

中華民國 第 50 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 生物科

080313

窗台綠光~無臭堆肥發酵緩衝劑對無底洞植栽的
探討

學校名稱：臺北縣永和市秀朗國民小學

作者：	指導老師：
小四 劉晉嘉	蘇秀麗
小四 劉家妤	朱鄭盟
小四 鄭旨妤	
小四 張馨方	
小四 朱亭宇	

關鍵詞：無臭有機土、節能減碳、無底洞栽植法

窗台綠光~無臭堆肥發酵緩衝劑對無底洞植栽的探討

摘要

為建立窗台文化與淨化環境，解決土壤嚴重惡化、氣候暖化、能源短缺的問題，我們想到研發落葉或果皮菇類等廚餘，培養為「有機無臭堆肥」，解決肥堆缺氧問題與對有機酸的緩衝作用，提供養份讓肥堆蓬鬆透氣與微生物有良好的生長環境；使用無底洞植栽法，栽種蔬果花卉於窗台或陽台上，既可達到省水減碳有效率的功能與盆底無淤水污泥，又可防止滋生蚊蟻蟲害，淨化空氣解決溫室問題；從育苗到設計無底洞植栽到驗證廚餘產生的營養素足夠培養有機土壤，讓「聖運小蕃茄」快速開花結果；並且做生質能發酵酒精測試，發現成效異常良好，遠遠超過我們原本的預期，符合鐵窗變綠窗的簡易設施，使作物生長旺盛，產物質量增加。

壹、研究動機

上自然與生活科技牛頓版第二冊第一單元「植物的生長」的時候，我們討論到現在的土壤受到嚴重的化肥污染，造成土壤硬化、酸化，無法種植，收成不好，糧食缺乏，動物和人類爭食，最後餓死。我們住在都市裡，沒有多餘的土地可以栽種，所以，我們不但想要研究既不佔空間又省水沒有病蟲害的「簡易無底洞植栽法」於窗台或是陽台，使鐵窗變成綠色園地，改變土壤變成有機土，執行有機農業的夢想，希望結合簡易設施與有機栽培，降低成本提高堆肥肥力，栽培出質量均佳的植物或蔬果，並從訪談「蕃茄達人」得知，目前一般農地土壤平均只有 2%是有機質，要提升到國際接受的較低水平 7%，需要更努力的研究與探討。

		
拜訪鹽水鎮蕃茄達人	蕃茄產地實際踏查	達人種的聖運小蕃茄

貳、研究目的

- 一、利用廚餘菌菇與落葉纖維發酵製成營養素與緩衝劑。
- 二、驗證廚餘堆肥肥力，增強土壤與植物的抵抗力。
- 三、了解廚餘堆肥酸鹼值對土壤與植物生長的效果。
- 四、瞭解無底洞盆栽，節能減碳淨水防蟲害的功能。
- 五、瞭解無底洞種子育苗與生長過程中省水的反應。
- 六、廢物利用設計美化，使鐵窗成爲節能綠色庭院。

		
培養有機土	一週後就開花了	測廚餘營養液酒精濃度
		
兩週就可以結成果	窗台蕃茄變紅了	收成了！可以吃了！

參、研究設備及器材

校園植物、各種菇類廚餘、水果類廚餘、各種土壤、酵母菌、優酪乳、乳酸菌、糖、鹽，氣球、保特瓶、果汁機、酒精燈、漏斗、塑膠盆、各種苗栽、水族箱、泡棉、保麗龍、磅秤、廣用試紙、溫度計、電導度檢測器、酒精感測器。

肆、研究過程與方法

問題一：落葉纖維素對「肥堆有機酸」能有緩衝作用嗎？

方法(一)：校園植物的葉子分類成乾、濕、油的調查。

實驗步驟：

1. 收集喬木植物落葉，磨碎葉子。
2. 以 150c.c.的水放在燒杯中，用酒精燈燃燒至一百度。
3. 放入葉子〈七種〉觀察油的分佈

表一之 1 第一次收集七種植物落葉實驗後分類表

結 果 性 質	名 稱	橡 膠 樹 葉	榕 樹 葉	楓 香 樹 葉	欖 樹 葉	菩 提 樹 葉	無 患 子	羊 蹄 甲
		乾	V	V	V			
溼						V		
油					V		V	

表一之 2 第二次收集十三種植物落葉實驗後分類表

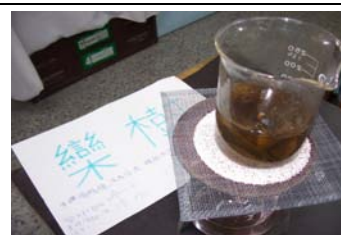
結 果 性 質	名 稱	馬 拉 巴 栗	羅 漢 松	大 金 星 蕨	福 木	青 槭	桑 樹	吊 竹 草	樟 樹	紅 邊 竹 蕉	甜 橙	桂 花	仙 丹 花	小 葉 南 洋 杉
		乾	V	V	V		V	V		V	V	V	V	V
溼				V				V						



擦乾晒乾



剝碎成泥



煮沸後油浮在水面

結果分析：

從實驗知道屬於乾性葉子：橡膠樹葉、榕樹、楓香…等 15 種；屬於潮濕葉子：菩提樹、福木、吊竹草等 3 種；屬於油性葉子：無患子、臺灣欖樹等 2 種。

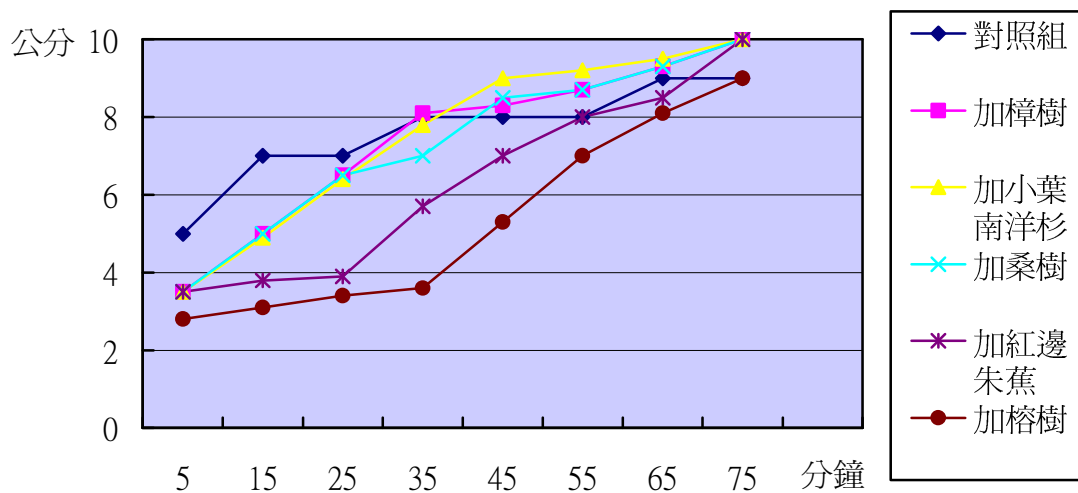
方法(二)：自製營養液與制酸緩衝劑

實驗步驟

1. 把酵母菌 8g、糖 12g、35°C 溫水 150c.c.，樹葉 12g 放入研鉢磨勻。
2. 將材料倒入 6 支瓶內編號 1~6，1 號對照組，放入酵母菌、糖、水，2 號樟樹，3 號小葉南洋杉，4 號桑樹，5 號紅邊朱蕉，6 號榕樹。
3. 套上氣球保持 35°C 水溫，每 10 分鐘觀察氣球的直徑。

表一之 3 氣球直徑變化

直徑 公分	時間 分鐘	對照組 ; 實驗組							
		5	15	25	35	45	55	65	75
1	酵母菌+糖+溫水	5	7	7	8	8	8	9	9
2	編號 1+樟樹	3.5	5	6.5	8.1	8.3	8.7	9.3	10
3	編號 1+小葉南洋杉	3.5	4.9	6.4	7.8	9	9.2	9.5	10
4	編號 1+桑樹	3.5	5	6.5	8	8.5	8.7	9.3	10
5	編號 1+紅邊朱蕉	3.5	3.8	3.9	5.7	7	8	8.5	10
6	編號 1+榕樹	2.8	3.1	3.4	3.6	5.3	7	8.1	9



圖一 對照組與加落葉纖維後緩衝比較

			
葉子放進研鉢磨碎	碎葉加入酵母菌和糖	對照組酵母菌和糖水	加入樹葉緩衝作用
			
量氣球直徑多寬	二氧化碳比空氣重	氣球縮進去	蚊子掉在瓶內氣球

結果分析：

我們發現只放酵母菌和糖的氣球膨脹得比較快又大（氣球會垂下來，因為比空氣重的氣體是二氧化碳，也是植物的營養素），但是有放進乾性枯葉纖維如樟樹、小葉南洋杉、桑樹、紅邊朱蕉、榕樹樹葉的氣球比較慢膨脹，有緩衝的現象，因為枯葉纖維屬生質材質，可吸收廚餘液體廢棄物，堆肥部分中心因缺氧的關係，會生成有機酸，枯葉纖維對有機酸有良好的緩衝作用。

問題二：落葉纖維與菇類、水果類可提高堆肥肥力嗎？

方法(一)：測出菇類、水果廚餘酒精濃度與 pH 值

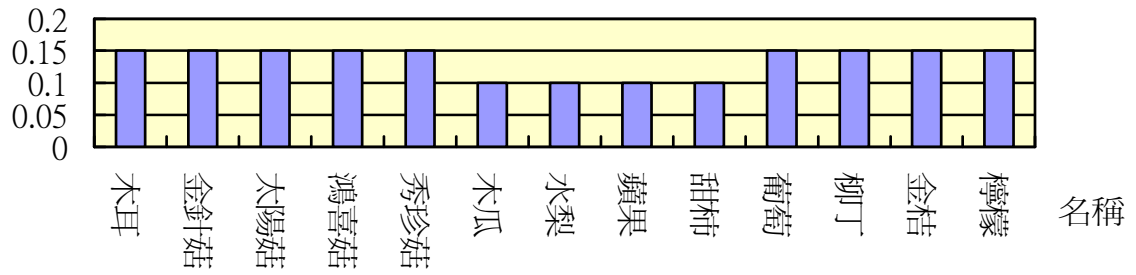
實驗步驟

1. 把菇類、水果類等廚餘磨勻，將液體用酒精感測器測出濃度，以檢驗發酵程度。以廣用試紙分別測量 pH 值。
2. 利用玩具車的啓動檢測電導度。

表二之 1 菇類、水果廚餘酒精濃度與 pH 值

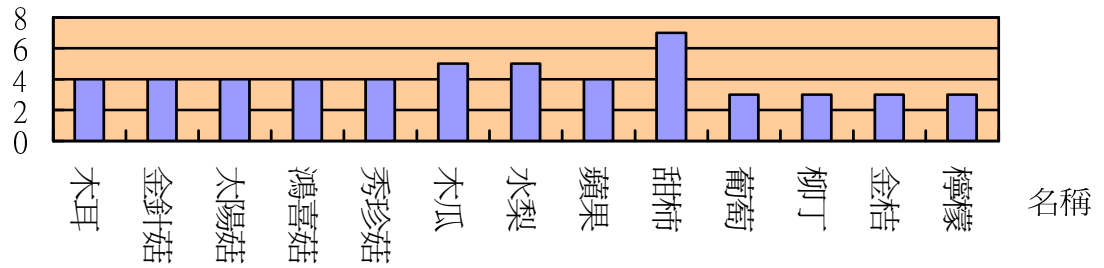
名稱	木耳	金針菇	洋菇	太陽菇	鴻喜菇	秀珍菇	木瓜	水梨	蘋果	甜柿	葡萄	柳丁	金桔	檸檬
酒精 Mg/L	>0.15	>0.15	<0.1	>0.15	>0.15	>0.15	>0.15	<0.1	<0.1	<0.1	>0.15	>0.15	>0.15	>0.15
pH 值	4	4	4	4	4	4	5	5	4	7	3	3	3	3

感應值Mg/L

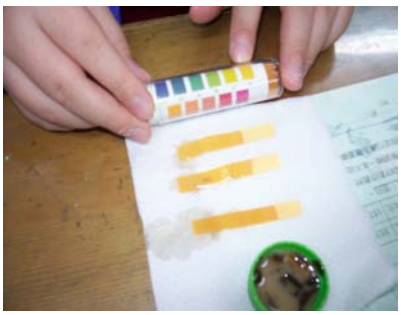







圖二之1 菇類水果類酒精感應

pH值



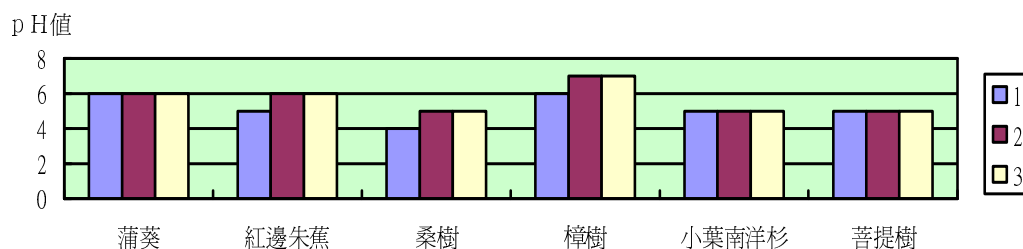
圖二之2 菇類水果類酸鹼值

		
測出菇類 pH 值 4 酸性	自製簡易檢測計	檢測菇菌果皮汁的電導度
		
酒精感測器綠燈 < 0.1Mg/L	黃燈 0.1~0.15 Mg/L	紅燈為 > 0.15 Mg/L

方法（二）測量落葉纖維 pH 值

表二之2 落葉纖維 pH 值

pH 次 數	植 物 名 稱 值	蒲 葵	紅 邊 朱 蕉	菩 提 樹 葉	桑 樹 葉	樟 樹 葉	小 葉 南 洋 杉
		1	6	5	5	4	6
2	6	6	5	5	7	5	
3	6	6	5	5	7	5	



圖二之3 落葉纖維酸鹼值

結果分析：

測出菇類廚餘酒精濃度 $>0.15\text{Mg/L}$ 有木耳、金珍菇、太陽菇、秀珍菇、鴻喜菇；洋菇 $<0.1\text{Mg/L}$ 。水果廚餘酒精濃度 $>0.15\text{Mg/L}$ 有木瓜、檸檬、葡萄、柳丁、金桔；水梨、蘋果、甜柿 $<0.1\text{Mg/L}$ 。菇類、水果廚餘酸鹼值都在 5 以下，只有甜柿為 7；落葉纖維 pH 值樟樹 7，裝在寶特瓶當肥料，電導度的強弱也會影響堆肥肥力，利用落葉與廚餘液體的發酵作用產生的酒精感應質檢驗適合植物生長的肥力。

問題三：菇、菌類和樹葉纖維的反應為何不會發臭呢？

方法（一）：對照組和實驗組的比較

實驗步驟：

1. 對照組秀珍菇和樟樹葉纖維，其他樹葉剪碎。
2. 秀珍菇剝碎 12 克。碎葉和秀珍菇倒進 600 c.c.的保特瓶。
3. 加糖 8 克溫水 35°C 60 c.c.。套上氣球搖一搖。

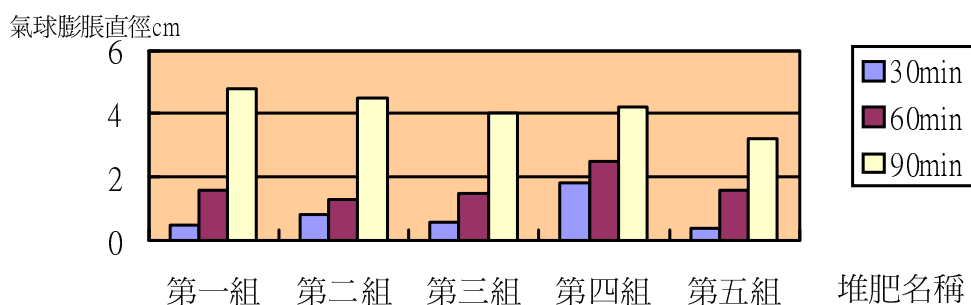
方法（二）：加優酪乳、養樂多、樹葉纖維

實驗步驟：

1. 樹葉 12 克。碎葉和優酪乳倒進 600 c.c.的保特瓶。
2. 加糖 8 克溫水 35°C 60 c.c.。

表三之 1 菇、優酪乳和樹葉纖維

直徑 堆肥 cm 時間	第一組 秀珍菇 樟樹葉	第二組 金針菇 羊蹄甲豆夾	第三組 香菇 羊蹄甲豆夾	第四組 優酪乳 麵包樹葉	第五組 養樂多 麵包樹葉
30min	0.5	0.8	0.6	1.8	0.4
60min	1.6	1.3	1.5	2.5	1.6
90min	4.8	4.5	4.0	4.2	3.2
氣球挺起 快慢	三	四	五	一	二



圖三之1 菇菌類與枯葉纖維堆肥肥力比較圖

結果分析：

經過比較，優酪乳麵包樹葉最早膨脹，養樂多麵包樹葉第二，因酵母菌發酵的關係。秀珍菇第三，但最後氣球吹得最大且還縮進去，好菌可釋放高能量，只需注意不能過量，亦不可持續在空氣中，會產生毒素發臭，所以與枯葉纖維的反應可隔離對菌本身的毒性及減少臭味。

		
各種菇類的實驗	先把菇類絞碎備用	放進瓶裡再加入枯葉
		
發現第四組先膨脹	第一組最後膨脹到縮進去	還是第一組變化最強

問題四：自製無臭堆肥與一般堆肥栽植的比較。

方法（一）：自製落葉纖維素無臭堆肥

實驗步驟

1. 把 60c.c.的剩飯加 100c.c.的水打成米漿，加入 1000c.c.的樟樹葉粉。
2. 在造型容器內套上保鮮膜，將樟樹葉泥倒入壓緊。
3. 容器倒放，壓住保鮮膜將保鮮膜撕掉，樟樹泥模型成固體狀。

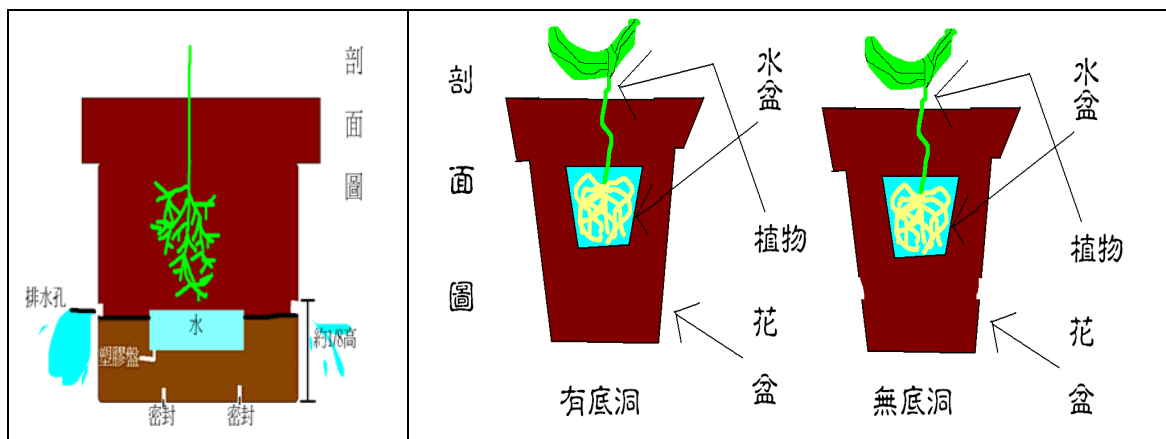
		
從校園裡採集樟樹落葉	清洗樟樹落葉	烘乾後放入果汁機打成粉

		
<p>把 60c.c.的剩飯加 100c.c.的水打成米漿</p>	<p>加入 1000 kg的樟樹葉粉一起打</p>	<p>在造型容器內套上保鮮膜將樟樹葉泥倒入壓緊</p>
		
<p>樟樹泥曬太陽</p>	<p>多做幾個成爲有機土</p>	<p>完成的樟樹泥模型成固體狀</p>

方法（二）：自製堆肥和各種堆肥用無底洞栽種地瓜

實驗步驟：

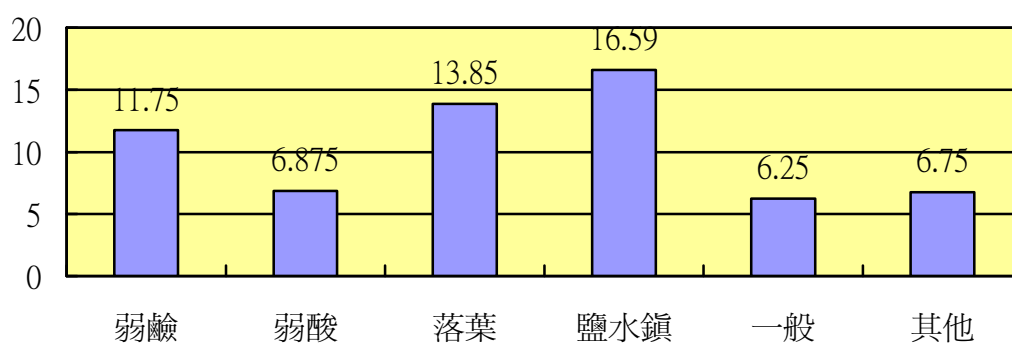
1. 長方形無底洞盆子底部各先鋪上一層各種堆肥的土壤。
2. 把 600 c.c.的寶特瓶切割注入 300 c.c.的水。
3. 地瓜放入寶特瓶後，放置在盆子一層土的上面。
4. 把各種堆肥的土壤蓋到地瓜上。
5. 把土壤鋪蓋，放進內裝廚餘有打洞的寶特瓶提供營養液。



表四之 1 自製落葉廚餘堆肥與其他堆肥在無底洞栽植法中的生長情形

生長 cm 週 次	堆肥 A-1 弱鹼廚餘 堆肥	A-2 落葉廚餘 堆肥	A-3 一般堆肥	A-4 鹽水鎮堆 肥	A-5 弱酸廚餘 堆肥	A-6 其他堆 肥
第一週	10.2	13.0	3.0	15.0	6.0	6.0
第二週	11.0	13.1	6.0	16.0	6.0	6.0
第三週	12.8	14.3	6.0	17.2	7.2	7.0
第四週	13.0	15.0	10.0	18.0	8.3	8.0
平均	11.75	13.85	6.25	16.59	6.875	6.75

生長高度cm



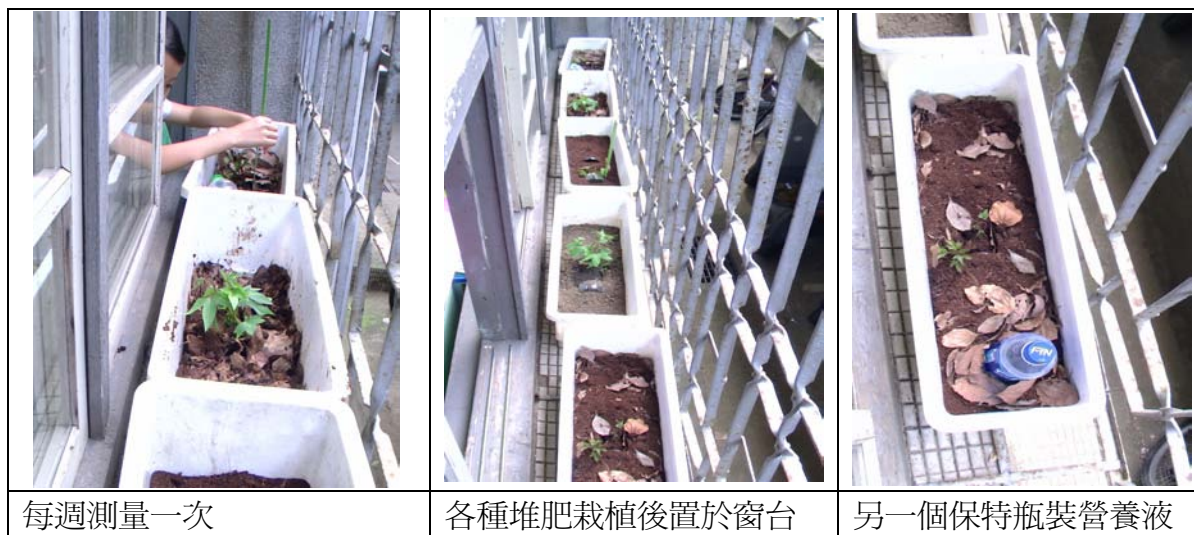
圖四 落葉堆肥與各種堆肥在無底洞栽植法地瓜生長情形

結果分析：

生長情形以鹽水鎮堆肥長最快，自製落葉堆肥次之，鹽水鎮堆肥使用部份化學肥料，又在陽光充足的南部，而我們自製的堆肥完全採用生質材質製作有機土，但還是比其他買回來的培養土長得快。

長得最慢的是其它堆肥土壤，原因是盆底沒有放裝水的寶特瓶，水份不夠，不能和其它都有裝水的寶特瓶比，可持續一週不用澆水。



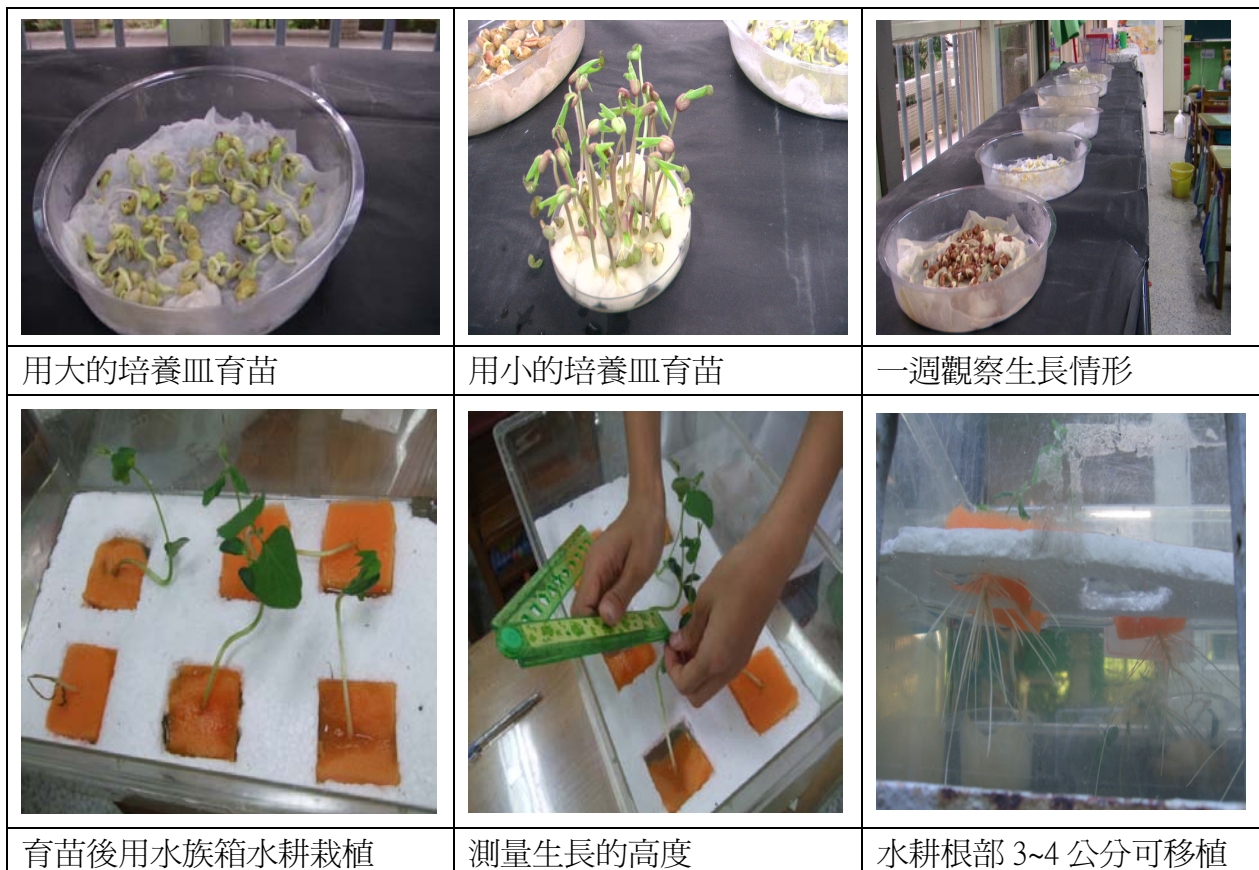


問題五：聖運蕃茄等育苗栽植的比較。

方法(一)：育苗後用水族箱栽培

實驗步驟：




1. 用水族箱和保麗龍板以及真空泡棉種各種苗栽。
2. 保麗龍和水族箱一樣大，保麗龍挖洞 5 公分(25 平方公分)。
3. 真空泡棉的中央穿洞，再塞到保麗龍空格。
4. 育苗插到真空泡棉的中央，直到育苗的根長到 3 公分，葉子 2~3 片，再移栽到有機土裡的無底盆栽裡。



方法（二）：育苗後用無底洞杯子栽培

實驗步驟：






1. 大小塑膠杯各一個，大杯底部放一層培養土。
2. 小杯底放 20 c.c.的水。
3. 苗放進小杯浸到水再填土壤下去。

		
育苗後移植到無底洞杯子	無底洞底加一小杯裝水	測量生長情形並紀錄

方法（三）：育苗後在溫室栽培

實驗步驟：

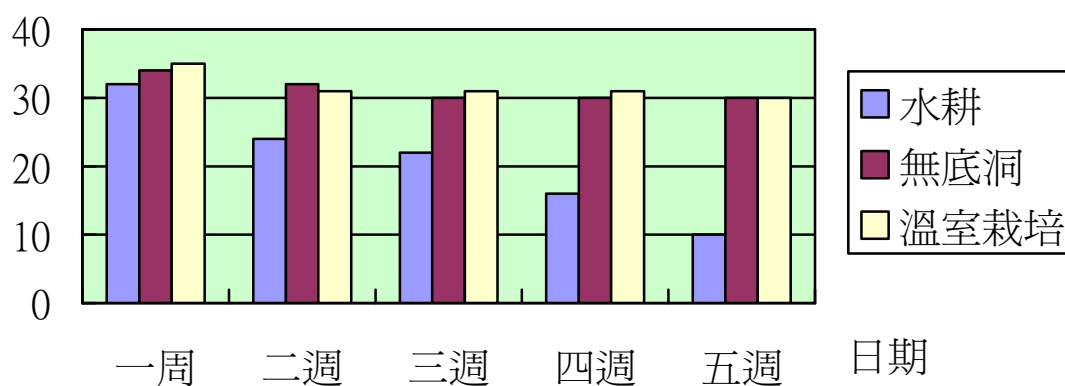
1. 溫室小屋利用 0.5V 太陽能馬達循環抽水並調解空氣溫度保持在 25°C~30°C。
2. 栽種在培養土中，直到 10 公分高再移植。
3. 參觀溫室栽培法帶回苗種。

		
太陽能溫室植栽模型屋	到鹽水鎮蕃茄達人的溫室	在溫室中學習蕃茄栽植
		
溫室培育的聖運蕃茄植栽	溫室中用塑膠布覆蓋防水	聖運蕃茄最省水

表五之1 三種不同育苗後植栽法存活的棵數

棵 日 期	方 法 數	水耕	無底洞	溫室栽培
98/9/5		32	34	35
98/9/12		24	32	31
98/9/19		22	30	31
98/9/26		16	30	31
98/10/2		10	30	30

棵數



圖四之1 三種不同植栽法

結果分析：

聖運小蕃茄在水耕植栽的存活率較差，又需要大量的水，容易腐爛，無底洞兩杯栽種中，小杯裝水可持續一週不用澆水，存活率較高；溫室因有控制溫度又種在培養土中，存活率也高。

問題六：什麼是「無底洞栽種法」，真能省水嗎？

方法(一)：圓形無底洞栽種法

實驗步驟：

1. 用塑膠布包裝圓形塑膠盆把底部密封起來。
2. 盆底先放一層培養土，在兩側底部 1/8 處打洞，可作為排水孔。
3. 大盆底放一個裝 20 c.c.水的塑膠杯，插一支吸管，可注入廚餘營養液。
4. 把苗放進小塑膠杯浸水，再填土壤下去，規定每天澆一次水 10 c.c.，廚餘營養液 3 c.c.。

方法(二)：方形無底洞栽種法

實驗步驟：

1. 取空瓶上端切掉 1/3，底部封閉起來。
2. 盆底先放一層培養土，再在兩側底部 1/8 處打洞，可作為排水孔。
3. 盆底放一個裝 20 c.c.水塑膠杯，插一支吸管，可注入廚餘營養液。

方法(三)：長方形無底洞栽種

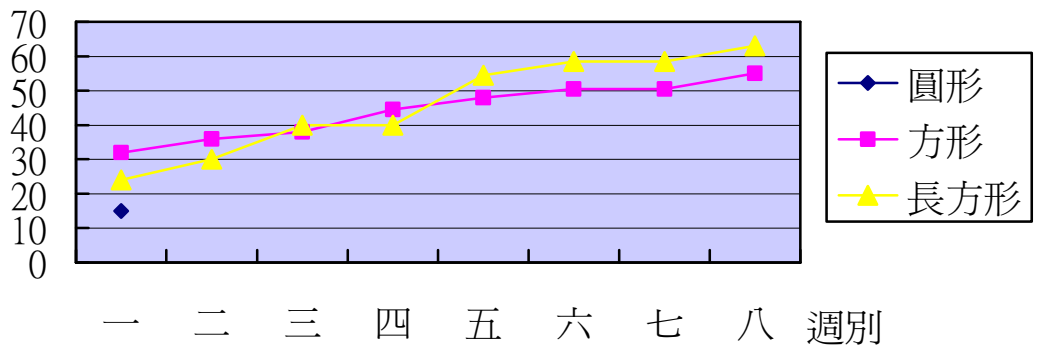
實驗步驟：

1. 取一個空水槽，底部封閉起來。
2. 盆底先放一層培養土，再在兩側底部 1/8 處打洞，可作為排水孔。
3. 盆底放一個裝 20 c.c.水小塑膠杯，插一支放有廚餘的保特瓶。可注入廚餘營養液。

表六之 1 圓形、方形、長方形塑膠盆做無底洞栽種聖運蕃茄結果比較
各種五棵澆水量的存活顆數與成長情形（如原始紀錄）

變 日 期	方 式 化	圓形無底洞 每天澆一次水	方形無底洞 一週澆一次水	長方形無底洞看到 土壤稍乾才澆水
98/10/27		5 片葉子 (15 cm)	5 片葉子(32cm)	5 片葉子(24cm)
98/11/3		葉子枯黃垂下	7 片葉子(36cm)開花	6 片葉子(30cm)
98/11/10		底部的根爛掉	8 片葉子(38cm)結果	6 片葉子(40cm)
98/11/17		土壤變成泥塊	9 片葉子(44.5cm)	6 片葉子(40cm)
98/12/1		五棵全部枯萎	11 片葉子(48cm)	8 片葉子(54.5cm)
98/12/8		原因盆底積水	12 片葉子(50.5cm)	10 片葉子(58.5cm)
98/12/15		底盤有泥水	14 片葉子(50.5cm)	13 片葉子(58.5cm)
98/12/22		髒亂產生蚊蟲	16 片葉子(55cm)	16 片葉子(63cm)

植栽高度cm



圖五之1 三種無底洞栽植省水成長高度比較

結果分析：

圓形無底洞每天澆水，造成根部積水無法排水，但是會從兩側的小孔排出泥水，所以植栽根部會爛掉長不起來，一週就垂死；方形無底洞植栽一週澆一次水並且從吸管加入，成長得很快，一週就開花結果，第二週就紅了，並且托盤都沒有水漏出來，乾淨無蚊蟲螞蟻，比圓形的省水；長方形的無底洞植栽看土壤稍乾才加水至吸管内，堆肥液會從埋在土壤 1/3 處的洞流至土壤裏，廚餘營養液在前問題一至三自己調配，不用如方形要滴進吸管，所以長方形無底洞植栽最省水又長得最好，一週後果實累累。

			
圓形塑膠底部封閉	小塑膠杯裝水	插吸管注入廚餘	方形空瓶底部無洞
			
盆底小塑膠杯裝水	長方形底部無洞	栽一週開花結果	和蕃茄達人種的比比

問題七：比較鹽水蕃茄園和本校有機土的 pH 值有何差別？

方法(一)：親自到鹽水鎮蕃茄園取回植栽土壤

實驗步驟：

1. 將土壤 12 克磨成粉末各放在五個培養皿中。
2. 用滴管滴進純水，攪拌成泥狀，夾一片廣用試紙。
3. 放進泥水中稍刻取出放在白紙上觀察變化。再對照酸鹼值表

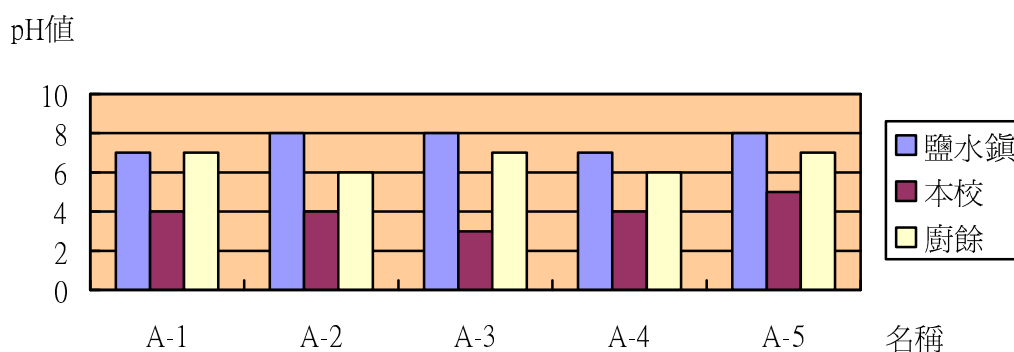
方法(二)：取本校原土壤和廚餘製作堆肥後的土壤

實驗步驟：

1. 將學校的原土壤 12 克磨成粉末各放在五個培養皿中。
2. 將廚餘製作堆肥的土壤 12 克磨成粉末
3. 用滴管滴進純水，攪拌成水泥狀，夾一片廣用試紙。
4. 放進泥水中稍刻取出放在白紙上觀察變化。再對照酸鹼值表

表七之 1 鹽水鎮蕃茄園、本校原土壤、廚餘製作堆肥後的土壤酸鹼值的比較

pH 堆肥 編 號 值	鹽水鎮蕃茄園	本校原土壤	廚餘製作堆肥後的土壤
A-1	7	4	7
A-2	8	4	6
A-3	8	3	7
A-4	7	4	6
A-5	8	5	6
平均	8	4	6



圖六之1 廚餘堆肥與鹽水鎮本校原土壤pH比較

結果分析：

鹽水鎮蕃茄達人告訴我們說蕃茄園堆肥土壤是弱鹼性，所以「聖運小蕃茄」吃起來才會甜甜，皮薄多汁。取回一些驗證 pH 值 8，而本校園土壤屬酸性 pH 值 4，經過廚餘堆肥調製成 pH 值 6，使土壤呈弱酸，接近中性。

		
鹽水鎮蕃茄園堆肥土壤	對照表後果然是鹼性	是弱鹼性的堆肥

問題八：鐵窗變綠窗的節能設備

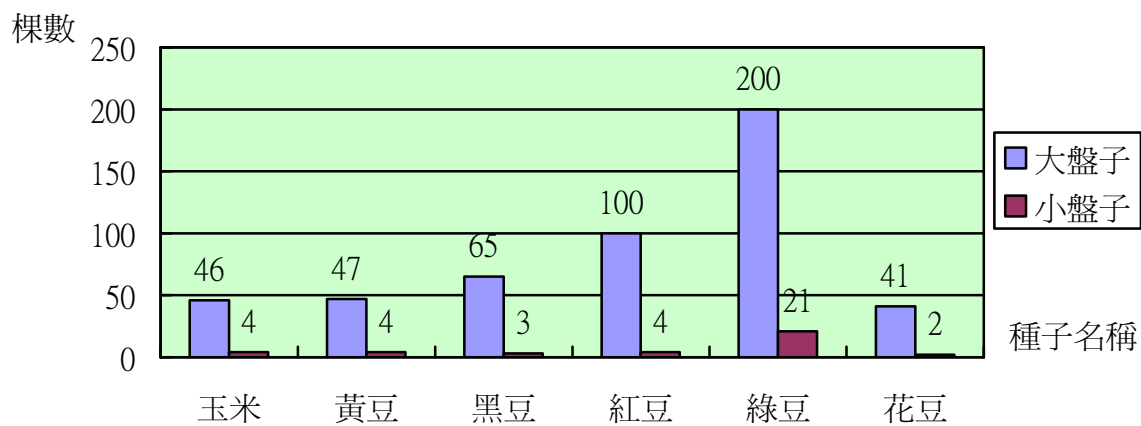
方法(一)：玉米、黃豆、黑豆、紅豆、綠豆的培育

實驗步驟：

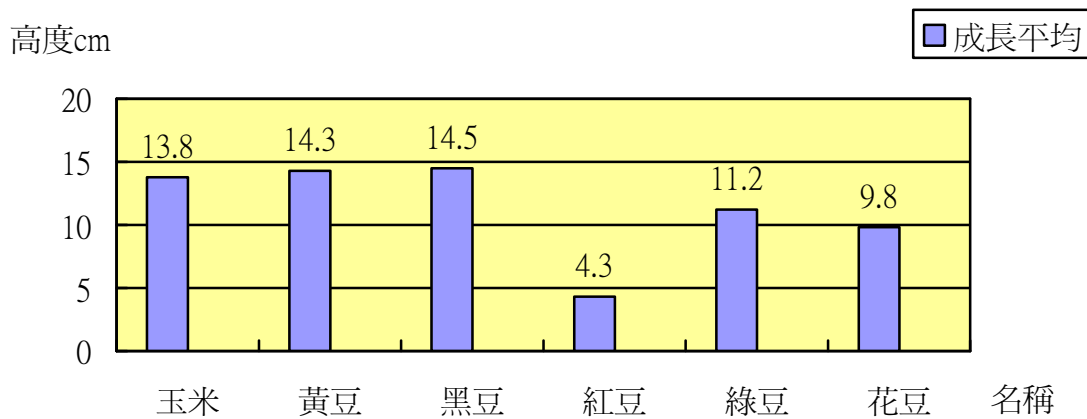
1. 小組組員各自尋找空瓶子。
2. 設計無底洞盆栽。
3. 栽種各種苗栽植物

表八之1 無底洞栽種玉米、黃豆、黑豆、紅豆、綠豆存活棵數與成長情形

日期	A-1 玉米	A-2 黃豆	A-3 黑豆	A-4 紅豆	A-5 綠豆	花豆
99.3/2	0	0	0	0	0	0
99.3/9 存活棵數	大：46 棵 小：4 棵	大：47 棵 小：4 棵	大：65 棵 小：3 棵	大：100 棵 小：4 棵	大：200 棵 小：21 棵	A-2：2 棵 A-3：1 棵 大：41 棵
99.3/16 成長高度 cm	(1)12.8 (2)13 (3)8.6 (4)14.9 (5)12.3 (6)11.7	(1)13.7 (2)10.7 (3)15.5 (4)12.8 (5)10.7 (6)10.1	(1)13 (2)10 (3)11 (4)11 (5)12 (6)14	(1)1 (2)0 (3)0 (4)0 (5)2 (6)0	(1)7 (2)7 (3)10 (4)6 (5)9 (6)9	(1)1 (2)15.5 (3)10 (4)10 (5)1
99.3/23 成長高度 cm	(1)13 (2)15 (3)10 (4)16 (5)15 (6)14	(1)16 (2)13 (3)17 (4)14 (5)13 (6)13	(1)16 (2)13 (3)13 (4)14 (5)15 (6)16	(1)3 (2)3 (3)4 (4)5 (5)5 (6)6	(1)9 (2)9 (3)14 (4)8 (5)13 (6)14	(1)4 (2)16 (3)13 (4)13 (5)3
平均	13.8	14.3	14.5	4.3	11.2	9.8



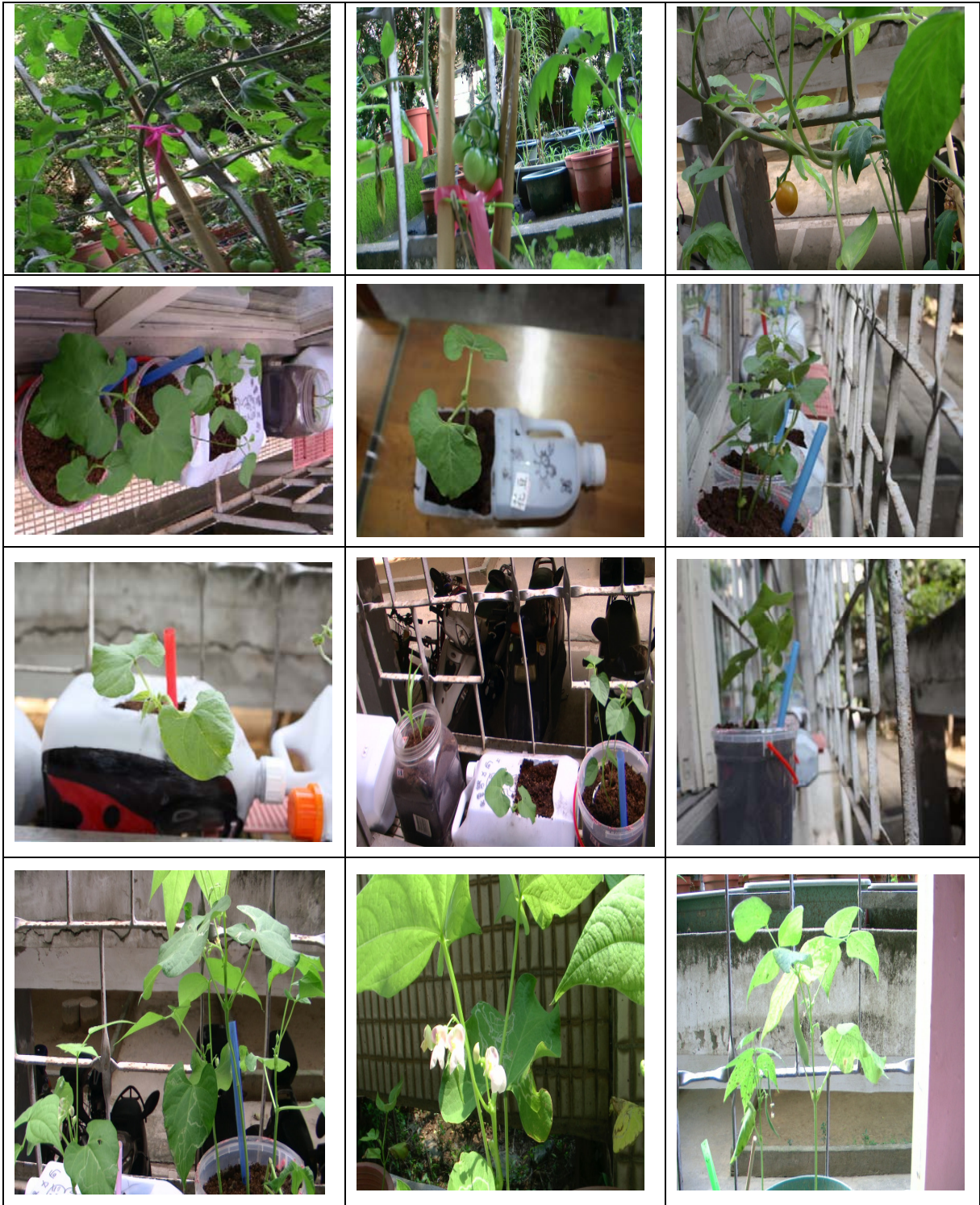
圖八之1 六種種子大小盤育苗情形



圖八之2 六種種子成長平均數

結果分析：

用大小盤子育苗的，大盤子的存活率較高，尤其是綠豆；小盤子因容量少，吸收水分也較少，存活率較低。所以要用容量大的盤子育苗。經觀察生長的情形發現黑豆最高，黃豆次之。



伍、研究結果

一、落葉纖維素對肥堆有機酸能緩衝作用嗎？

比較廚餘酵母菌、糖發酵加入落葉纖維素後現象後，發現只放酵母菌和糖的氣球膨脹得比較快又大（氣球會垂下來，因為比空氣重的氣體是二氧化碳，也是植物的營養素），但是有放進乾性枯葉纖維的氣球比較慢膨脹，有緩衝的現象，因為枯葉纖維屬生質材質，可吸收廚餘液體廢棄物，堆肥部分中心因缺氧的關係，會生成有機酸，枯葉纖維對有機酸有良好的緩衝作用。

二、落葉纖維與菇類、水果類可提高堆肥肥力嗎？

測出菇類廚餘酒精濃度 $>0.15\text{Mg/L}$ 有木耳、金珍菇、太陽菇、秀珍菇、鴻禧菇；洋菇 $<0.1\text{Mg/L}$ 。水果廚餘酒精濃度 $>0.15\text{Mg/L}$ 有木瓜、檸檬、葡萄、柳丁、金桔；水梨、蘋果、甜柿 $<0.1\text{Mg/L}$ 。菇類、水果廚餘 pH 值都在 5 以下，只有甜柿 pH 值 7；落葉纖維樟樹 pH 值 7，裝在寶特瓶當肥料，電導度的強弱也會影響堆肥肥力，利用落葉與廚餘液體的發酵作用產生適合植物生長的肥力，可以用最少的物質，產生最大的能量。

三、菇、菌類和樹葉纖維的反應為何不會發臭呢？

經過比較，優酪乳麵包樹葉最早膨脹，養樂多麵包樹葉第二，因酵母菌發酵的關係。秀珍菇第三，但是最後氣球吹得最大並且還縮進去，好菌可釋放高能量，但是不能過量，亦不可持續在空氣中，會產生毒素發臭，所以與枯葉纖維的反應可隔離對菌本身的毒性及減少臭味。

四、自製無臭堆肥與一般堆肥栽植的比較。

以鹽水鎮堆肥長最快、自製落葉堆肥次之，鹽水鎮堆肥使用部份化學肥料，而我們自製的堆肥完全採用生質材質製作有機土。長得最慢的是其它堆肥土壤，原因是盆底沒有裝裝水的保特瓶，水份不夠，不能和其它都有裝水的保特瓶比，可持續一週不用澆水。

五、聖運蕃茄等育苗植栽的比較。

聖運小蕃茄在水耕植栽的存活率較差，又需要大量的水，容易腐爛。無底洞兩杯栽種中，小杯裝水可持續一週不用澆水，存活率較高；溫室因有控制溫度又種在培養土中，存活率也高。

六、什麼是「無底洞栽種法」，真能省水嗎？

圓形無底洞每天澆水，造成根部積水無法排水，但是會從兩側的小孔排出泥水，所以植栽根部會爛掉長不起來，一週就垂死；方形無底洞植栽一週澆一次水並且從吸管加入，成長得很快，一週就開花結果，第二週就紅了，並且托盤都沒有水漏出來，乾淨無蚊蟲螞蟻，比圓形的省水；長方形的無底洞植栽看土壤稍乾才加水至吸管内，堆肥液會從埋在土壤 1/3 處的洞流至土壤裏，廚餘營養液在前問題一至三自己調配，不用如方形要滴進吸管，所以長方形無底洞植栽最省水又長得最好，一週後果實累累。

七、比較鹽水蕃茄園和本校有機土的 pH 值有何差別？

鹽水鎮蕃茄達人告訴我們說蕃茄園堆肥土壤是弱鹼性，所以，「聖運小蕃茄」吃起來才會甜甜，皮薄汁多，取回一些驗證 pH 值 8，而本校園土壤屬酸性 pH 值 4，經過廚餘堆肥調製成 pH 值 6，使土壤呈弱酸，接近中性。

八、鐵窗變綠窗的節能設備

用大小盤子育苗六種種子的結果，大盤子的存活率較高，尤其是綠豆，其次是紅豆；小

盤子因容量少，吸收水分也較少，存活率較低。所以要用容量大的盤子育苗。經觀察生長的情形發現黑豆最高，黃豆次之。

陸、討論

- 一、校園落葉分類成乾、濕、油，作為土壤的堆肥，另外廚餘製作堆肥有時候會很臭，不適合在教室堆積，因此大家討論有哪些不會發臭的廚餘做實驗，經過老師的提醒有很多廢棄物都可以是廚餘，唯食物廢棄物較難處理，因為料理中有大量的鹽，還有味精、醬油等，腐爛的肉類海鮮都不適合做堆肥。因此這次的研究堆肥最好都用生質材質的廢棄物，所以想利用植物有機物質，並使其和酵母菌發酵作用產生營養素與高能量
- 二、日常生活中好菌可增進抵抗力，乳酸菌、益生菌、優酪乳等都是，那麼植物也須要增進免疫力，才能防止病蟲害，所以在問題三中就利用菇菌和水果類和枯葉纖維實驗是否一樣可以玩吹氣球的遊戲，如果做成堆肥是否能提高肥力，肥份是否可以釋放強度和時間可持續多久，影響生物的生長問題，所以我們設計一種檢測計利用電導度的強弱實驗獲得解答。
- 三、篩選自製生質材質的廢棄物找對原料成分與混合製作廚餘堆肥，落葉可以用來吸收廚餘體的廢棄物，不但沒有臭味也可以增進肥堆缺氧問題，雖然實驗中從鹽水鎮蕃茄達人的田園取回的堆肥土壤，讓地瓜葉長的旺，但我們的堆肥完全沒有化學肥料真正的有機土。
- 四、做好有機農業，讓植物快速成長，除了所須求的養份與設備外，如何省水更是重要，因此，我們組員到南部鹽水鎮拜訪蕃茄達人，請教如何種蕃茄？在城市裏沒有像達人家有那麼寬闊的田園栽種，但是我們討論出窗台或陽台都可以利用，讓難看的鐵窗變成綠窗；不但有節能的功能，也可種水果來吃，因此，在暑假參加一個專以盆栽栽種蔬果的演講後，我們就設計一種無底洞栽植法希望能推廣到學校或社區，發現效果不錯
- 五、做到問題六無底洞栽種法時，為了要驗證省水功夫，我們設計三種方式做比較，我們認為水是植物的生命，天天澆水，植栽因此全爛掉了。還有兩側要打洞當排水孔，位置總是找不準，盆底要放多大的裝水器皿，也是試了好幾次才成功。不過下次要把這些試驗再詳細研究。
- 六、在種植聖運蕃茄時，土壤堆肥測出酸鹼值都在酸性，因此去請問蕃茄達人他的堆肥土是酸性還是鹼性，他說是鹼性，所以我們就盡量讓我們栽種的土接近鹼性，蕃茄生長時溫度在 15°C~30°C 但不是熱度而是光照度。

柒、結論

- 一、利用校內社區的有機物如落葉經由自然處理，對有機酸有良好的緩衝作用，酵母菌和糖產生二氧化碳，過量時經過落葉纖維素的混合也可讓肥堆透氣。
- 二、酒精濃度 $>0.15\text{Mg/L}$ 的菇類、水果廚餘若電導度也強對植物的根部有害。
- 三、要廚餘堆肥不發臭，用植物的纖維素與菇類的好菌吃掉壞菌產生的毒素。
- 四、無臭堆肥與無底洞栽植法是窗台文化最重要的條件。
- 五、比較三種育苗後栽植方法仍然以無底洞或溫室的生長較能快速開花結果，又施用自製廚餘堆肥，釋放營養素滿足聖運蕃茄的快速成長。
- 六、「無底洞栽植法」能讓植物健康，無病蟲害問題，增強抵抗力、免疫力，又可以節省澆

水次數，因為土壤裡的塑膠盆中，會留有水分因此可減少澆水量。

七、最適當的堆肥 pH 值都在 6 或 7，這樣才能成為有機土，大量使用化學肥料與農藥會造成土壤過酸或過鹼，種植植物不但收成不佳，對人類健康有害。

八、我們不要鐵窗，希望它成為綠色園地，讓我們享有健康的未來。

捌、參考資料

一、株式會社集英社。植物的秘密。台北市：牛頓出版股份有限公司。P.32-35、P.71-74。1989。

二、喻勇。微生物的世界。高雄市：三豐出版社。1992。

三、王月雲、陳是瑩、童武夫。植物學、生理學實驗。臺北市：藝軒圖書文具有限公司。P.130-131。1993。

四、潘愷、陳明毅。普通化學實驗。臺北市：眾光文化有限公司。P.107-116。1997。

五、秀朗國小編輯群。新光合作用。台北縣：秀朗國小。1998。

六、吳三和、劉力學。廚餘利用與有機栽培。臺北市：德國宏博學術交流基金會、台灣宏博聯誼會。P.30-48，2001。

七、綠精靈工作室。堆肥變沃土。台北縣：知遠事業文化有限公司。2010。

【評語】 080313

- 1.研究過程應加強對無底洞栽培法的說明。
- 2.實驗的設計說明應加強邏輯性。
- 3.想解決的問題太多看不出解決的方式。
- 4.實驗設計不甚完善。