

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

080818

清潔酵素大不同

學校名稱：新竹縣湖口鄉山崎國民小學

作者：	指導老師：
小四 田晉嘉	邱月華
小四 杜怡禎	
小四 徐珮芸	
小四 徐敏瑄	
小四 陳威誠	
小六 江孟霖	

關鍵詞：果皮酵素、蘇丹四號、清潔殺菌

摘要

本研究理念主要是以「物盡其用」為出發點。利用學校營養午餐每周兩次副餐的果皮廚餘製作成天然的清潔酵素，不僅能減廢尚能減少市售化學合成清潔劑的用量，以減輕環境污染及對人體之危害。實驗中，我們嘗試用柚子皮、香蕉皮、橘子皮各加上一定比例的黑糖和水，製成三種不同成分的「垃圾酵素」。在等待發酵的三個月中，我們在網路上搜尋到許多關於果皮酵素在生活上的功能，有除污、除霉、除油漬、液態肥料…等。我們期待環保酵素能取代市售化學合成清潔劑與化學肥料，經由實驗來確認網路資料之可信度並提出改善，期許對地球的環境盡一份心力。

壹、研究動機

中秋節前，老師要我們準備一些應景食物帶到學校做分享。禎禎的爸爸提了兩箱柚子到班上，老師到廚房借了把水果刀，就一個個切著，剎那間教室內瀰漫著柚香，同學們邊吃著柚子也將柚皮當帽子戴上頭頂，威風開心極了！此時，老師問大家：「玩過的柚皮，你們覺得還有什麼功用？」小芸說，我看過媽媽把它放在鞋櫃裡除臭；瑄瑄說，可以放在冰箱裡殺菌；小誠則問說：那我們可以把它們做成天然的清潔劑，儲存下來、隨時備用嗎？

於是，老師便帶我們上網查到泰國樂素昆·普潘翁博士(Dr Rosukon Poompanvong)經過 30 多年努力所研發的一種果皮蔬菜廚餘酵素，通稱為「垃圾酵素」。它不但製作過程簡單，製作材料也隨手可得；除了節省金錢，用途廣泛，還可以減少垃圾量，對環保有很大的作用。但是，果皮酵素的清潔祛污的效果真的有像化學合成清潔劑那麼有效嗎？於是，我們就開始從祛污垢、清油漬、殺菌除霉和除臭味四大面向做為我們研究的方向。

此研究動機配合國小三、四年級綜合領域第二階段基本能力指標「保護自我與環境」。



貳、研究目的

- 一、比較清水、不同果皮酵素和萬用清潔劑對去污垢的效果
- 二、柚皮酵素在水槽清潔的成效
- 三、橘皮酵素在刷地板和擦拭玻璃的比較
- 四、比較清水、不同果皮酵素和萬用清潔劑對去油漬的效果
- 五、探討混合果皮酵素加上坊間常用清潔用品後的去油漬效果
- 六、比較不同果皮酵素對除霉的效果
- 七、探討混合果皮酵素加上坊間常用清潔用品後對除霉的效果
- 八、比較不同果皮酵素對除臭味的效果
- 九、果皮酵素和萬用清潔劑、藥用酒精等溶液的酸鹼性與清潔效力的關係

參、研究設備及器材

- 一、準備 3 個五公升有密封蓋口的塑膠容器(避免選用無法膨脹的容器)
- 二、柚子皮 900 公克、香蕉皮 900 公克、橘子皮 900 公克、黑糖 900 公克、水溶液 9 公升
- 三、磅秤、衣夾、滴管、鑷子、短刷、牙刷、長筷子、旗幟布、帆布、透明片、夾鏈袋、塑膠袋、浸泡皿、過濾棉布、噴嘴瓶、寶特瓶、吹風機
- 四、墨汁、饅頭、沙拉油、萬用清潔劑、小蘇打粉、95%藥用酒精、蘇丹四號(sudan IV)、廣用試紙



肆、研究過程或方法

果皮酵素的製作方法 (水：黑糖：果皮=10：1：3)

1. 把300公克的黑糖溶入裝有3公升的水之塑膠容器中，攪拌至完全溶解。(照片1)
2. 將900公克剪成小塊的果皮慢慢加入並稍微攪拌，使黑糖水可以蓋過果皮。(照片2)
3. 容器內需留一些空間，以防止酵素發酵時溢出容器外，並將容器蓋緊。(照片3)
4. 製作過程中會產生氣體，如果使用過窄口的容器（如礦泉水瓶），切記每天將瓶口稍微打開，以泄放氣體，避免瓶子被撐破。
5. 不時把浮在液面上的果皮按下去，使它充分浸泡在黑糖液體中。(照片4)
6. 將塑膠容器放置於空氣流通和陰涼處，避免陽光直照，靜待發酵3個月。(照片5)
7. 發酵完成後，使用過濾棉布將濾液裝入噴嘴瓶或寶特瓶，備用。



簡示圖



(照片 1)



(照片 2)



(照片3)



(照片4)

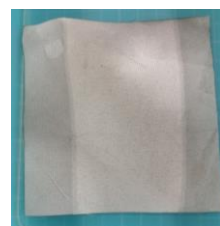


(照片5)

【實驗一】比較清水、不同果皮酵素和萬用清潔劑對去污垢的效果








〔乾淨的旗幟布〕



旗幟布統一浸泡墨漬 → 風乾 → 〔沾了墨漬的旗幟布〕

1. 將沾墨漬的旗幟布放入不同溶液中浸泡二十分鐘後→搓揉十下→沖水→吹乾→交叉對照

旗幟布上墨漬的殘餘量(表一)

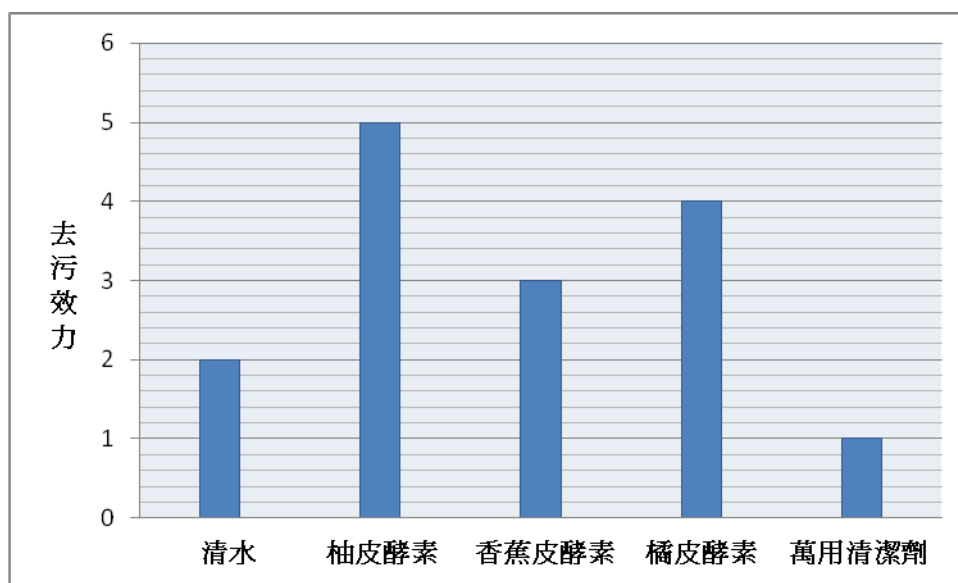
溶液	清水	柚皮酵素	香蕉皮酵素	橘皮酵素	萬用清潔劑
交叉對照					
去污效力	2	5	3	4	1

觀測結果：

(去污效力說明：最佳 5 分，最差 1 分)

柚皮酶素的去污效果最好，依序是橘皮酶素、香蕉皮酶素、清水、萬用清潔劑。

旗幟布上的去污效力(圖一)









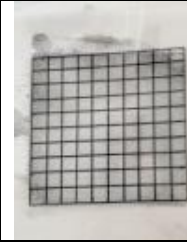
〔乾淨的帆布〕



帆布統一浸泡墨漬 → 風乾 → 〔沾了墨漬的帆布〕

2. 將沾了墨漬的帆布放入不同溶液中浸泡二十分鐘後→沖水→吹乾→用百格板套印

帆布上墨漬的殘餘量(表二)

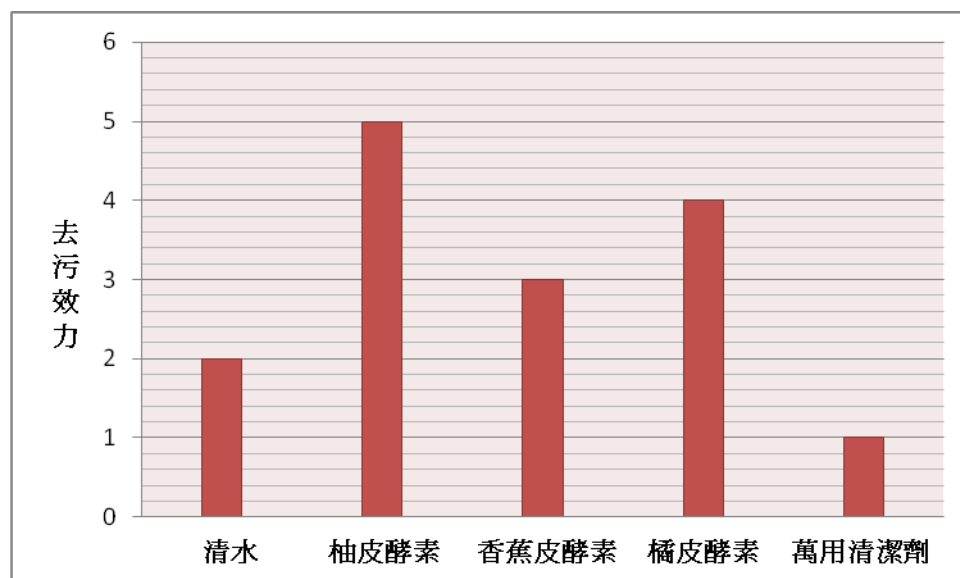
溶液	清水	柚皮酵素	香蕉皮酵素	橘皮酵素	萬用清潔劑
交叉對照 (百格板 套印)					
去污效力	2	5	3	4	1

觀測結果：

(去污效力說明：最佳 5 分，最差 1 分)

柚皮酵素的去污效果最好，依序是橘皮酵素、香蕉皮酵素、清水、萬用清潔劑。



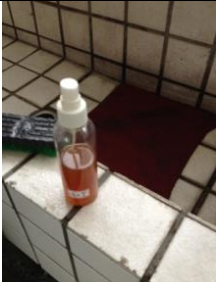



帆布上的去汙效力(圖二)






◎結果：

- 1.污垢可概分為三大類：水溶性(如：墨汁、咖啡、紅茶…)、油溶性(如：口紅、原子筆、奶油、…)、不溶性(如：口香糖、油漆、…)。此處的污垢，我們選擇水溶性的墨汁。
- 2.雖然旗幟布和帆布在材質上有所不同，但是在不同溶液浸泡後的去污效果，在實驗中都顯現出果皮酵素的去污效果都比清水、萬用清潔劑來的好。
- 3.表示果皮酵素適合去除水溶性的污垢。

【實驗二】柚皮酵素在水槽清潔的成效(表三)

清潔前的水槽				
	左邊：使用柚皮酵素		右邊：使用 X 潔清潔劑	
噴灑				
濕抹布浸泡 20 分鐘 (敷面膜作用)				
刷子牙刷擦拭				

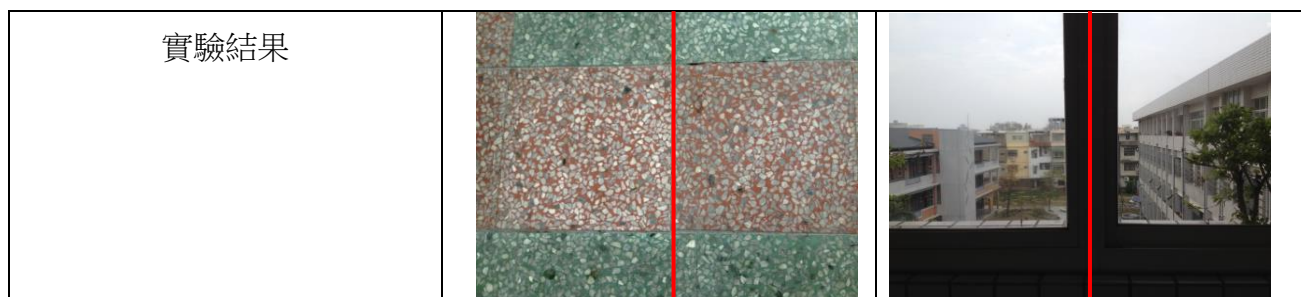
用力洗刷		
清潔後的水槽		

◎結果：

很明顯的發現左邊水槽(使用柚皮酵素清潔的)比右邊(使用 X 潔清潔劑的)乾淨，且和清潔前的左邊水槽做比較，也發現明顯潔淨。讓人驚訝~果皮酵素的神奇！

【實驗三】橘皮酵素在刷地板和擦拭玻璃的比較(表四)

項目	刷地板	擦拭玻璃
學生刷擦	橘皮酵素 清水 	橘皮酵素 清水 
觀察比較	 	 



◎結果：

- 1.左邊的地板較右邊的潔淨，發現橘皮酵素可以有效的清潔地板。
- 2.左邊的玻璃比右邊的視線模糊，可見橘皮酵素並不適合拿來擦拭玻璃。

【實驗四】比較清水、不同果皮酵素和萬用清潔劑對去油漬的效果

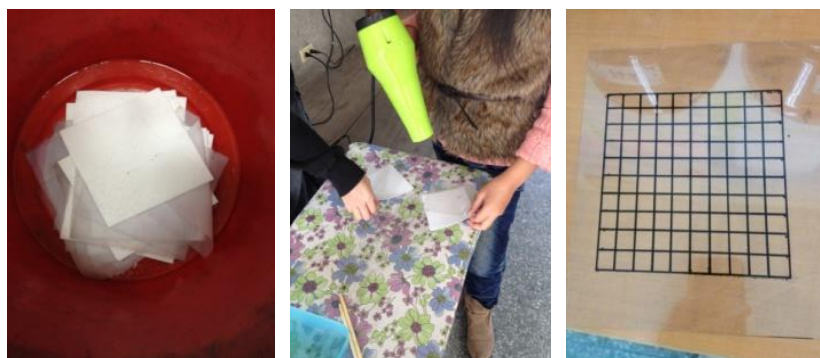
1. 使用蘇丹四號(sudan IV)0.1g 溶於 95%藥用酒精 100ml，配置成蘇丹試液。

檢查方法：








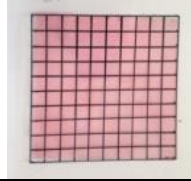
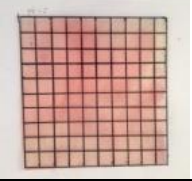
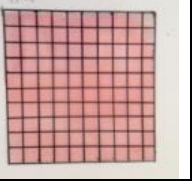
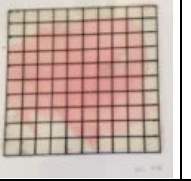

註：以有紅色的斑點為殘留油脂的依據

2. 將沾了沙拉油的**旗幟布**放入不同溶液中浸泡，浸泡後→沖水→吹乾→蘇丹試劑擴及全面→用水輕輕沖洗→晾乾→用百格透明片套印→計算沾有油脂的格子數。
(計算方式：全紅=1格，半紅=0.5格，不紅=0格；**格數愈多，表示去油力愈差。**)





旗幟布上的油脂殘餘量(表五)

溶液	清水	柚皮酵素	香蕉皮酵素	橘皮酵素	萬用清潔劑
蘇丹試劑					
百格透明片 套印					
計算格數	50	36	58	24	56
計算分數	50	64	42	76	44
去油效力	3	4	1	5	2

觀測結果：

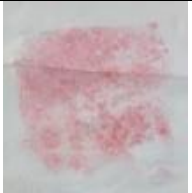




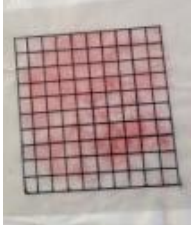
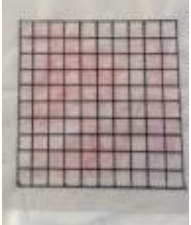
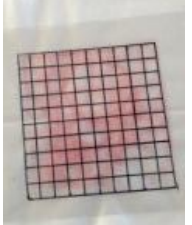

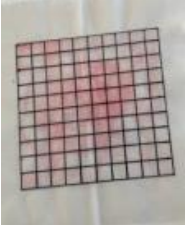
(去油效力說明：最佳 5 分，最差 1 分)

橘皮酵素的去油效果最好，依序是柚皮酵素、清水、萬用清潔劑、香蕉皮酵素。

3. 將沾了沙拉油的帆布放入不同溶液中浸泡，浸泡後→沖水→吹乾→蘇丹試劑擴及全面→用水輕輕沖洗→貼在吸油紙上→用百格透明片套印→計算沾有油脂的格子數。

(計算方式：全紅=1格，半紅=0.5格，不紅=0格；格數愈多，表示去油力愈差。)

帆布上的油脂殘餘量(表六)

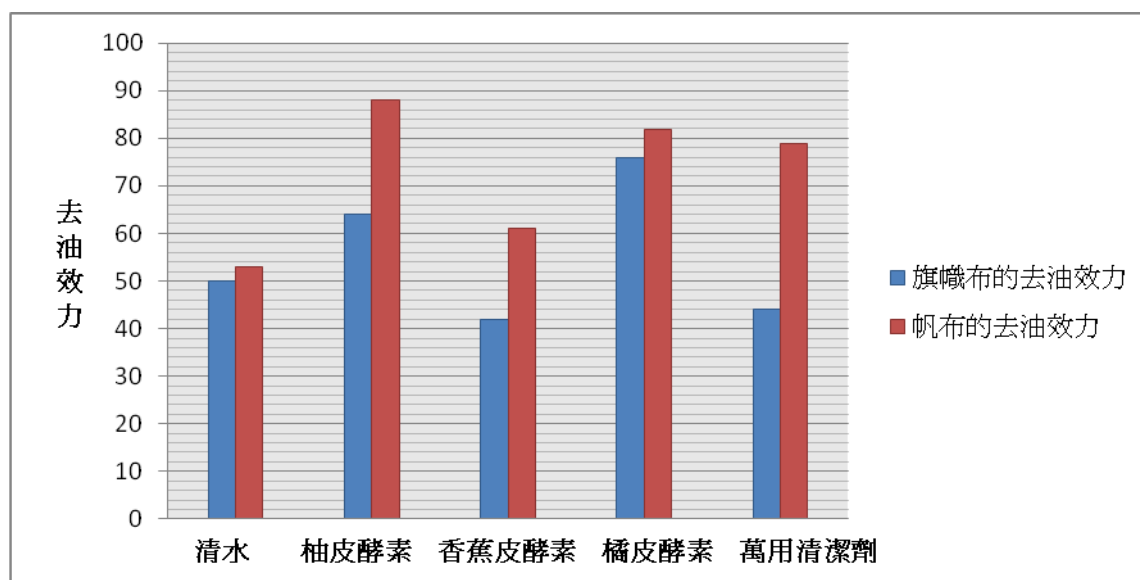
溶液	清水	柚皮酵素	香蕉皮酵素	橘皮酵素	萬用清潔劑
蘇丹試劑 貼上吸油紙					
百格透明片 套印在 吸油紙上					
計算格數	47	12	39	18	21
計算分數	53	88	61	82	79
去油效力	1	5	2	4	3

觀測結果：

(去油效力說明：最佳 5 分，最差 1 分)

柚皮酵素的去油效果最好，依序是橘皮酵素、萬用清潔劑、香蕉皮酵素、清水。

旗幟布、帆布上的去油效力(圖三)







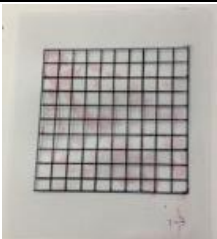
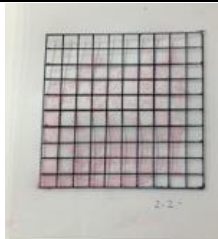

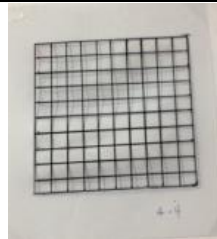
◎結果：

1. 脂肪是由一個甘油(glycerol)分子及三個脂肪酸(fatty acid)分子組成，蘇丹四號試劑(Sudan IV)可以和脂肪酸尾端的 hydrocarbongroup 結合，產生橘紅色反應，是檢測餐具或食物容器上有無殘留油脂，判斷洗滌是否充分的好方式。
2. 帆布上殘留的油漬可以用吸油面紙吸著後，可以很清楚的觀察到柚皮酵素의 清潔去油力比萬用清潔劑好很多。
3. 僅香蕉皮酵素의 去油力和清水的去油力差不多，顯示香蕉皮酵素不適合做去油清潔劑。
4. 在此次實驗的柚皮酵素、橘皮酵素的去油力都比清水、萬用清潔劑來的好。

【實驗五】探討混合果皮酵素加上坊間常用清潔用品後的去油漬效果

1. 將沾了沙拉油的旗幟布放入不同溶液中浸泡，浸泡後→沖水→吹乾→蘇丹試劑擴及全面→用水輕輕沖洗→晾乾→用百格透明片套印→計算沾有油脂的格子數

旗幟布上的油脂殘餘量(表七)

溶液	混合果皮酵素	混合果皮酵素 +萬用清潔劑 (比例 1：2)	混合果皮酵素 +小蘇打粉 (比例 1：2)	混合果皮酵素 +藥用酒精 (比例 1：2)
蘇丹試劑				
百格透明片 套印				
計算格數	13	22	28	1
計算分數	87	78	72	99
去油效力	3	2	1	4

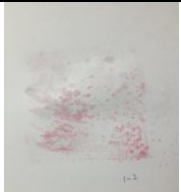



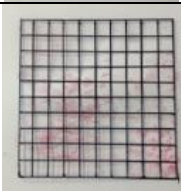

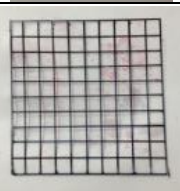
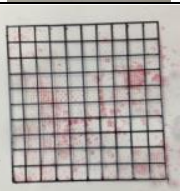
觀測結果：

(去油效力說明：最佳 5 分，最差 1 分)

〔混合果皮酵素+藥用酒精〕的去油效果最好，依序是混合果皮酵素、混合果皮酵素+萬用清潔劑、混合果皮酵素+小蘇打粉。

- 將沾了沙拉油的帆布放入不同溶液中浸泡，浸泡後→沖水→吹乾→蘇丹試劑擴及全面→用水輕輕沖洗→貼在吸油紙上→用百格透明片套印→計算沾有油脂的格子數(計算方式如上)

帆布上的油脂殘餘量(表八)

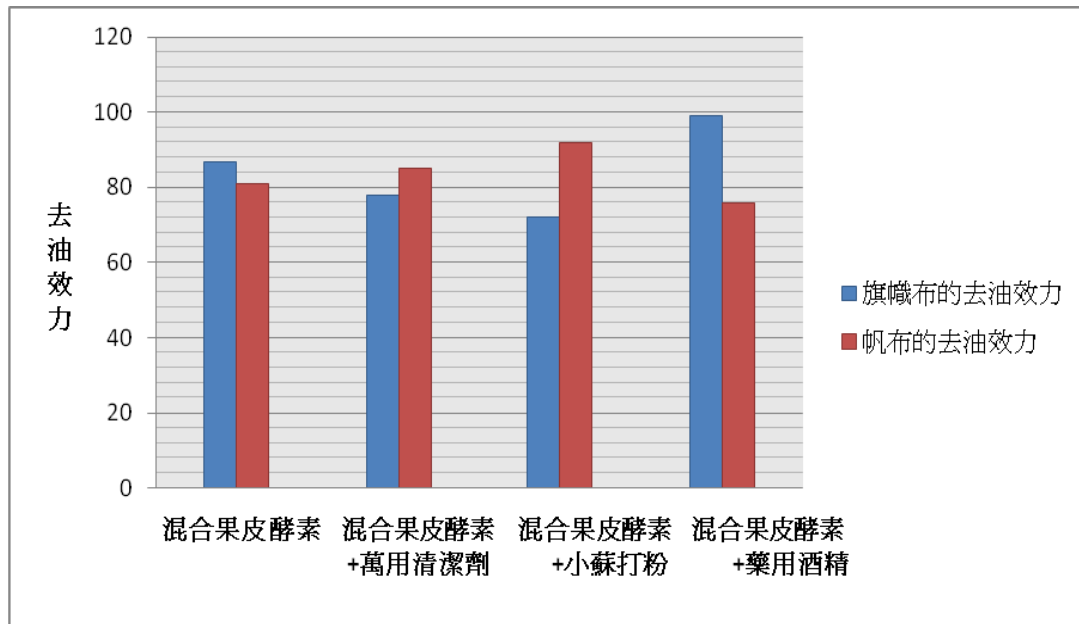
溶液	混合果皮酵素	混合果皮酵素 +萬用清潔劑 (比例 1：2)	混合果皮酵素 +小蘇打粉 (比例 1：2)	混合果皮酵素 +藥用酒精 (比例 1：2)
蘇丹試劑				
百格透明片套印 吸油紙				
計算格數	19	15	8	24
計算分數	81	85	92	76
去油效力	2	3	4	1

觀測結果：

(去油效力說明：最佳 5 分，最差 1 分)

〔混合果皮酵素+小蘇打粉〕的去油效果最好，依序是混合果皮酵素+萬用清潔劑、混合果皮酵素、混合果皮酵素+藥用酒精。

旗幟布、帆布加上坊間常用清潔用品後的去油效力(圖四)











◎結果：

1. 萬用清潔劑含有去汙、除油、去臭、殺菌除霉成效；小蘇打粉具有去汙、去油、清潔、除臭效果；藥用酒精具殺菌效果。本實驗目的是想知道果皮酵素加上坊間常用清潔用品後的去油漬效果是否可以增強？如果可以，就可減少化學成份清潔劑的用量。
2. 實驗的結果，在旗幟布材質的去油檢測以「混合果皮酵素+藥用酒精」的去油效果最好；帆布材質的去油檢測以「混合果皮酵素+小蘇打粉」的去油效果最好。

【實驗六】比較不同果皮酵素對除霉的效果

1. 準備四塊白饅頭，分別放在標上字母 A、B、C、D 的透明夾鏈袋中。
2. 將夾鏈袋 A、B、C、D 的饅頭各別噴上不同溶液。
3. 靜待天數，觀察紀錄。
4. 一個霉斑菌落的面積以每邊 3 毫米長的正方形為計算單位。

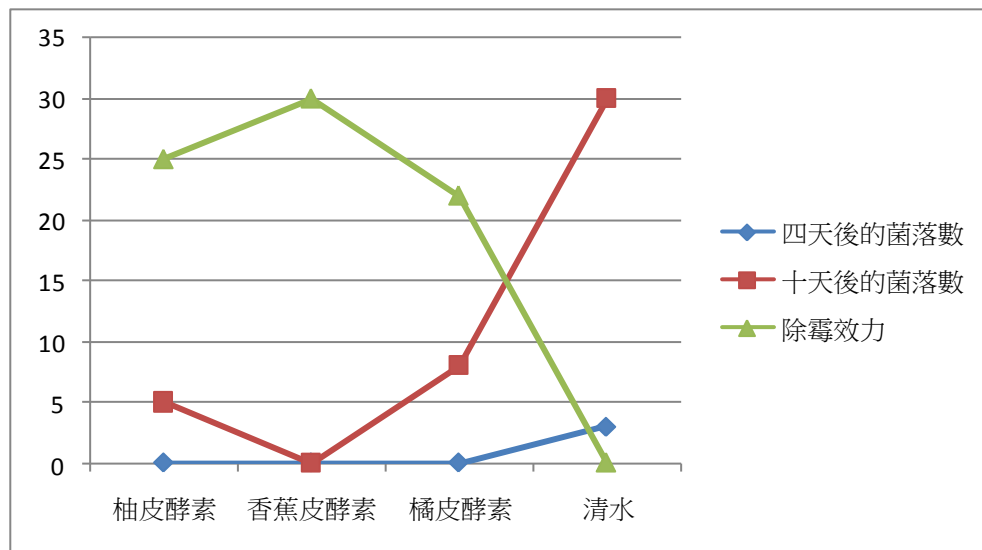
各夾鏈袋的霉菌數(表九)

夾鏈袋	夾鏈袋 A 柚皮酵素	夾鏈袋 B 香蕉皮酵素	夾鏈袋 C 橘皮酵素	夾鏈袋 D 清水
四天後 觀察				
約略霉菌菌 落(個)	0	0	0	3
十天後 觀察				
約略霉菌菌 落數(個)	5	0	8	30
除霉效力 30 — 菌落	25	30	22	0

觀測結果： (除霉效力說明：以最多菌落數為基質，最佳 30 分，最差 0 分)

1. 夾鏈袋 D 的白饅頭在第四天即開始長出小霉斑。
2. 十天後，噴上清水的夾鏈袋 D 的白饅頭長滿霉菌菌落，噴上香蕉皮酵素的夾鏈袋 B 的白饅頭完全沒有霉斑。

不同果皮酵素的除霉效力(圖五)



◎結果：

1. 我們從網路搜尋到：對大多數細菌而言，其最適合生長的 PH 值是在 6.5 與 7.5 之間。也就是說溶液的 pH 值愈與細菌生長所在之酸鹼度相近者愈容易滋生細菌。
2. 從(表十四)我們得知柚皮酵素 pH 值約為 1、香蕉皮酵素 pH 值約為 3、橘皮酵素 pH 值約為 2、清水 pH 值為 7。所以清水是最適合細菌的生長。
3. 又在果皮的發酵過程中，會產生一種叫做氨氣的氣體，這種氣體有很強的殺菌作用，所以果皮酵素有殺菌的效果。

【實驗七】探討混合果皮酵素加上坊間常用清潔用品後對除霉的效果

1. 準備四塊白饅頭，分別放在標上字母 E、F、G、H 的透明夾鏈袋中。
2. 將夾鏈袋 E、F、G、H 的白饅頭各別噴上不同溶液。
3. 靜待天數，觀察紀錄。
4. 一個霉斑菌落的面積以每邊 3 毫米長的正方形為計算單位。

各夾鏈袋的霉菌數(表十)

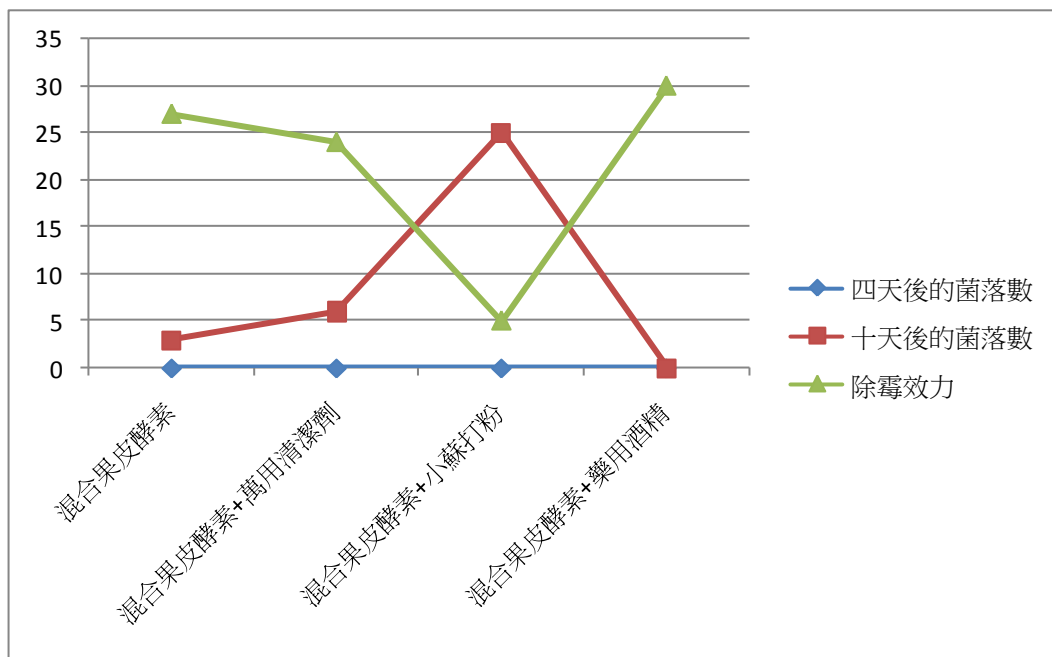
夾鏈袋	夾鏈袋 E 混合果皮酵素	夾鏈袋 F 混合果皮酵 +萬用清潔 (比例 1 : 2)	夾鏈袋 G 混合果皮酵素 +小蘇打粉 (比例 1 : 2)	夾鏈袋 H 混合果皮酵素 +藥用酒精 (比例 1 : 2)
四天後 觀察				
約略霉斑菌落 (個)	0	0	0	0
十天後 觀察				
約略霉斑菌落 (個)	3	6	25	0
除霉效力 30 — 菌落	27	24	5	30

觀測結果：

(除霉效力說明：最佳 30 分，最差 5 分)

1. 在第四天各個夾鏈袋皆未長出霉斑。
2. 十天後，噴上「混合果皮酵素+小蘇打粉」的夾鏈袋 G 的白饅頭長滿霉菌，甚至長出許多白色菌絲；噴上「混合果皮酵素+藥用酒精」的夾鏈袋 H 的白饅頭完全沒有霉斑。

混合果皮酵素加上坊間常用清潔用品後的除霉效力(圖六)



◎結果：

1. 酒精又叫乙醇，是最常用的皮膚消毒劑，酒精之所以能消毒是因為酒精能夠吸收細菌蛋白的水分，使其脫水變性凝固，從而達到殺滅細菌的目的。
2. 在「混合果皮酵素中加上酒精」其對殺菌除霉效果比單純的混合果皮酵素更佳。

【實驗八】比較不同果皮酵素對除臭味的效果

1. 異味污染物官能測定法—三點比較式嗅袋法：本方法係將含有異味污染物（即 試樣氣體）置於 3 個嗅袋中的 1 個（另 2 個嗅袋分別裝純淨空氣、噴灑稀釋後果皮酵素的空氣），由 6 名實驗同學擔任嗅覺判定員，分別以嗅覺判斷那個嗅袋含有異味污染物，再平均確定出果皮酵素對除臭味的效果。嗅覺判定員須先以基準嗅液做簡易的篩選。
2. 以學校東棟廁所為採集試樣氣體位置，再分別採集噴灑稀釋柚皮酵素、香蕉皮酵素、橘皮酵素之氣體。官能測定室需要是通風良好、無妨礙嗅覺之味道且能遠離異味污染物發生源；嗅覺判定員當天無感冒且未食用產生異味之食物，以其實驗結果更加準確。
3. 直接採樣，採樣袋材質必須為無異味且對異味污染物氣體吸著性、透過性均極低之聚酯塑膠（Polyester）。

柚皮酵素對除臭味的效果(表十一)

異味汙染物：X 純淨空氣：○ 果皮酵素：V

嗅袋	嗅袋 1(異味汙染物)	嗅袋 2(純淨空氣)	嗅袋 3(果皮酵素)
嗅覺判定員 1	X	○	V
嗅覺判定員 2	X	○	V
嗅覺判定員 3	X	○	V
嗅覺判定員 4	V	○	X
嗅覺判定員 5	X	○	V
嗅覺判定員 6	X	○	V

實驗結果：

柚皮酵素尚可以接受當作廁所的除臭劑，因為它有比清水更佳的殺菌效力。

香蕉皮酵素對除臭味的效果(表十二)

異味汙染物：X 純淨空氣：○ 果皮酵素：V

嗅袋	嗅袋 1(異味汙染物)	嗅袋 2(純淨空氣)	嗅袋 3(果皮酵素)
嗅覺判定員 1	X	○	V
嗅覺判定員 2	V	○	X
嗅覺判定員 3	V	○	X
嗅覺判定員 4	V	○	X
嗅覺判定員 5	X	○	V
嗅覺判定員 6	X	○	V

實驗結果：

香蕉皮酵素的味道有點像木瓜的味道，不適合做除臭劑；但是香蕉皮酵素卻有殺菌的神效(圖五)。

橘皮酵素對除臭味的效果(表十三)

異味汙染物：X 純淨空氣：○ 果皮酵素：V

嗅袋	嗅袋 1(異味汙染物)	嗅袋 2(純淨空氣)	嗅袋 3(果皮酵素)
嗅覺判定員 1	X	○	V
嗅覺判定員 2	X	○	V
嗅覺判定員 3	X	○	V
嗅覺判定員 4	X	○	V
嗅覺判定員 5	X	○	V
嗅覺判定員 6	X	○	V

實驗結果：

橘皮酵素非常適合當除臭劑，且有比清水更佳的殺菌效力，難怪坊間有非常多的橘子香精油的產品，如：沐浴乳(菲蘇德美)、洗衣精(橘子工坊)。

◎結果

使用果皮酵素洗廁所，能防止水管阻塞，因為污垢和堵塞物會被酵素裡的酸性分解(表十四)；同時，對人身體有害的微生物也會被分解和消滅，使得廁所沒有臭味。而且完全沒有留下不良物質的疑慮，非常適合在學校中使用；加上橘皮、柚皮本身具有果香，所以用來除臭，還真是「買一送一」。

【實驗九】果皮酵素和其他清潔溶液的酸鹼性與清潔效力的關係

1. pH 值就是酸鹼值，用來判斷液體為酸性或鹼性的單位。它和溶液中所含之氫離子濃度有關，所以看溶液中有多少氫離子濃度，就可以判斷溶液到底為酸性或鹼性。
2. pH 值之範圍介於 0~14 之間，pH 值為 7 時為中性，pH 值比 7 大為鹼性，比 7 小為酸性。
測試 pH 值可以使用「廣用試紙」來測量，廣用試紙是由數種指示劑混合浸染而成，其測試範圍 1-11。

廣用試紙各種顏色所代表的 pH 值(圖七)



3. 果皮酵素和其他清潔溶液的顏色：



- 1.清水
- 2.柚皮酵素
- 3.香蕉皮酵素
- 4.橘皮酵素
- 5 萬用清潔劑



- 9.混合果皮酵素
- 10.混合果皮酵素+清潔劑
- 11.混合果皮酵素+小蘇打粉
- 12.混合果皮酵素+藥用酒精

果皮酵素和其他清潔溶液的酸鹼性分析(表十四)

項目	廣用試紙測試	顏色	pH 值	測試結果(酸性/中性/鹼性)
1.清水		綠色	7	中性
2.柚皮酵素 (有甜桔味)		橘紅	1	強酸
3.香蕉皮酵素 (有嘔吐味)		橙色	3	偏強酸
4.橘皮酵素 (有金桔味)		橘色	2	偏強酸
5.萬用清潔劑		翠綠	5	偏弱酸
6.小蘇打粉		深綠	8	偏弱鹼
7.95%藥用酒精		綠色	7	中性
8.蘇丹試劑		深綠	8	偏弱鹼
9.混合果皮酵素 (有牛奶、酸梅味)		橙色	3	偏強酸
10. 混合果皮酵素 +萬用清潔		黃色	4	偏弱酸
11.混合果皮酵素 +小蘇打粉		藍綠	9	偏弱鹼
12.混合果皮酵素 +藥用酒精		黃綠	6	弱酸

◎結果：

1. 人體皮膚與 pH 酸鹼值的關係

由於正常人皮膚的平均 PH 值在 5.0-7.0 之間，呈現弱酸性，但其對酸、鹼均有一定的緩衝能力。比如，當 PH 值為 10 的肥皂水接觸到 PH 值為 5.4 的皮膚 時，皮膚的 PH 值會變為 8，但在 60 分鐘後會降為 6.3，幾乎恢復到原有的酸度。皮膚這種接受鹼性物質的刺激而改變 pH 值，酸鹼度又會自動調整回原來指數的能力稱為“鹼中和能力”。“鹼中和能力”強盛，就能抵抗過敏源，使肌膚保持健康。如果“鹼中和能力”較弱，皮膚就會因中和不了鹼性刺激而容易過敏。也就容易受外界化學刺激而出現相應的皮膚損害，如潮紅、炎症及各種皮疹。所以，使用弱酸性的天然清潔劑對於皮膚過敏或老化的中老年人是有必要的。

2. 由(表十四)得知：果皮酵素的酸性都偏強。雖然由網路資料得知 PH 值並不是影響去油、去污效果的直接原因，當皂化不完全時→鹼就少被消耗→PH 質才會偏大。但是，從以上實驗結果：柚皮、橘皮酵素的確比市售清潔劑有更好的去油、去污效果。

伍、研究結果

一、不管是在會吸水的旗幟布上或不會吸水的帆布污垢上，果皮酵素的去污效果都比清水、萬用清潔劑來的好；萬用清潔劑的去污效果居然比清水來的差。

二、柚皮酵素在水槽的清潔上比市售 X 潔清潔劑來的潔淨。

三、橘皮酵素可以比清水更有效的清潔地板，但卻不適合拿來擦拭玻璃。

四、僅香蕉皮酵素的去油力和清水的去油力差不多，柚皮酵素、橘皮酵素的去油力都比清水、萬用清潔劑來的好。

五、旗幟布(吸水性材質)的去油檢測：〔混合果皮酵素加上藥用酒精〕比單純混合果皮酵素去油效果好。帆布(不吸水性材質)的去油檢測：〔混合果皮酵素+小蘇打粉〕比單純混合果皮酵素的去油效果好。

六、俗語：香蕉若生蟲，世間就無人。香蕉真的不會長蟲嗎？不管是否因為其成分特異，或是因為其果皮結構不適合昆蟲生長與入侵。但是，從實驗中確實發現：香蕉皮酵素的確是一個很好的滅菌溶液。

七、在(圖六)得知，混合果皮酵素如果加上酒精成分其對殺菌除霉效果比單純的混合果皮酵素來的更好。

八、柚皮酵素可以「接受」當作廁所的除臭劑，且它有比清水更佳的殺菌效力；香蕉皮酵素的味有點像木瓜的味道，「不適合」做除臭劑，但是香蕉皮酵素卻有殺菌的神效(圖五)；橘皮酵素「非常適合」當除臭劑，又有比清水更佳的殺菌效力，難怪坊間有非常多的橘子香精油的產品，如：沐浴乳(菲蘇德美)、洗衣精(橘子工坊)…。

陸、討論

一、素材不同，效果也不同。製作環保酵素需慎選材料，有的廚餘非但製作不出好酵素，反而有可能帶臭味，難以用在家庭清洗方面。尤其是蔬菜製作出來的環保酵素都帶有很重的臭味，不適合家用方面。同時，在每一次製作環保酵素時，最好加入檸檬皮、柚皮或橘皮，因為這樣會增加環保酵素的香氣，使我們在使用酵素溶液時，都會聞到清香。

二、實驗中使用黑糖，是因為黑糖是沒有經過高度精煉脫色的蔗糖，可以提供熱能外，還含有微量元素甘醇酸、是微生物的營養基且礦物質成份高，製作環保酵素功能佳。而砂糖是從甘蔗提取糖汁經過濾沉澱、蒸發結晶、脫色和乾燥等而成的固體原始蔗糖，故使用砂糖製作酵素，其效果會大打折扣。

三、酸和鹼的水溶液以適當的比例加在一起，反應後彼此失去原有的酸性與鹼性，產生水及鹽類，並同時放出熱量，稱為「酸鹼中和」。

通式：酸+鹼→水+鹽+熱量

因此中和時相伴發生的現象，有三：

(一) 中和後所得的溶液，因有陰、陽離子存在，故仍能導電。

(二) 中和後所得的鹽往往又發生水解，所以水溶液不一定成中性。

(三) 放出熱量。

因此混合果皮酵素加入小蘇打粉後形成弱鹼性溶液，此時釋放出熱量、所得的溶液能導電。故在不吸水性材質的去油力測試比單純的果皮酵素來得佳。

四、柚皮、橘皮等果皮酵素的酸性極強，故可以用來清除尿垢。用酸性清潔劑清除尿垢的原理是因為尿液中的水分蒸發後，仍有部分物質會殘留在容器表面，久了就會變成黃色尿垢，其中主要含碳酸鈣等鹽類和 10%左右的有機物。碳酸鈣是屬於偏弱鹼性的鹽類，所以可以運用酸鹼中和的原理，使用酸性洗劑，將附著在馬桶上的尿垢沉積轉變為可溶於水的鹽類，再用大量清水沖刷清除。其化學式為： $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ 此過程將難溶的碳酸鈣轉變為可溶的氯化鈣，此外強酸多半具有腐蝕性，可促使尿垢分子與馬桶表面的吸附力降低，以加速達到去汙效果。

五、酵素是一種生物體催化劑，發酵或腐敗都是由酵素所發生。酵素的主要成分是蛋白質，酵素蛋白對作用基質具有高度選擇的特異性。生物體中，做為酵素材料以微生物最為單純，故應用微生物酵素於物質的合成、轉換、分解、淨化、醫療、分析，是順應自然的科學技術。

六、催化生物化學反應的酵素具有下列優點：

1. 在常溫、常壓、中性附近的 pH 範圍之溫和反應條件下，能推行很大的反應加速作用。
2. 對基質具有特異的選擇性。
3. 具低能源消耗特性。
4. 無公害且能防止公害發生。

柒、結論

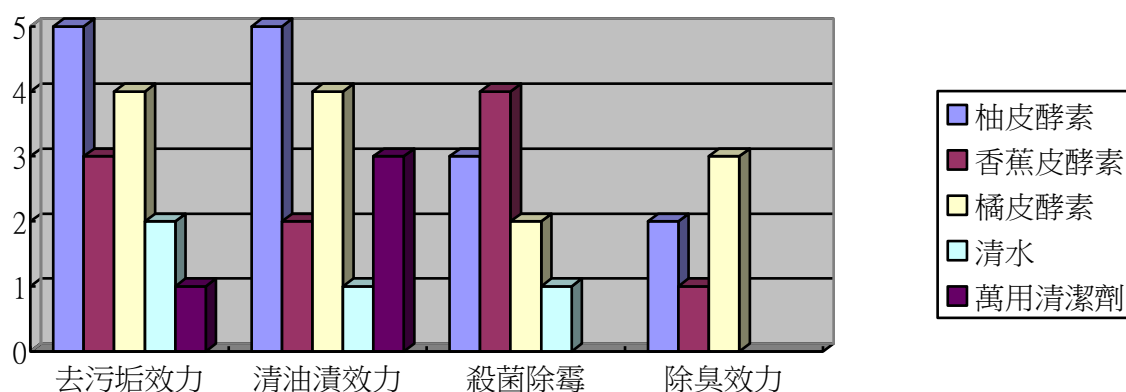
一、環保酵素(ECO Enzyme /Garbage Enzyme)是利用水、鮮垃圾、黑糖分別是 10：3：1 的比例混合，經過三個月的發酵過濾所製成的棕色液體。其科學原理是澱粉和糖的化學轉化得到酸性物質（ CH_3COOH ）溶解於水後解體，分解出澱粉、脂肪、蛋白質的醋酸基（Acetyl-CO-A）。其分解的化學方程式如下： $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{O}_1 + \text{O}_2 = \text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 分解所得的臭氣有殺菌的功能，能分解人工化學污染物、溝渠內的油垢。它是具有活性觸媒能將油脂分解成小分子，並直接與深處油脂反應，達到深層清潔目的。

二、此外，酵素能轉化氨（阿摩尼亞）成為硝酸鹽（NO₃），為植物提供肥料與營養；酵素也能轉化二氧化碳為碳酸物（CO₃），滋養海洋中的植物、魚類和其他海底生物。

三、酵素在學校的實施，除了可以是一般的清潔用品、廁所的除臭殺菌、校園植栽的肥料外，稀釋後的環保酵素流入下水道，還可以淨化排水系統、防止水管堵塞、淨化糞池、分解污水污泥，進而淨化河流和平靜海洋，達到環境保護的效果。

四、綜合實驗結果：柚皮、橘皮酵素都比市售清潔劑有更好的去油、去污效果。橘皮酵素更適合當作除臭劑；而香蕉皮酵素雖然不適合當作除臭劑，但卻是最佳滅菌高手。

清潔酵素大不同(圖八)



五、果皮，是生活富裕的我們習慣丟棄的東西，但這些廢棄物裡卻藏著神奇無比的酵素，愛物惜物者發現它的珍貴價值，利用這些環保酵素澆灌土地讓樹的果實更甜，可以打掃環境、減少化學清潔劑對環境的負擔；搜集果皮，釀造酵素，做環保需要的是持之以恆、身體力行！讓我們的生命可貴，生活更美好。

六、人，是大自然的一份子，即使我們自稱萬物之靈、自詡人定勝天。但是很多事情最終還是得回歸自然的角度來觀察，才能避免人的自大、偏見；看出事物的原貌，才能得到更恆久真切的價值。

捌、參考資料及其他

一、中文部分：

1. Story a.(2014)・科學實驗王 26 細胞分裂(66-72 頁)・臺北市：三采文化出版事業有限公司。
2. 王美芬(2013)・國小自然與生活科技教師手冊(第五冊)・臺北市：康軒文教。
3. 孫俊彬(2014)・國民小學綜合活動教師手冊(第八冊)・臺南市：翰林出版。
4. 劉英俊・汪金追(1987)・酵素工程(全冊)・臺北市：中央圖書出版社。

二、網路資源：

1. 永春興業有限公司(1987)・餐具皿洗淨檢查(脂肪性殘留物檢查法)・台北市：取自
<http://www.okiharu.com.tw/reference-1.htm>
2. 大紀元電子日報(2007)・取自
<http://www.epochtimes.com.tw/7/2/6/47713.htm> 七成五清潔劑屬強酸強鹼
3. 中時電子報(2015)・取自
<https://tw.news.yahoo.com/%E9%85%B5%E7%B4%A0%E5%A6%99%E7%94%A8-%E8%AD%B7%E6%A8%B9%E4%B9%9F%E8%AD%B7%E9%AB%AE-215033196.html> 護樹也護髮
4. 常平中小學生紛紛交上了自己在暑假裏的特別制造自制環保酵素・取自
<http://news.hexun.com.tw/2012-11-21/148155964.html>
5. 中華民國行政院環境保護署環境檢驗所・檢驗方法查詢・取自 <http://www.niea.gov.tw>
6. 中華民國行政院環境保護署環境檢驗所・檢驗方法查詢・異味污染物官能測定法—三點比較式嗅袋法(A201.14A)・取自
<http://www.niea.gov.tw/analysis/method/ListMethod.asp?methodtype=AIR>

【評語】 080818

本研究將自製天然酵素的清潔效果為研究主題，將大家認為的「垃圾」變「黃金」，且能運用自然科學所學的簡易判別清潔效果，值得嘉許。