：10）（號碼24）
- 對照組2：取10ml醋液稀釋液浸濕化妝棉，以鑷子夾化妝棉片來回模擬拖地板動作2分鐘（備註：醋液稀釋液中，醋液：自來水的比例為1：10）（號碼25）
- 對照組3：取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：自製洗碗精清潔劑中，中性洗碗精：自來水的比例為1：10）（號碼26）



清潔力評分



香氣評分



下表為各實驗表現得分表，由實驗者依據每項實驗1-23罐果皮酵素清潔能力進行評分後，先將得分加起，再依照所得總分排名次，表現優者序位排第1，得1分，序位排第2，得2分，序位排第3，得3分，.....以此類推，序位排第23，得23分。最後計算總得分，以相同方式，先找出清潔能力的排名及香氣怡人的排名，再比較各水果的表現優劣，做出結論。

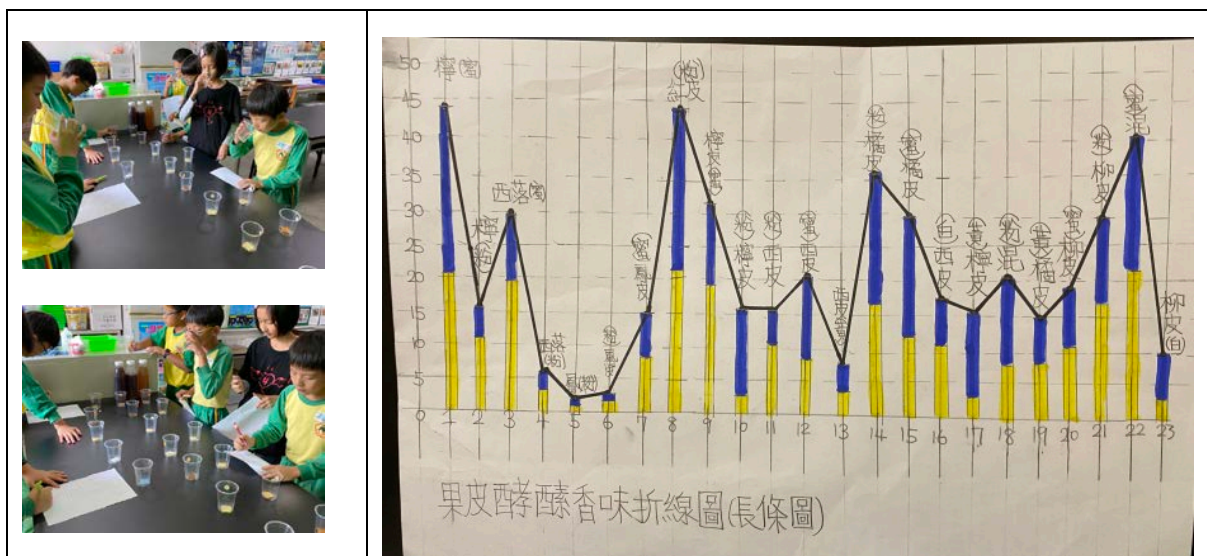
瓶	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
電1	13	13	19	21	9	18	7	3	13	13	12	4	4	13	22	8	10	2	13	19	10	6	1
電2	23	10	19	16	12	21	13	16	1	2	18	13	15	20	6	9	3	4	6	10	21	4	8
淨1	23	15	21	18	4	8	3	8	15	4	12	20	14	8	1	15	19	8	6	7	21	12	1
淨2	22	15	21	19	2	7	7	2	7	5	12	15	19	11	5	17	17	14	12	7	22	2	1
淨3	23	12	19	12	4	12	1	16	21	4	12	21	8	9	1	11	18	7	6	9	16	19	1
計	104	65	99	86	31	66	31	45	57	28	66	73	60	61	35	60	67	35	43	52	90	43	12
名次	23	15	22	20	3	16	3	9	11	2	16	19	12	14	5	12	18	5	7	10	21	7	1
PH值	4.1	3.3	3.6	3.4	3.4	3.3	3.7	3.7	3.6	3.3	3.5	3.6	3.4	3.4	3.7	3.5	3.4	3.3	3.2	3.6	3.2	3.6	3.3
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	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

果皮酵素香氣評比

瓶	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
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	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	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	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
實驗	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
香1	21	12	19	3	1	2	8	22	19	3	12	8	3	17	12	12	3	8	8	12	17	22	3
香2	23	4	11	3	1	1	7	22	13	13	4	13	4	19	19	11	13	13	7	7	13	19	7
計	44	16	30	6	2	3	15	44	32	16	16	21	7	36	31	23	16	21	15	19	30	41	10
名次	22	8	16	3	1	2	6	22	19	8	8	13	4	20	18	15	8	13	6	12	16	21	5

觀察上表的綜合表現，本研究有以下發現：

- 對照組與實驗組，**清潔力**由高至低，出現**醋液>果皮酵素>洗碗精稀釋液>小蘇打水**
- 果皮酵素清潔力（分數低者，清潔力強，由強至弱排列）：
 - （強）柳丁>檸檬>鳳梨>橘子>紅龍果>西施柚（弱）
 - **果皮酵素清潔力與PH值大小無直接的關聯性**，例如：橘子果皮酵素PH值最低為3.22，低於表現較佳的柳丁果皮酵素、檸檬果皮酵素及鳳梨果皮酵素，另外**使用黑糖蜜製作果皮酵素，氣味雖偏酸，但PH值穩定落在3.6**
- 果皮酵素香氣（分數低者，香氣怡人）：
 - （O）鳳梨>西施柚>柳丁>檸檬>橘子>紅龍果（X）
 - **香氣怡人的糖類多使用黑糖粉**
- 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，效果不比黑糖粉差，且能**降低成本**，尤**以糖蜜為佳**。



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。

本研究發現：

- 甲、 果皮成本：(低) 西施柚<柳丁<鳳梨<混合<檸檬<橘子<紅龍果 (高)
- 乙、 糖類成本：(低) 糖蜜<白糖<黃糖<黑糖粉 (高)
- 丙、 果皮酵素清潔力：(強) 柳丁>檸檬>鳳梨>混合>橘子>紅龍果>西施柚 (弱)
- 丁、 果皮酵素香氣：(O) 鳳梨>西施柚>柳丁>混合>檸檬>橘子>紅龍果 (X)
- 戊、 清潔力由高至低，分別為醋>果皮酵素>洗碗精稀釋液>小蘇打水
- 己、 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

為比較各水果的表現優劣，做出結論，下表為本研究使用之七樣水果在果皮成本、清潔力、香氣及果皮蒐集速度上的表現得分表，給分標準是由上述甲~己排序給予得分，表現優者序位排第1，得1分，序位排第2，得2分，序位排第3，得3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。

水果名稱	西施柚	柳丁	鳳梨	混合	檸檬	橘子	紅龍果
果皮成本	1	2	3	4	5	6	7
清潔力	7	1	3	4	2	5	6
香氣	2	3	1	4	5	6	7
蒐集	4	3	1	5	5	2	5
總分	14	9	8	17	17	19	25
名次	3	2	1	4	4	6	7

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

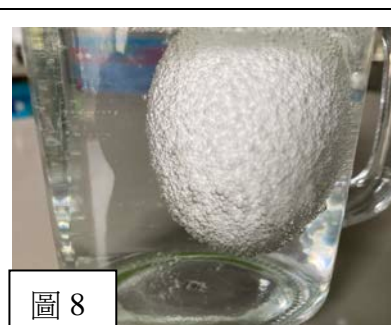
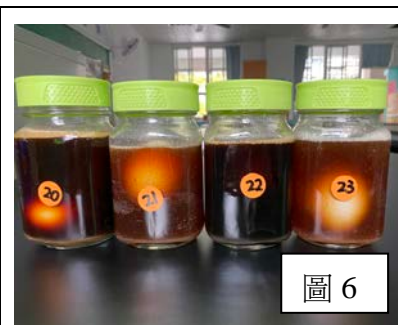
研洗攻略五：以自製果皮酵素清潔校園廁所、洗手台及不鏽鋼水槽及發現

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。







1. 查詢資料發現，醋蛋實驗的原理是利用醋的酸性與蛋殼的碳酸鈣產生化學作用，軟化消失，因此我們推測利用果皮酵素的酸性來軟化水垢、皂垢是可行的。(圖1)
2. 查詢資料發現水垢的主要成份是碳酸鈣(圖2)，可利用酸性物質清除，常見清除藥劑品為檸檬酸，因此我們推測以柑橘類水果製作的果皮酵素，軟化水垢、皂垢的效果可能不錯。
3. 皂垢則是油脂、水垢或雜質組成，成份較複雜，比水垢難清理。(圖3) 查詢資料發現，網路清潔達人建議清除水皂垢時可將檸檬酸在清除物品上覆蓋一段時間讓效果增強，與我們在以自製果皮酵素清潔校園磨石子地板時的發現不謀而合。



4. 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。(圖4、5、6、7、8、9)



觀察1-23罐果皮酵素、醋及化學清潔劑與蛋殼碳酸鈣的化學反應，發現果皮酵素的作用力有快有慢，速度由快至慢，分別是化學清潔劑、醋跟柳丁果皮酵素、西施柚果皮酵素、檸檬果皮酵素、鳳梨果皮酵素、橘子果皮酵素及紅龍果酵素，此項研究結果與校園磨石子地板的地板清潔力發現：「果皮酵素清潔力：(強)柳丁>檸檬>鳳梨>混合>橘子>紅龍果>西施柚(弱)」，除了西施柚，排列順序十分接近。果皮酵素的潔淨力均以柳丁表現最佳。

		
柳丁果皮酵素 23>21>20	西施柚果皮酵素 11>13>3	檸檬果皮酵素 10>9>17
		
鳳梨果皮酵素 7>6>5	橘子果皮酵素 14>19>15	火龍果皮酵素 8

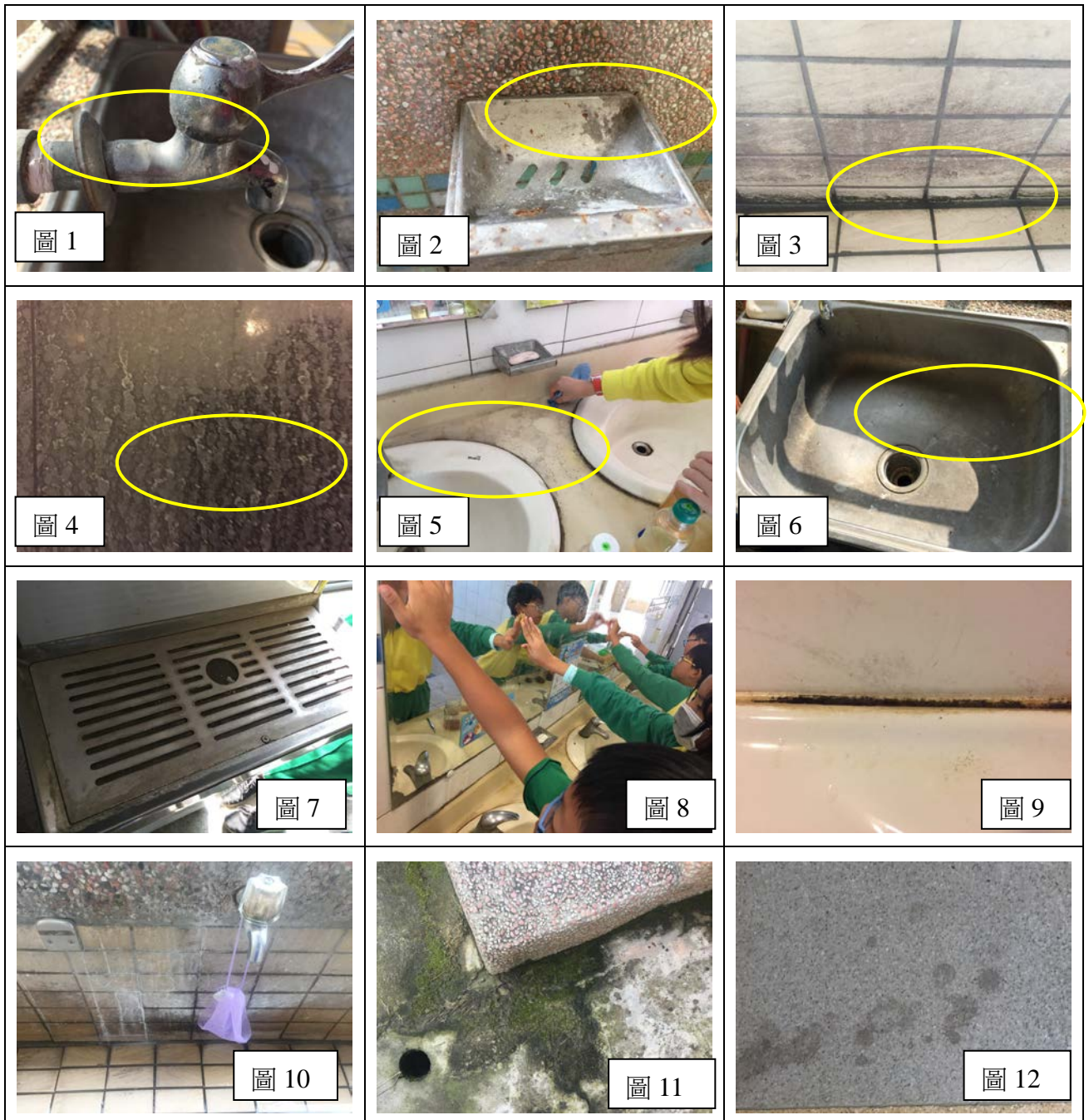
觀察 1-23 罐果皮酵素與蛋殼碳酸鈣的化學反應：

- 瓶 23>瓶 21>瓶 11>瓶 10>瓶 13>瓶 3>瓶 7>瓶 5>瓶 14>瓶 9 (由快至慢)，發現柳丁果皮酵素>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>紅龍果酵素柳丁。
- 果皮酵素與醋的反應過程相同，雖然未經化學儀器分析所產生的氣體是否均為二氧化碳，但都出現蛋殼消失的現象，故果皮酵素與醋均是利用酸性分解蛋殼的碳酸鈣，因此我們推測利用果皮酵素的酸性來軟化水垢、皂垢是確實可行的。
- 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。

步驟 2：進行校園廁所、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

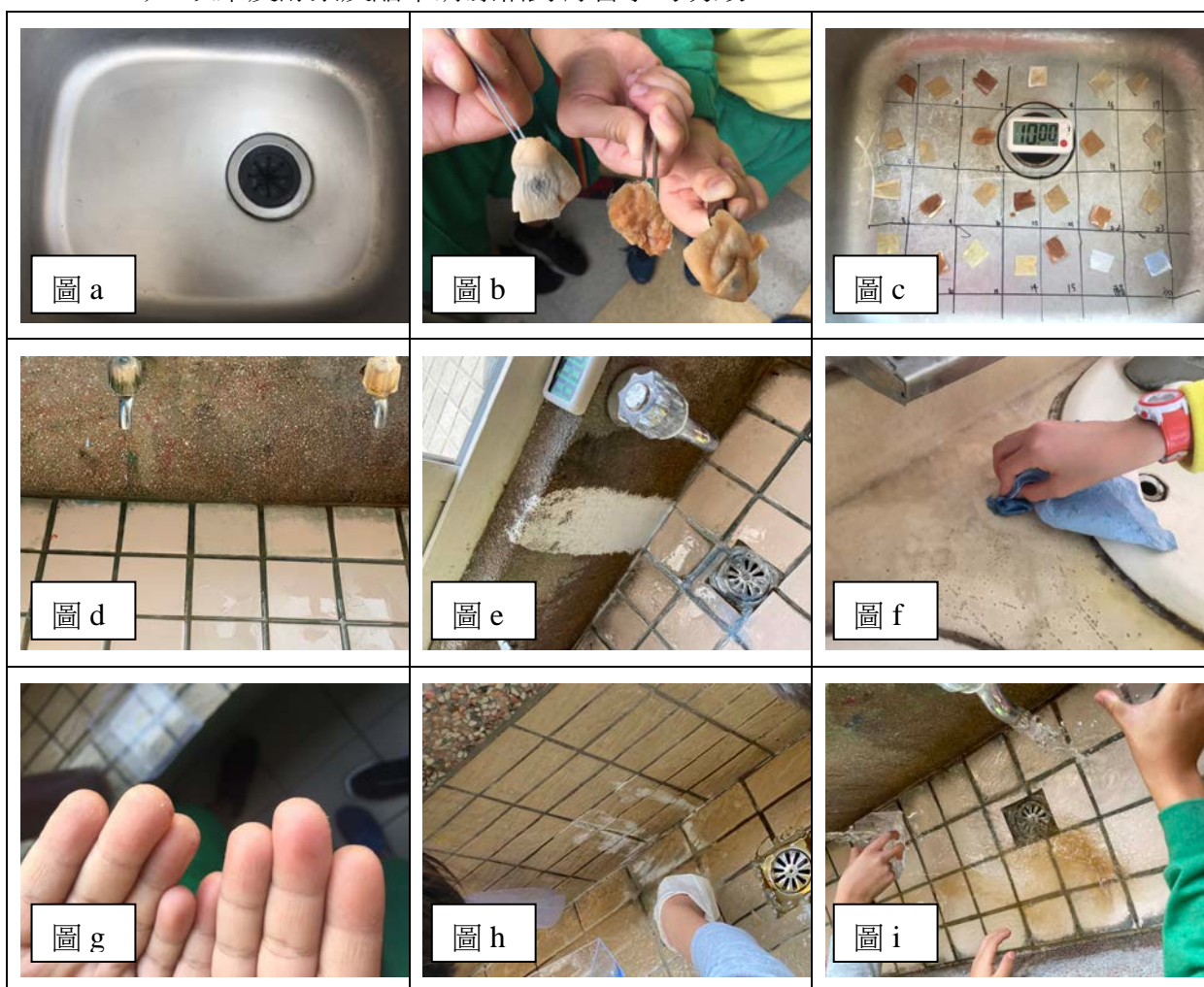
甲、實驗前觀察發現：

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1、2、3、4、7、9、10、11)
2. 水往低處留，盡量挑選較平坦處，減少實驗誤差。(圖5、6、8)
3. 酵素靜置時間愈長，清潔效果愈佳，可試著清除走廊長年汗漬(圖9)



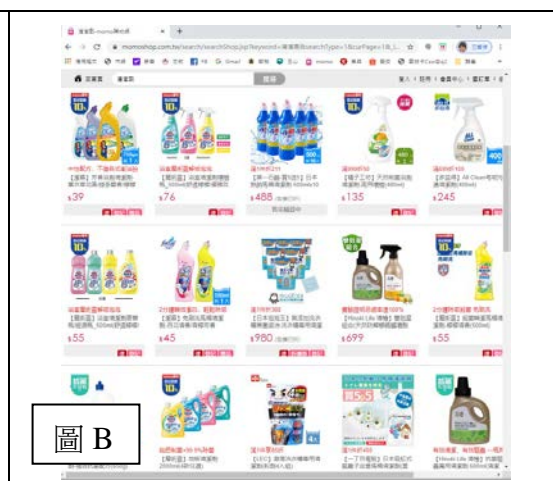
乙、實驗中觀察發現：

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），且酵素靜置時間愈長，水垢皂垢清潔效果愈佳。（圖c、f）
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，因此果皮酵素是清除水垢的環保清潔劑。
3. 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僅僅附著於水泥，無法根除，但不鏽鋼洗手台則無此問題。雖然果皮酵素、醋及化學清潔劑對青苔或黴菌的刷洗未有明顯效果，但化學清潔劑效果仍優於果皮酵素及醋。（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。不鏽鋼洗手台在使用化學清潔劑（潔霜S）清除水垢皂垢後，經過一星期，不鏽鋼洗手台出現鏽蝕情形。
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、小結：

1. 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。
2. 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。
3. 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。
4. 查詢資料中發現，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，日後可試試以活性炭、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。



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：

- 甲、對酸味忍受度高者，以西施柚+糖蜜+水，成本較低廉；
- 乙、對香氣講究者，以鳳梨+糖蜜+水，成本較低廉；
- 丙、對學校學生製作而言，以柳丁+白糖+水，成本較低廉；
- 丁、對地板清潔力而言，以柳丁+白糖+水，成本較低廉；
- 戊、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：

- 甲、果皮成本低：(前三名) 西施柚、柳丁、鳳梨
- 乙、糖類成本低：(前三名) 糖蜜、白糖、黃糖
- 丙、果皮酵素清潔力強：(前三名) 柳丁、檸檬、鳳梨
- 丁、果皮酵素香氣怡人：(前三名) 鳳梨、西施柚、柳丁
- 戊、果皮蒐集快：(前三名) 鳳梨、橘子、柳丁，以校園午餐水果為例

水果名稱	西施柚	柳丁	鳳梨	混合	檸檬	橘子	紅龍果
果皮成本	1	2	3	4	5	6	7
清潔力	7	1	3	4	2	5	6
香氣	2	3	1	4	5	6	7
蒐集	4	3	1	5	5	2	5
總分	14	9	8	17	17	19	25
名次	3	2	1	4	4	6	7

(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，雖然軟化水垢皂垢的速度無法像化學清潔劑班的快速，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) 果皮酵素製作，果皮切片，切得越小，越有助於分解，但相對花費在剪果皮的時間越長，可嘗試用特殊機器節省果皮搜集時間，如用果汁機打碎果皮。

(三) 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。

(四) 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。

(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，日後可試試以活性碳、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：

https://i-ezm.blogspot.com/p/blog-page_74.html 製作環保酵素

<http://www.ego888.com.tw/ego/FrontviewController.do?action=FRONTCAT&FRONTCAT1=03&FRONTCAT2=001> 台糖健康易購網

http://gl.taisugar.com.tw/Sugar/Sugar_show_new.asp 台糖砂糖事業部

<http://amis.afa.gov.tw/fruit/FruitProdDayTransInfo.aspx> 農產品批發市場交易行情站

https://www4.water.gov.tw/18_newpage/newpage_D.asp 收費標準::台灣自來水公司【第四區管理處】