

中華民國第四十六屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組 生活與應用科學科

030820

落葉歸根”餽”主意~探討落葉及廚餘堆肥技術
及環保生態循環之可行性

學校名稱：屏東縣立中正國民中學

作者： 國二 邱冠菱 國二 張恩瑞 國二 葉純寧 國二 溫亞捷	指導老師： 李天生
---	--------------

關鍵詞：落葉堆肥、廚餘堆肥、發酵菌肥

落葉歸根”餽”主意~

探討落葉及廚餘堆肥技術及環保生態循環之可行性

摘要

本實驗主要回收校園及家庭中產生之落葉與廚餘廢棄物，研究出最佳堆肥形成法，利用不同資材及自製發酵菌種，在促進堆肥發酵速度上比對照組縮短一半以上時間。檢測比較製成之堆肥各種性質，進一步以廚餘液肥及兩種腐熟堆肥對植物肥培發育之影響，試驗結果顯示無論對綠豆、辣椒及木瓜等植物栽培上在發芽率、株高、莖粗、開花數等均有顯著之影響，品質肥效甚佳。更特別地是研發出液肥具有清潔效果，並可製作具有吸附油漬能力之肥皂；甚至研發出落葉及廚餘堆肥可供甲蟲幼蟲飼養土效果甚佳。本組結合課本所學深入應用於生活中，期從家庭、校園開始推廣教育於鄉土間，能有生態資源環保回收觀念及關懷大地讓自然永續、生生不息之目的。

壹.研究動機

走在偌大的校園中，當大夥賣力地把校園環境打掃乾淨後，成袋的落葉形成難以處理之有機廢棄物，用餐後，師生所產生之廚餘只是交給民間養豬戶當作餽水，心中衍伸出一個問題：「一個養豬戶真有那樣大的消耗量？」，如果處理不當，會直接影響我們衛生品質及生活環境。自95年起開始環保署通令全國垃圾分類制度上路，家庭廚餘也透過垃圾車回收，但最後去路究竟在何處？是否能夠物盡其用，回歸自然仍有待商榷。

效法經營之神~王永慶對這片土地關心，引發本組強烈研究動機，若能讓落葉和廚餘進一步處理，藉由回歸自然有機農法找尋更佳處理方法，讓大地能生生不息。

在七下生物與環境單元中深刻體會到，應可利用自然界中擔任分解者角色的微生物及清除者如蝸牛、蚯蚓之類，將這些落葉以及廚餘分解後，產生之有機質，能再次物質循環，將資源回歸到自然中利用。因此，我們和老師一起討論如何改良市售堆肥菌，研究出更具環保效益之菌肥配方，將廚餘及落葉變成有機肥料，除慣行使用在植物培植作用上，更希望從學校推廣至居家環保，於是在老師細心的帶領下，我們展開了一連串的研究。

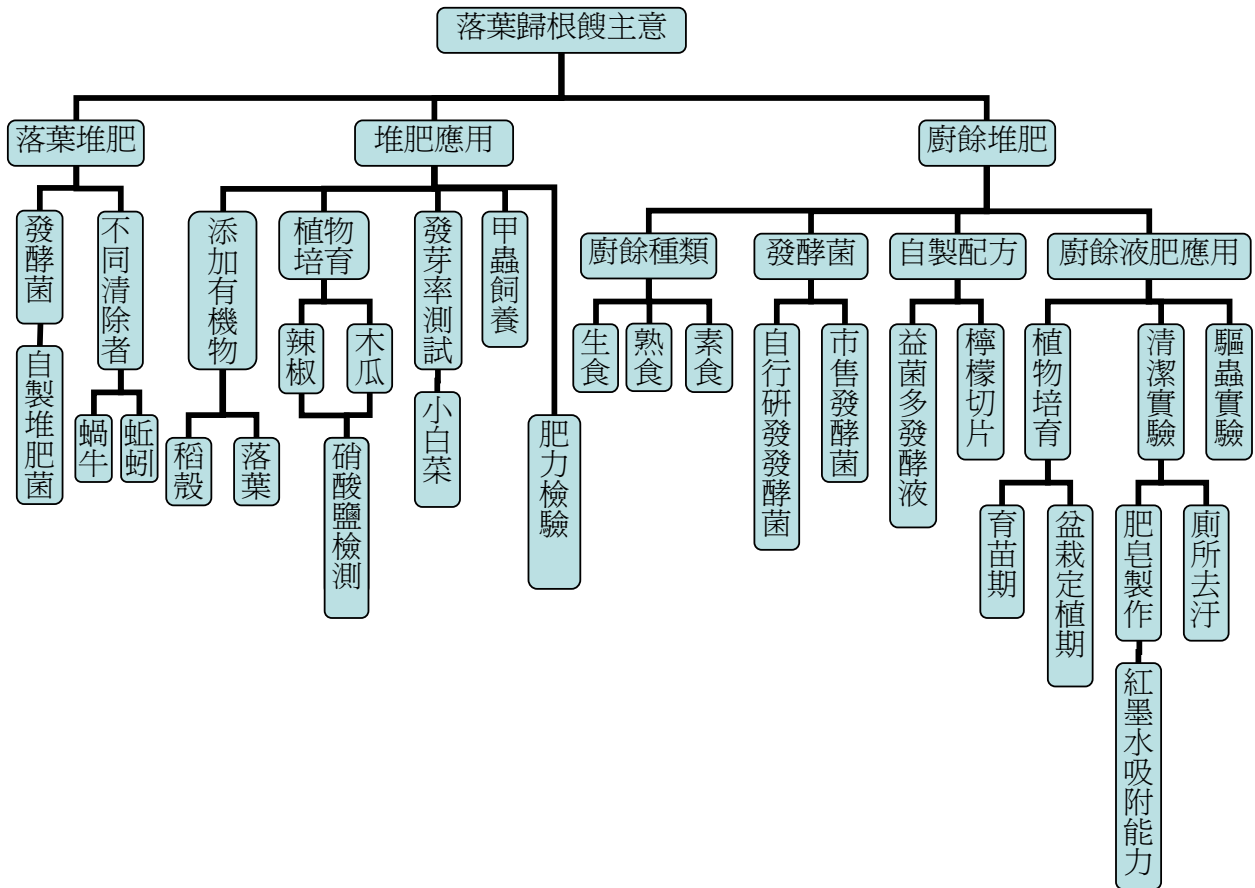
貳、研究目的

- 一、自製堆肥菌及施放不同清除者對落葉堆肥處理之影響~【落葉堆肥實驗】。
- 二、自製研發改良活性發酵配方，將廚餘變有機肥土的可行性~【廚餘堆肥實驗】。
- 三、探討不同廚餘液肥對植物育苗生長發育之影響~【植物育苗生長實驗】。
- 四、探討不同廚餘液肥對植物成苗生長發育之影響~【盆栽定植期】
- 五、探討不同的廚餘液肥製作塊狀肥皂及吸附油漬（洗滌）效果之可行性。
- 六、比較以不同倍數稀釋之市售廚餘堆肥菌液肥與自製發酵菌液肥其各種清潔效果【廚餘液肥清潔實驗】
- 七、比較一般落葉及廚餘加入堆肥發酵菌土後自然腐化醱酵過程有何差異。
- 八、比較以相同稀釋倍數之市售廚餘堆肥菌液肥與自製發酵菌液肥之驅蟲能力
- 九、進階比較落葉堆肥及廚餘堆肥促進植物生育差異影響實驗。
- 十、不同廚餘堆肥及落葉堆肥對植物生長硝酸鹽含量減量效果實驗。
- 十一、探討不同廚餘及落葉堆肥運用於甲蟲幼蟲飼養之腐植土之可行性。

參、研究設備及器材(分述於各研究內容中)

肆、研究方法與結果

◎實驗架構與流程




研究一：落葉堆肥實驗


【目的】探討自製堆肥菌及施放不同清除者對落葉堆肥處理之影響~

【器材】栽培土、自行研發肥土菌、落葉、報紙、甘蔗渣、蝸牛、蚯蚓、廣用試紙、溫度計、尺。

【探究歷程】尋找採取何種堆肥菌土可加速落葉腐熟時間，及施放不同清除者對落葉堆肥腐熟速度之差異。

(一) 落葉堆肥處理作業流程及運步驟用圖示：

步驟	實作照片	操作說明
1.		1. 堆肥場準備： 選擇一空地上以塑膠網圈圍起來，長、寬、高約1.5m×1.5m×1.5m。樹立告示牌，此處為落葉堆肥場，地面宜直接接觸泥土，在多雨季節裡亦不至於積水即可。


2.  2.將落葉和各種植物廢渣置於落葉堆肥場，一為半日照下、一為樹蔭下之泥土地上（不可放在水泥地上）。
- a.落葉（選擇校園新近掉落的，即含有水分的落葉較易分解，且以多肉厚實的葉片較宜，台灣的常綠闊葉樹即是）
- b.自製堆肥菌土配方明細比例~（粉劑）麻油粕：豆粉：玉米粉：離胺酸：米糠：玉米渣：咖啡渣：酵母粉：桂格三益菌奶粉：稻殼等十種堆肥副材添加物（10：4：4：4：10：10：4：1：4：10）




3. ※堆肥作業~落葉堆肥處理實驗層次示意圖（由下而上）

	A 處理	B 處理	對照組	功能略述
第 6 層	5~10 公分有機土	5~10 公分有機土	僅鋪置落葉約 30 公分厚，任其自然堆肥腐熟，與實驗 A,B 兩組，評估比較效益	吸附氣味，調解堆肥土溼度
第 5 層	3cm 厚稻殼	3cm 厚稻殼		
第 4 層	自製堆肥菌土（約 2KG）+豆粕（約 2.1KG）	自製堆肥菌土（約 2KG）+及豆粕（約 2.1KG）		高氮含量加速堆肥分解
第 3 層	蚯蚓	蝸牛		清除者：可加速有機質分解促進團粒結構形成
第 2 層	鋪上約 30 公分厚收集的落葉資材(約 10kg)	鋪上約 30 公分厚收集的落葉資材(約 10kg)		主材料
第 1 層	甘蔗渣 (1.8kg) 鋪底層	甘蔗渣 (1.8kg) 鋪底層		新鮮蔗渣 C/N 高達 160，可以施於蔗田增加肥力

【原理說明】：生物性肥料 ⇨ 利用腐食性動物如蚯蚓、蝸牛等把複雜的動植物殘體（物理性分解）分解為簡單化合物，最後分解成有機物循環到大地，提供生產者再利用。



4.  4. 翻堆及保濕作業~
- 最初前兩星期每 3~4 天翻堆一次，攪拌混合要均勻，攪拌時若太乾燥，則須補充水份，撒水 3~5 分鐘（要控制適當的水份，以感覺到溼潤卻滴不出水為原則。最佳水量約介於 50% ~60% 之間，超過 60% 時，會有厭氧現象發生使發酵減慢，低於 40% 會影響微生物之生長。）

4.		堆肥作業兩星期後，每星期翻堆 1 次。預期一個月後，初步發酵完成。接下來，每兩個星期翻堆一次（由於堆肥化之進行需在好氧狀況下進行，給予適當的空氣讓好氣性微生物活躍，能達成堆肥的功效。一般供給氧氣之方法，利用物理翻堆及空氣自然對流方式。）
5.		5. 堆肥期間約每隔 3~4 天量測堆肥之酸鹼度(pH 值)、堆肥土溫度並比較室外溫度觀察變化趨勢。
6		6. 進階實施落葉堆肥植物生長栽培肥料運用之可能性研究。

(二) 堆肥化過程結果分析：

實驗組落葉堆肥處理發酵堆肥化速度，較對照組有非常顯著效果，經過兩個月時間，下降高度約 40 公分，反觀對照組僅下降約 20 公分。

		蚯蚓組落葉堆肥發酵作業，發酵過程良好。實驗組堆肥質地以手觸揉，已近葉不成葉之腐熟堆肥狀。
		對照組未添加任何資材，發酵速度明顯緩慢許多。

研究二：廚餘堆肥實驗

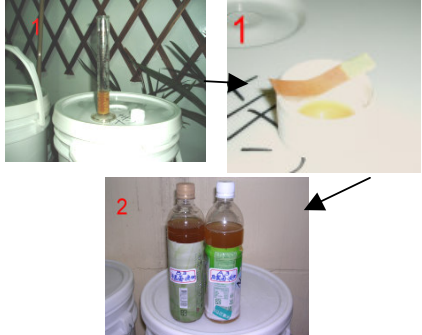
【目的】探討自製研發改良活性發酵配方，將廚餘變有機肥土的可行性~

【器材】磅秤、廣用試紙、廚餘桶、市售肥土菌、自行研發肥土菌、發酵液（AB優酪乳、益菌多、洗米水）、檸檬片。

【探究歷程】採取何種方式可加速各類廚餘殘體腐熟時間及腐化醱酵程度。

【廚餘堆肥處理流程及運用圖示】~



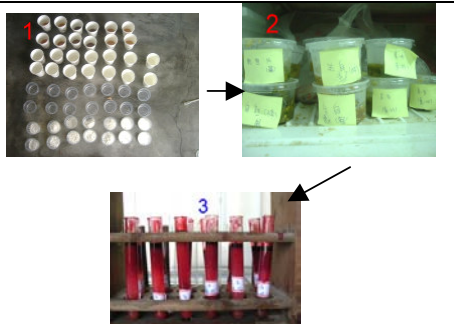
步驟	實作照片	操作說明
第一階段：施放廚餘並收集液肥（厭氧處理~密封直至堆肥桶滿為止）：		
1.		<p>收集每天廚房產生之廚餘垃圾，區分為餐前處理（生鮮）廚餘、餐後處理（熟食）廚餘及（素食）廚餘（純植物性）三大類處理。每處理各準備兩個家庭式廚餘桶（下方具有水龍頭和濾網之特製桶）。</p>
2.		<p>部分較大面積之廚餘（如麵包、高麗菜葉）以小菜刀盡可能撕碎或折小段，稍微瀝乾表面水分，置入有蓋塑膠盆中一晚上，一則累積一天量，二則讓水分減少。</p>
3.		<ol style="list-style-type: none"> 1.先將塑膠袋底部，均勻戳上數小洞，其大小不可大於廚餘碎屑或可選擇破損絲襪直接充當篩網過濾水分材料。 2. 稍微甩乾表面水分，將廚餘水分再度減少些。
4.	 <p>市售廚餘發酵菌 自製廚餘發酵</p>	<p>廚餘桶準備及發酵菌配置：將廚房中餐前處理及餐後飯、菜、水果等殘渣，瀝乾水分後，（按照自行研發發酵菌肥（如附表一）、市售堆肥菌肥不同發酵菌分別置放於甲、乙兩桶），並大約紀錄丟入之品項，記載於實驗日誌中。</p>
5.		<ol style="list-style-type: none"> 1. 甲桶研發配發作法：（1）施灑上一層約 50 公克特製的有機混合粉劑 50 公克（2）噴灑益菌多約 50C.C+（3）最後放入天然除臭用檸檬片約 1 顆量。 2. 盡量少開桶，一天開不宜超過二次為宜，使桶內保持厭氧狀態、有機除臭劑及廚餘應保持密封，並置於陰涼處，避免陽光直曬及雨淋。
5.		<ol style="list-style-type: none"> 2.乙桶對照組：每層（兩餐份量）垃圾上方，僅施用民間市售廚餘肥菌土 50 克量處理。

6.		<p>1.發酵後每隔兩、三天應打開水龍頭，將滲出之液肥排出並紀錄各液肥生成量。</p> <p>2.檢測 pH 值，並依同紀錄於實驗日誌中，隨後將液肥用 1000C.C 寶特瓶蒐集，並加以密蓋，以避免產生臭味，供日後多種用途使用。</p> <p>當環保廚餘桶裝滿時，不需再加生化除臭劑，但每日仍應排出廚餘水，保持菌的活絡，方不會發臭。</p>
----	---	--

第二階段：密封數日，行自然堆肥法處理

7		<p>廚餘桶九分滿時將堆肥桶密封，再封存腐熟 7~15 天（密封二個星期期間，仍需 1 至 3 天將滲出水排出），二星期後即將半熟肥程度之廚餘倒出。如果處理數天後，廚餘上面會有一層白色的東西是放射線菌，而不是發霉，這種白色有霉絲的物質可幫助分解。</p>
8		<p>(1).行自然堆肥法處理：於校園中適合之角落，挖掘深約 20 公分，方圓 30 公分堆肥坑，將半熟肥之廚餘廚餘掩埋入堆肥坑中。</p> <p>(2).上層平鋪有機物（分別加入稻殼及切碎落葉兩種不同處理，以增加含碳比。</p> <p>(3).最後再覆蓋一層高約 10 公分土壤步驟。或可採行五倍土壤混合堆放，上面再覆蓋約一至三公分土，讓其繼續發酵約四十天後，廚餘就變成黑褐色有機肥。</p>

第三階段：堆肥及液肥應用

9		<p>(1). 育苗期間實驗組添加稀釋後廚餘液肥提供適當營養肥份。</p> <p>(2). 對照組僅用自來水灌溉不施肥。</p>
10		<p>每日排出之生化營養液，稀釋 30-50 倍，排入馬桶、水管、水溝，可除臭。</p>
11		<p>(1).準備 10ml 各類廚餘液肥 + 10ml酒精後 攪拌均勻緩緩加熱 + 10ml NaOH + 20ml 水 + 麵粉製作塊狀肥皂。</p> <p>(2).將半成品靜置用保鮮膜封好，放入冷凍庫經 12 個小時使其快速凝結並增加光滑度。</p> <p>(3).製成之肥皂實驗吸附油漬（洗滌）效果之可行性，觀察紅墨水剩餘量即可求出吸附油漬能力。</p>

12		利用不同廚餘及落葉堆肥運用於甲蟲幼蟲飼養之腐植土。
13		將堆肥成品完全轉換成植物可利用之有機肥，需與泥土依 1:5 比例充分混合，進行實驗四植物生長發育實驗，評估是否有效增加栽培介質肥力，促進農作物生長。

表一：自製活性發酵配方明細表（添加副料）

性質	配置比例	施用量	預期效果
A. 混合粉劑	麻油粕：豆粉：玉米粉：離胺酸：米糠：玉米渣：咖啡渣：酵母粉：桂格三益菌奶粉：稻殼等十種堆肥副材添加物（按 10：4：4：4：10：10：4：1：4：10）等比例調配	每隔兩餐約 50 公克	增加氮營養素等
B. 益菌多發酵液	AB 優酪乳（50C.C）：比菲多益菌多（50C.C）：洗米水（500C.C）比例混合調配	每隔兩餐約噴灑 50C.C（均勻分布表層）	促進廚餘發酵，去臭不產生氨氣
C. 檸檬片	檸檬切片	每隔兩餐約用 1 顆	去臭

【研究二】結果分析與討論：

- 廚餘堆肥液肥量比較：在液肥方面比較上，自行研發發酵菌肥與市售堆肥菌肥發酵處理在餐前葷食、餐後葷食、素食處理均無明顯差異。廚餘堆肥的滲出水量與該批當時放置之廚餘本身的含水量有直接關係，而微生物分解廚餘直接影響到廚餘本身的剩餘水分。
- 廚餘液肥 pH 值比較：餐前處理廚餘堆肥液肥酸鹼性質自行研發發酵菌肥與市售堆肥菌肥發酵處理組 pH 值比較無明顯差異，均屬強酸值。

【思考問題】：	【分析】：
洗米水、乳酸飲料等噴施廚餘堆肥表面有何作用？又稻殼等混合粉劑有何功能？檸檬片真的發揮到最大除臭功效嗎？	(1)洗米水加上乳酸飲料（AB 優酪乳+比菲多益菌多）這個噴灑特調的配方，讓堆肥的過程中不會產生阿摩尼亞氣體，透過有益菌分解轉化的過程稍微緩解臭味。 (2)稻殼等農業及食品廢棄物，可回收後應用於堆肥資材。 (3)檸檬皮放置於廚餘堆肥最上層，發酵產生之異味有減輕現象。

研究三：植物育苗生長實驗

<p>【目的】探討不同廚餘液肥對植物育苗生長發育之影響</p> <p>【材料】1.穴盤：規格長 54 公分、寬 27 公分。穴盤密度(plug Density)50 格育苗。 2.基礎介質：採用市售簡易泥炭土(peat)、椰纖混合栽培土：砂土（2：1）。</p> <p>【探究歷程】將廚餘所產生的液肥施於綠豆比較各類廚餘液肥植物發芽及生長情形</p>

（一）實驗步驟

種子發芽實驗：選用雜糧作物（綠豆）植物種植，每實驗組種植 5 顆。

施肥處理：稀釋 50 倍，分別以 1c.c、3c.c、5c.c、7c.c、9c.c 的稀釋液肥量灌溉植物種子。觀察期間每日均以 10c.c 水量澆灌於穴格中補充育苗所需水分。

液肥計分（葷食生菜、葷食熟食及素食廚餘組、無機肥組等）及不施肥（CK 組）共八處理組（合計 40 顆種子），觀察並紀錄不同時間植物生長情形。

【施肥量比較實驗】~

施肥原則	稀釋倍率	施肥頻率	附記
1.未腐熟廚餘液肥	50 倍（1CC 加 50C.C 自來水倍率）	育苗第三天先施基肥 3c.c，爾後每隔 3 天土壤灌施一次。	
2.無機肥	按包裝使用說明用量~稀釋倍率為 1g(葉肥):1000c.c 水稀釋	育苗第三天先施基肥 3c.c，爾後每 7 天土壤灌施一次。	翠筠公司生產之必達觀葉肥（100g 重）。
3.對照組「自來水」	無需稀釋	不施肥	

【研究三】結果與分析：

※ 本實驗研究結果圖表（圖 1~圖 4）代號說明：

A1、B1：表餐前廚餘處理液肥；A2、B2：餐後廚餘處理液肥；A3、B3：素食廚餘處理液肥
D：為施用無機肥，CK：為對照組不施肥。

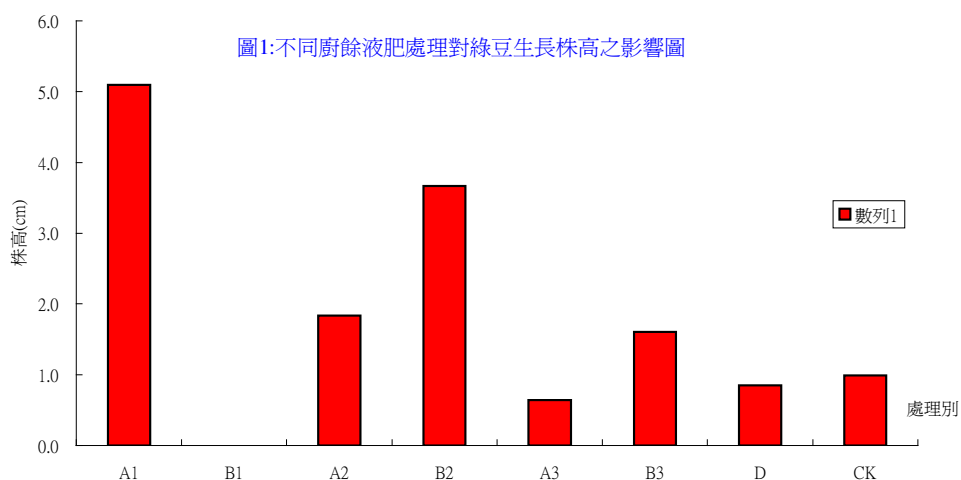
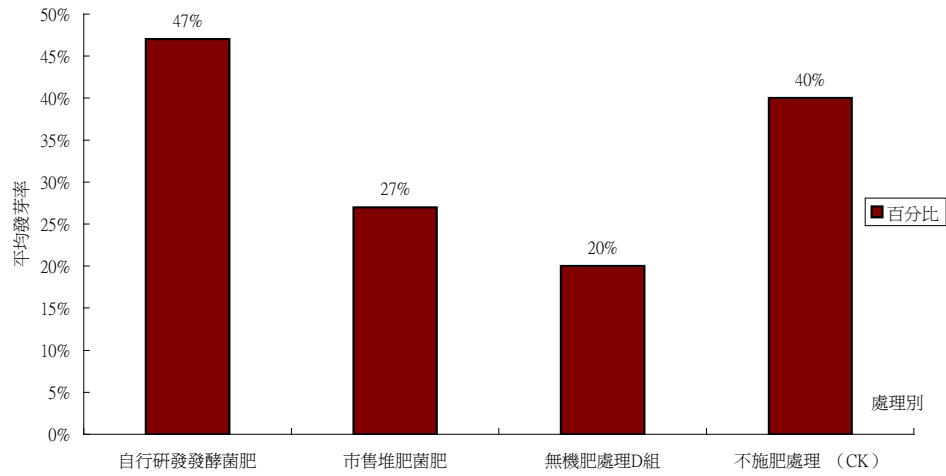


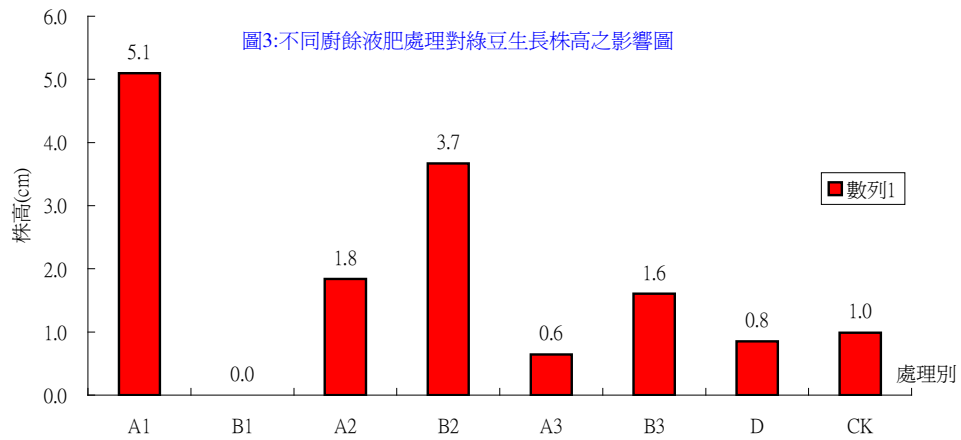
圖2:比較不同發酵菌產生廚餘液肥對綠豆植物發芽率之影響

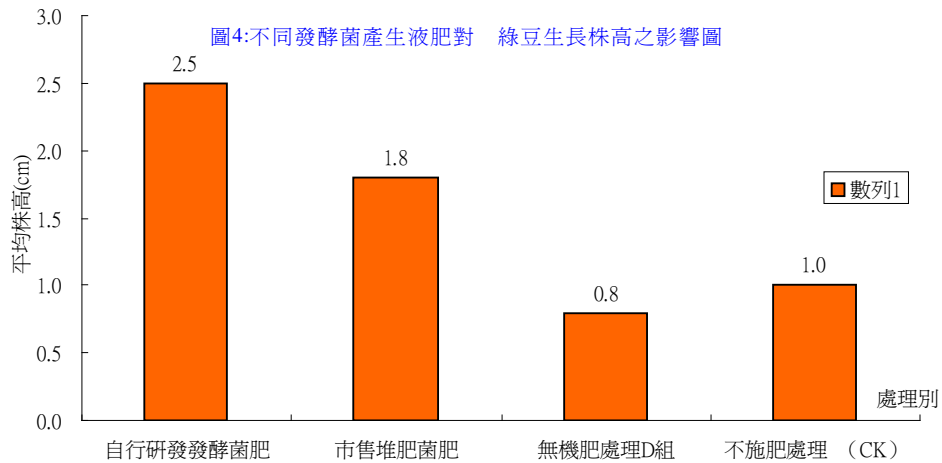


結果分析與討論：

由圖 1、2 得知以甲組：餐前廚餘處理 A1 自行研發發酵菌肥發芽率 80% 最佳，而 CK 組發芽率 40% 及 D 組 20% 均不理想。

圖3:不同廚餘液肥處理對綠豆生長株高之影響圖





廚餘對綠豆株高 綜合結果分析與討論：	
1.各種廚餘液肥比較 (圖 3)	以 A1 處理產生之液肥平均株高 5.1cm 非常顯著，而素食處理組及無機肥處理 D 組在促進植物生長性狀上有抑制現象，ck 組株高表現也不盡理想。
2.就不同發酵菌肥處理間比較	以自行研發發酵菌肥 2.5cm 最佳，而無機肥處理 D 組最差僅 0.8 cm。(圖 4)

研究四：盆栽定植實驗

【目的】探討不同廚餘液肥對植物成苗生長發育之影響~

【器材】綠豆、栽培土、砂土、游標尺、尺、不同稀釋倍率之液肥、黑色軟盆。

【探究歷程】沿用研究三植物育苗實驗之幼苗~進階比較綠豆生長情形，觀察並記錄。

【實驗步驟】

1.	材料選擇綠豆植物育苗期之幼苗(儘量以株高等高為原則之幼苗定植)。
2.	每實驗組種植 3 株：【乃依每次不同液肥施肥量 (3c.c、5c.c、7c.c 等三種區分)】。
3.	運用先前堆肥實驗中各類廚餘液肥及不施肥 (CK 組) 共八種處理組當作育苗肥料灌溉。
4.	觀察期間每日以 50c.c 水量澆灌補充幼苗所需水分；紀錄植物生長情形。

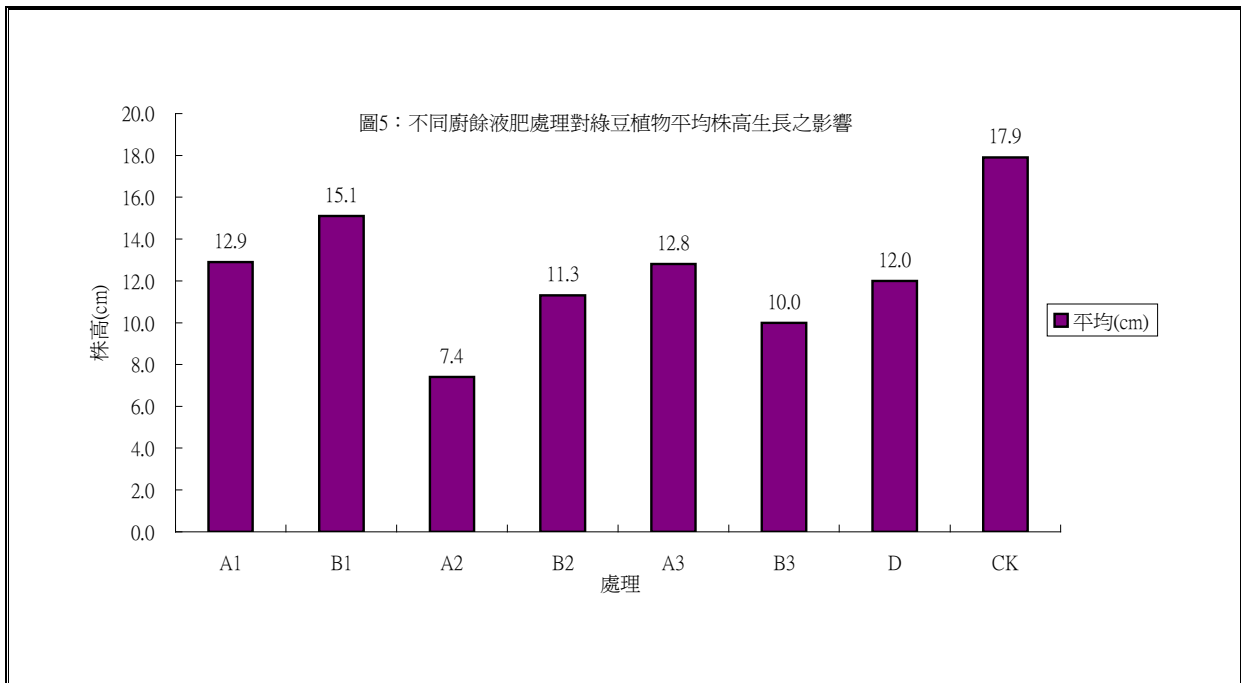
【*生長速度指定值後最後調查之株高或葉片數減去定植時之株高或葉片數為實際生長速度】

※原則施肥量比較實驗~同研究三說明。

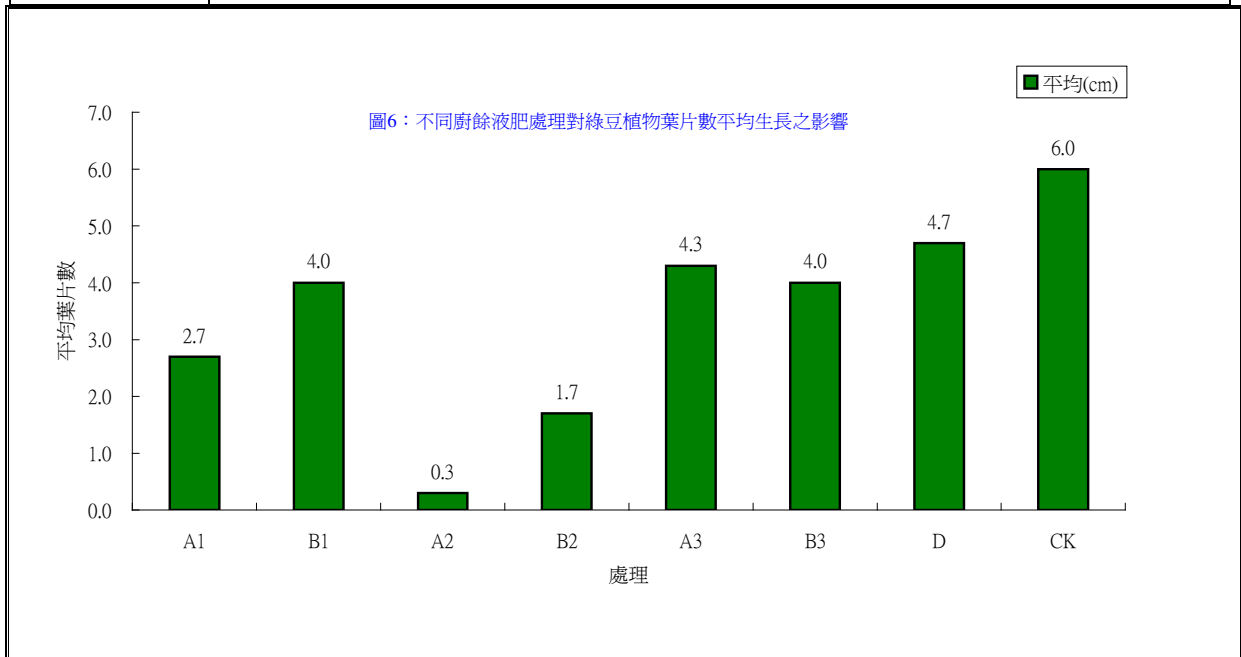
【研究四】結果與分析：

本實驗材料綠豆自 95.3.5 自第一階段穴盤苗移植至 3 吋軟盤中，續行第二階段肥效實驗，歷時 37 天，進行株高、莖粗、葉片數等項目調查比較差異度，如以下分析。

※本實驗研究圖表代號說明：A1、B1 表餐前廚餘處理液肥；A2、B2 表餐後廚餘處理液肥；A3、B3 表素食廚餘處理液肥；D：為施用無機肥，CK：為對照組不施肥。。



結果分析與討論：	
各種廚餘液肥比較（圖5）	以ck組株高生長度顯著優於其他處理組，而A2處理在促進植物生長性狀上較不理想。
研判原因：	ck組試驗第27天時株高約為20cm，在定植時沿用第一階段之小苗，株高最矮，故後期生長促進速度較明顯，但仍比不上其他廚餘堆肥生長高度，如：A1組已達30cm株高高度。



結果分析與討論：	
各種廚餘液肥比較(圖6)	以ck組葉片數生長度顯著優於其他處理組，而乙組：餐後廚餘處理A2自行研發發酵菌肥在促進植物生長性狀上較不理想。
研判原因：	ck組試驗第27天時葉片數約為7片，在定植時沿用第一階段之小苗，葉片數最少(0.3片)，故後期生長促進速度較明顯，與其他廚餘堆肥(除了餐後廚餘)

最少(0~2片)，故後期生長促進速度較明顯，與其他廚餘堆肥(除了餐前廚餘處理 A2 自行研發發酵菌肥外)葉片數相當。

研究五：廚餘液肥肥皂製成實驗

【目的】探討不同的廚餘液肥製作塊狀肥皂及吸附油漬(洗滌)效果之可行性










【材料】氫氧化鈉、麵粉、藥用酒精，不鏽鋼容器、肥皂模型容器、廚餘液肥、攪拌棒、紅墨水、香草。

【探究歷程】在網路上有搜尋到可用回鍋油來製作肥皂，試想廚餘所生成之液肥是否也可製成肥皂?而其清潔效果又如何?

(一)肥皂實驗步驟~【簡述】

20ml 各類廚餘液肥 + 10ml酒精後 攪拌均勻緩緩加熱 + 10ml NaOH (一面加熱一面攪拌) + 20ml 水 + 少量麵粉(約 10 克)以增加濃稠度。

(二)廚餘液肥 製成肥皂照片實驗步驟圖示：

		
1.肥皂自製準備液肥各 20ml	2.準備加入 10ml 酒精	3.配置 10ml NaOH
		
4.加入麵粉(約 10 克)增加黏稠度	5.各物料依序加入後,緩緩加熱	6.檢測製成肥皂 pH 值微弱鹼性(pH=8)
		
7.將香草搗碎準備加入肥皂中	8.將皂化溶液倒入模型盒中	9.放入冰箱中促進快速凝結並增加光滑度。




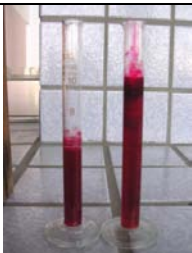

【研究五】結果與分析：

(一)廚餘液肥之肥皂 pH 值：自製肥皂部分因酸鹼綜合關係皆略偏中性(pH=8)，各處理組無顯著差異。

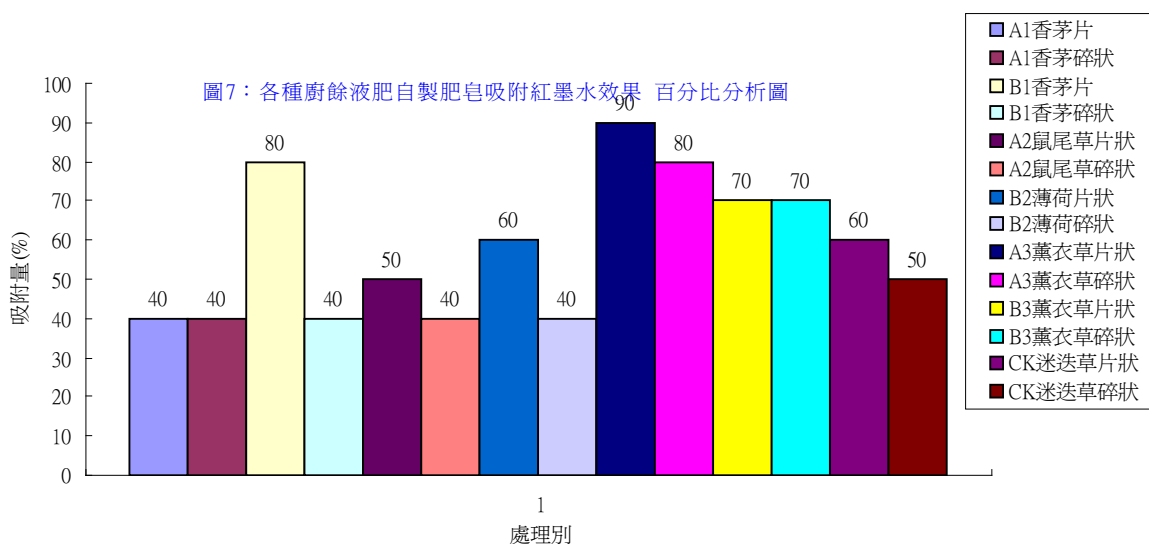
(二)本製品約 1 星期即可皂化完全，較一般回鍋油製程縮短將近三星期。

※進階進行【廚餘液肥製成肥皂吸附油漬(洗滌)效果實驗】

***廚餘液所製成肥皂吸附油漬（紅墨水）實驗步驟圖示**

		
<p>1. 配置 10% 濃度之油性紅墨水（1ml 紅墨水加入 9ml 自來水稀釋）於試管中，此時油水上下 分層非常明顯</p>	<p>2. 加入配置完成之肥皂加入試管中，靜置 10 分鐘觀察溶液變化</p>	<p>3. 觀察紅墨水剩餘量即可求出肥皂之 吸附油漬能力。</p>
 <p>對照組</p>	 <p>A3 處理</p>	
<p>對照組(60%)明顯較實驗組 A3 製成肥皂吸附油漬(80%)差</p>		

公式：(原紅墨水量 10ml)－量筒中紅墨水剩餘量 (ml) = 肥皂吸附紅墨水量 (ml)



※ 本實驗圖表代號說明：A1、B1 表餐前廚餘處理液肥；A2、B2 表餐後廚餘處理液肥；A3、B3 表素食廚餘處理液肥；CK：對照組為沙拉油當製作肥皂之基材。

結果分析與討論：如圖 7

3. 以 A3 製成之香草肥皂效果吸附量達 90%，對照組沙拉油製成之肥皂則差強人意。

研究六：廚餘液肥清潔、疏通能力實驗

【目的】比較以不同倍數稀釋之市售廚餘液肥與自製發酵液肥其各種清潔及疏通效果

【器材】寶特瓶、噴霧器、各種不同稀釋倍數之液肥

【探究歷程】在文獻中得知液肥具有清潔效果，但葷食與熟食、自製發酵液肥與市售廚餘液肥之清潔效果又有何差異呢？

(一) 實驗步驟

1.	將先前堆肥實驗中蒐集之不同廚餘液肥（同研究四之實驗組）共計六種廚餘液肥加水稀釋配製成 30 倍、50 倍及 100 倍三種稀釋倍率之清潔液。
2.	將各處理之清潔液裝入噴霧器中，於校園中男廁所測試污垢（尿垢）去污能力。
3.	去污染力比較採用感官目測按照最優至最差分為四個等級，級數『1』表示最優，依序類推，級數『4』表示清潔效果最差。

【研究六】結果與分析：

表三：各種廚餘液肥 清潔效果比較表（男生尿池去污能力）95.3.8

處理別	稀釋倍率 效果等級	30 倍	50 倍	100 倍
		甲組：餐前廚餘處理 A1 自行研發發酵菌肥	2	3(50 倍中第 2 名)
	B1 市售堆肥菌肥	2	2(50 倍中第 3 名)	1
乙組：餐後廚餘處理 A2 自行研發發酵菌肥		3	4(50 倍中最佳)	2
	B2 市售堆肥菌肥	2	2(50 倍中第 4 名)	2
丙組：素食廚餘處理 A3 自行研發發酵菌肥		2	2(50 倍中第 5 名)	1
	B3 市售堆肥菌肥	2	2(50 倍中第 6 名)	2
最佳清潔表 現處理組	乙組：餐後廚餘處理 A2 自行研發發酵菌肥稀釋倍率 50 倍			
最差清潔表 現處理組	甲組：餐前廚餘處理 B1 市售堆肥菌肥稀釋 100 倍；丙組：素食廚餘處理 A3 自行研發發酵菌肥稀釋 100 倍。			

*各種廚餘液肥 清潔效果比較表（男生尿池去污能力）95.3.8 實驗圖示

		
1 選擇男生廁所尿池尿垢進行稀釋廚餘液肥去污實驗	2.尿池陶瓷表面黏附許多污垢	3.以乙組：餐後廚餘處理 A2 自行研發發酵菌肥稀釋倍率 50 倍清潔效果最佳

研究七：液肥驅蟲能力實驗

【目的】比較以相同稀釋倍數之市售廚餘堆肥菌液肥與自製發酵菌液肥之驅蟲能力
 【器材】寶特瓶、噴霧器、稀釋 50 倍之液肥
 【探究歷程】從文獻中得知液肥具有驅蟲能力，我們從研究六結果，選取最佳稀釋倍率(50 倍)來進行驅蟲實驗。

實驗步驟

1.	先前堆肥實驗中蒐集之不同廚餘液肥共計六種加水稀釋配製成 50 倍率之清潔液，對照組則僅噴施清水。
2.	將各處理之清潔液裝入噴霧器中，分別噴佈於校園中螞蟻巢穴周邊，觀察液肥氣味是否對螞蟻有驅避效果。

【研究七】結果與分析：

組別	甲組：餐前廚餘處理		乙組：餐後廚餘處理		丙組：素食廚餘處理		對照組
處理別	A1 自行研發發酵菌肥	B1 市售堆肥菌肥	A2 自行研發發酵菌肥	B2 市售堆肥菌肥	A3 自行研發發酵菌肥	B3 市售堆肥菌肥	
A.實驗前螞蟻數量	15	10	10	15	20	15	30
B.實驗後螞蟻數量	5	0	2	7	10	7	15
趨避螞蟻數量百分比 (A-B)/A	66.67	100	80	53.33	50	53.33	50
實驗結果		最佳處理			最差處理		最差處理

*各種廚餘液肥 驅蟲能力～螞蟻效果比較實驗圖示 95.4.9

	
1 選擇校園中螞蟻常出沒之巢穴。	2.噴施 A2 自行研發發酵菌肥廚餘液肥後螞蟻被趨避效果甚佳，達 80%。
結果分析與討論：	
1.由表 5 知：以 B1 處理之螞蟻趨避能力最佳達 100%，反觀對照組則僅為 50%。	
2.不同廚餘液肥間比較，以甲組餐前廚餘處理組較佳；丙組素食廚餘處理組較差。	

研究八：堆肥促進植物生長發育之影響實驗

子實驗一：固體肥的腐爛熟度測試之發芽率試驗實驗

<p>【目的】透過種發芽率實驗，驗證自製落葉及廚餘堆肥</p> <p>【器材】小白菜種子、培養皿、濾紙、各種不同種類堆肥</p> <p>【探究歷程】利用傳統檢測堆肥方式之一進行發芽試驗，種子發芽率為 100%，可確定堆肥已完全腐熟，並進一不實施堆肥土肥力檢測。</p> <p>【特別驗證】本項各廚餘落葉堆肥土完熟後，進一步委請『高雄區農業改良場土壤肥料實驗室』進行精密儀器檢測各項肥立特性，來對照植物生長發育實驗結果是否相符？</p>

實驗步驟：

- (一) 堆肥5g與100c.c 60°C溫水共混，放在60°C溫浴中保溫十分鐘後，用紗布過濾，倒入燒杯中，取得濾液提供試驗，對照組則僅以煮沸後放冷之自來水為對照溶液。
- (二) 取圓形濾紙一張，置於9cm培養皿內，加入5ml各落葉廚餘堆肥供試濾液，然後在濾紙上約等距離放入20顆小白菜種子(發芽率95%以上者)。
- (三) 將已播種之培養皿，移入26°C環境中培養三天，然後取出記錄正常發芽之種子數，計算發芽率。
- (四) 試驗期間各處理組每日均以5ml自來水加入培養皿中，提供適當水分。

結果分析與討論：

1.發芽測試數據顯示，自製堆肥其腐熟度當合格，適合拿來做農藝使用，因為在播種一天不到的時間，堆肥的濾液可使小白菜種子的發芽率高達 90%以上，甚至有達到 95%。

子實驗二：固體肥的腐爛熟度測試之感官鑑定法（前述研究一已描述成果。）

子實驗三：堆肥培育植物育苗實驗

【目的】進階比較落葉堆肥及廚餘堆肥促進植物生育差異影響

【器材】辣椒幼苗、木瓜幼苗、游標尺、各種處理之堆肥土、有機栽培土

【探究歷程】落葉及廚餘堆肥具環保效益，我們比較自製堆肥與無機肥及對照組對植物生長是否有明顯差異。

(一)實驗步驟

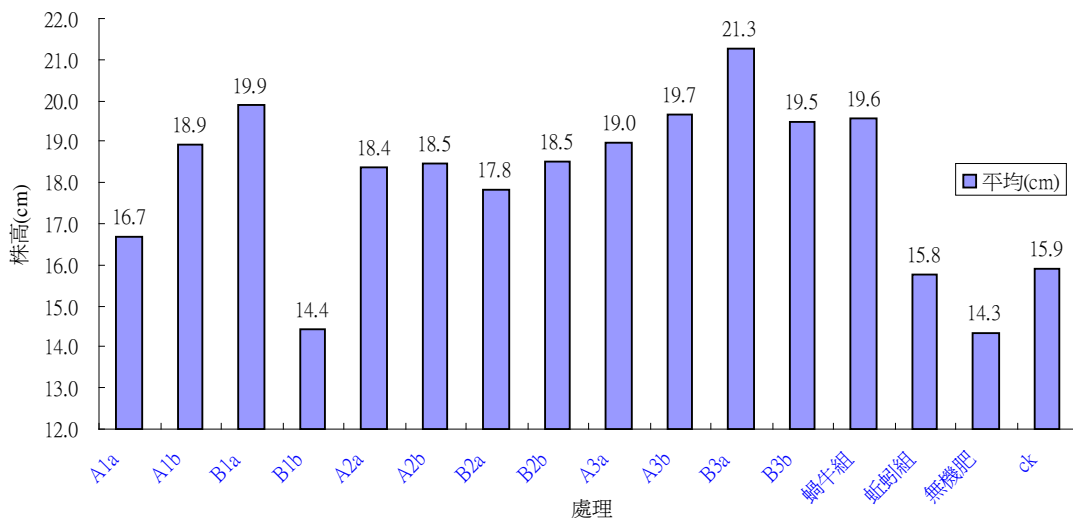
1. 同研究三、四選取植物育種對象：**辣椒**、**木瓜**（植物之幼苗）。運用先前蒐集六種不同之廚餘堆肥（並添加稻殼及落葉伴行後熟），共計12種處理、落葉堆肥兩處理（蚯蚓組及蝸牛組）當作育苗基肥施用，並設計無機肥及對照組（不添加任何肥料）共16種處理。
2. 每實驗處理組種植1株，有機堆肥與土壤以1：2比例混合做為基肥，種植後每隔一週再追肥一次，**施肥量5g（以研究三、四研究結果較佳之5g為參考）**。
3. 觀察期間每日均以50c.c水量澆灌於盆栽中補充幼苗生長發育所需水分。紀錄不同時間植物生長情形。

(二)施肥量及頻率比較~無機肥、對照組「自來水」同研究三，腐熟廚餘堆肥組：育苗第一天先施基肥 5g，爾後每隔 10 天於植株周邊之土壤表面再施用追肥一次。

【研究八】結果與分析：

※以下圖表代號說明：AXa 表示自行研發發酵菌肥添加稻殼堆肥；AXb：表示自行研發發酵菌肥添加落葉堆肥；BXa：表示市售堆肥菌肥添加稻殼堆肥；BXb：表示市售堆肥菌肥添加落葉堆肥；CK 為對照組不添加任何肥料。

圖8: 落葉堆肥及廚餘堆肥促進辣椒生育（平均株高）影響差異圖



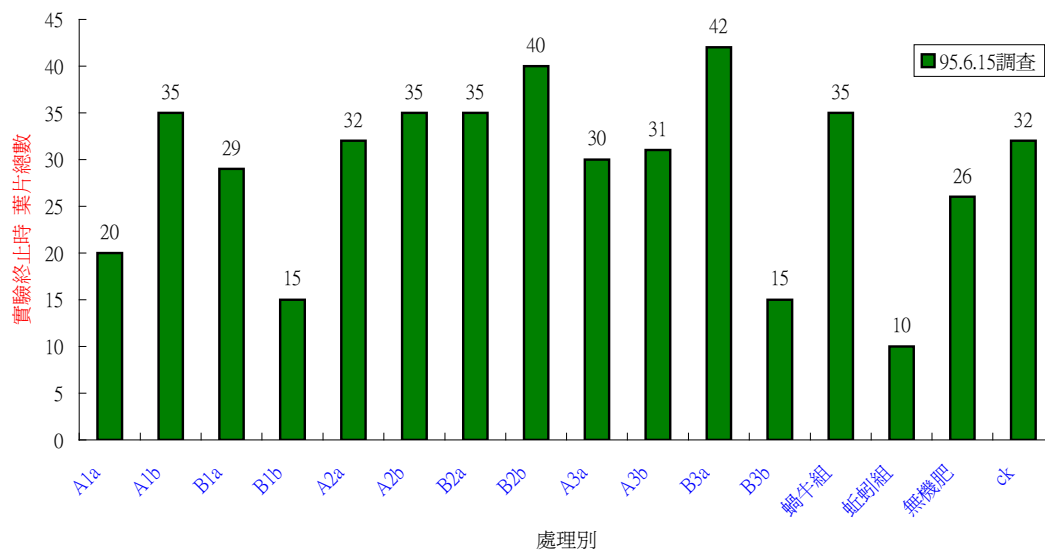
※附記：實驗日期統計自 95.4.29 日~6.15 日(約 48 天生長期)之辣椒平均株高性狀比較。

結果分析與討論：

- 1.由圖 8 知：實驗調查生長期發現，不同施肥處理對辣椒株高生長之影響比較，以 B3b 處理之株高最佳達 21.3cm 有顯著效果，反觀對照組 15.9cm 及無機肥 14.3cm 遜色多了。
- 2.另在莖粗比較上（列入實驗日誌），以 B2b 及 A3a 組（0.45cm）有明顯增加趨勢，ck 組表現最差(0.3cm)。

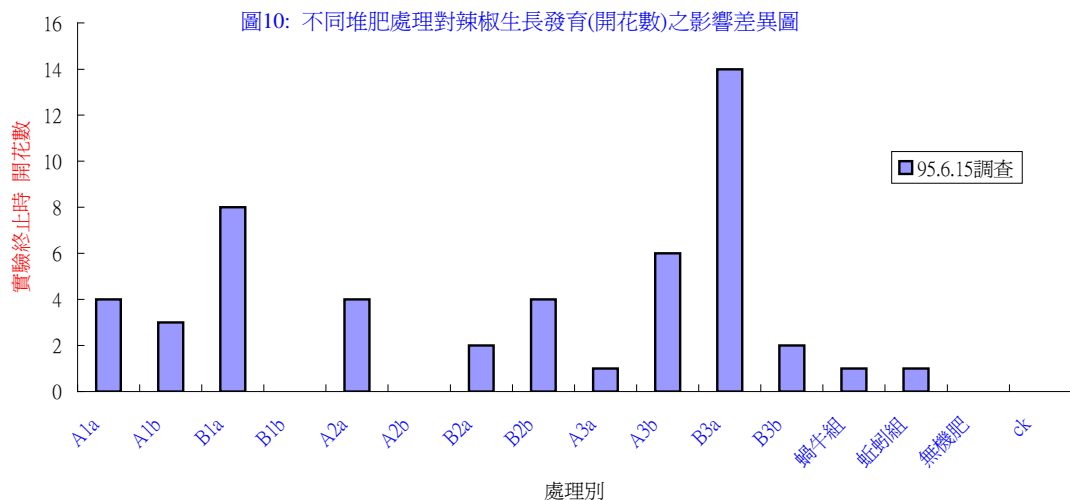
			
1. 廚餘堆肥添加稻殼後熟堆肥 55 天後腐熟狀態	2.各種肥料對辣椒生長發育之影響實驗	3. A3b：素食廚餘使用自行研發發酵菌肥添加稻殼堆肥達 19.7cm，頗為理想	4. 無機肥 14.3cm 遜色多了。

圖9: 不同堆肥處理對辣椒生長發育 (葉片總數)之影響差異圖



結果分析與討論：

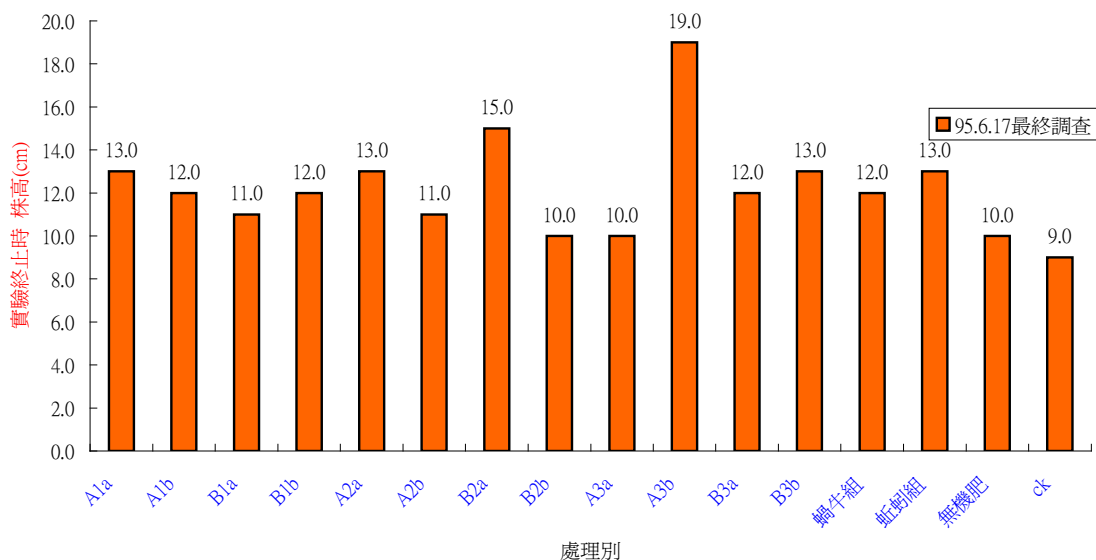
由圖 9 知：調查約 48 天生長期後，實驗終止時發現以 B3a 處理之生長量最佳達 42 片有顯著效果，反觀對照組 32 片及無機肥 26 片顯著較差。



結果分析與討論：

由圖 10 知：調查約 48 天生長期後，實驗終止時發現仍以 B3a 處理之開花數最佳達 14 朵有顯著效果，反觀對照組及無機肥均尚未開花，生長勢不佳。

圖11: 不同堆肥對木瓜生長發育(株高)之影響差異圖



結果分析與討論：

1. 由圖 11 知：6.17 初步實驗調查木瓜株高(約 15 天生長期)，發現以 A3b 處理之生長量最佳達 19cm，有顯著效果，反觀對照組 9cm、無機肥 10cm 顯著較不理想。
2. 另在莖粗、葉片數等生育調查仍持續進行中。

表六、高雄區農業改良場協助檢測 本組廚餘及落葉後熟堆肥土實驗土壤肥力結果分析

檢測項目	酸鹼度(1:1)	氮(%)	有機質(%)	有效性磷 p.p.m	有效性鈣 p.p.m	電導度(1:5) (mS/cm)
A1a	7.33		6.92	163	6665	0.282
A1b	7.28		4.45	146	5745	0.194
A2a	6.68		6.60	187	5035	0.181
A2b	6.84		5.00	151	4545	0.291
A3a	7.59		4.15	108	4925	0.128
A3b	7.32		4.82	127	4809	0.167
B1a	7.54		5.25	179	5765	0.190
B1b	7.30		5.40	175	6325	0.270
B2a	6.90		5.14	162	4904	0.244
B2b	6.91		4.57	158	4233	0.504
B3a	7.11		3.92	156	4655	0.214
B3b	7.74		4.28	131	5820	0.144
蚯蚓組	7.89	0.73		0.195	14318	0.675
蝸牛組	7.73	0.72		0.259	19020	0.361
參考值	5.5-6.5		2-4	11-50	570-1140	0.26-0.60

* 僅抽列部分檢測結果數值 95.6.12

比較落葉堆肥及廚餘堆肥促進植物生育差異影響 【統整分析】

1. 由表六分析表得知：

- (1) 堆肥土在 pH 值方面原本廚餘組之半腐熟時酸鹼度呈現酸性，經後熟掩埋作業後肥土呈中性，非常適合一般（如辣椒）作物條件，此堆肥方法非常值得推廣。
- (2) 另在有機質含量約超過 4% 肥效高，對於植物初期生長發育非常有幫助，此與辣椒及木瓜肥培實驗結果對照相符，落葉堆肥組之氮肥較廚餘組差，從實驗結果驗證也相符。
- (3) 堆肥組『磷』含量方面也較一般參考值為高，有效促進植物開花期所需肥料，更可從辣椒開花數，實驗組明顯較對照組或無機肥(葉肥為主)為佳，具顯著性差異。

研究九：檢測硝酸鹽含量實驗

【目的】不同廚餘堆肥及落葉堆肥對 植物生長硝酸鹽含量減量效果實驗~

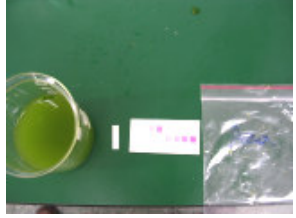


【器材】硝酸鹽試紙、培育植物之葉片、研鉢、杵

【思考過程】市售之無機肥含過多氮肥，造成硝酸鹽在植物中殘留，試檢測自製堆肥培育之植物與施用無機肥兩者間 硝酸鹽含量之差異

(一)原理：為了讓農作物快速長大，常施用過多氮肥，造成硝酸鹽在植物中殘留。蔬菜中硝酸鹽含量過高對於人體的健康會有不良影響，可利用硝酸鹽試紙檢測硝酸鹽之約含量。

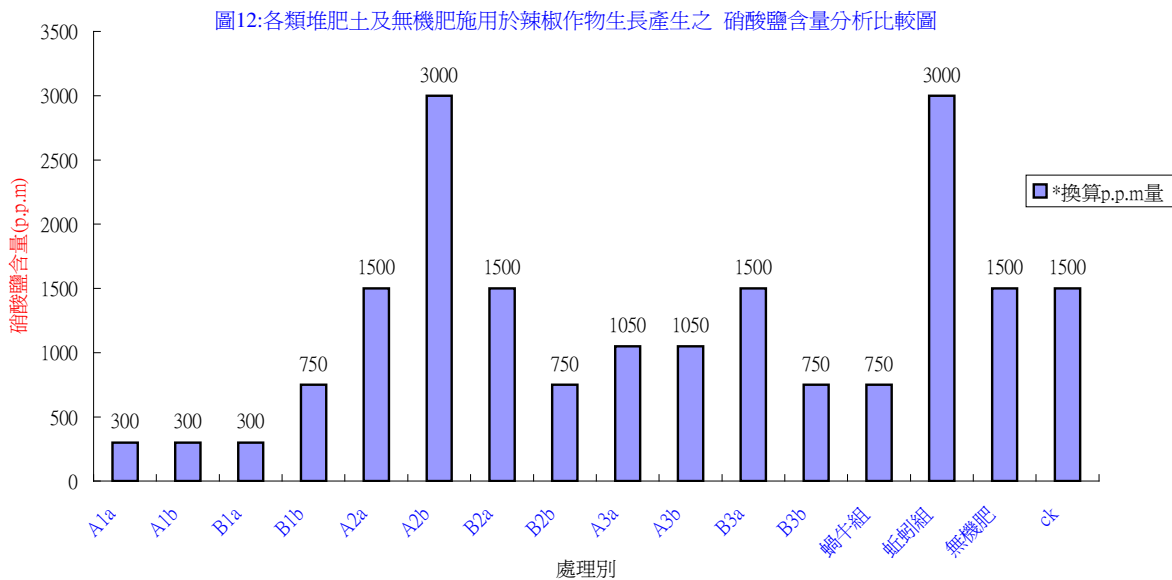
(二)實驗步驟：



1.延續研究九於實驗區摘取辣椒葉片。	2.秤取 5 公克葉片部位。	3.置於研鉢內，並加 145c.c 水，用杵在研鉢內研磨呈均質狀（如此蔬菜在蔬菜中佔 1/30）。隨後倒入燒杯中。	4.取出一片市售硝酸鹽試紙。
			
5.將有試片之端沾入葉片汁液中約 2 秒，隨即取出，甩掉多餘水分，並開始讀秒。	6.經 60 秒後，比對試紙色差表比色，觀察試片上之顏色和盒子上之色何者最相近。	7.並可略估（例如介於 250 和 500 者，可能為 300 或 350 或 400...）將所得數據乘以 30(稀釋倍數)。	8.所得之值即為為原新鮮辣椒葉片殘留硝酸鹽含量（p.p.m 濃度）。

結果分析與討論：

- 由圖 12 知：自 95.4.29~6.15(48 天生育期)實驗顯示：不同肥料處理後，辣椒吸收有機氮肥所產生之硝酸鹽代謝物含量，整體而言以甲組：餐前廚餘處理較佳(濃度較低)，A2b 處理及落葉堆肥蚯蚓組之含量最高均達 3000p.p.m，而對照組、無機肥均為 1500p.p.m 則居中。
- 參考課本氮循環概念及前人研究分析：植物吸收氮這種元素主要是以硝酸態氮(NO₃)與銨態氮(NH₄)為主。
某些有機堆肥造成辣椒殘留硝酸鹽含量偏高原因，可能是催長作物以致加了過多的氮肥，或是實驗期適逢台灣梅雨季連續豪雨來臨，造成土壤排水不良，導致硝酸鹽殘留過高。

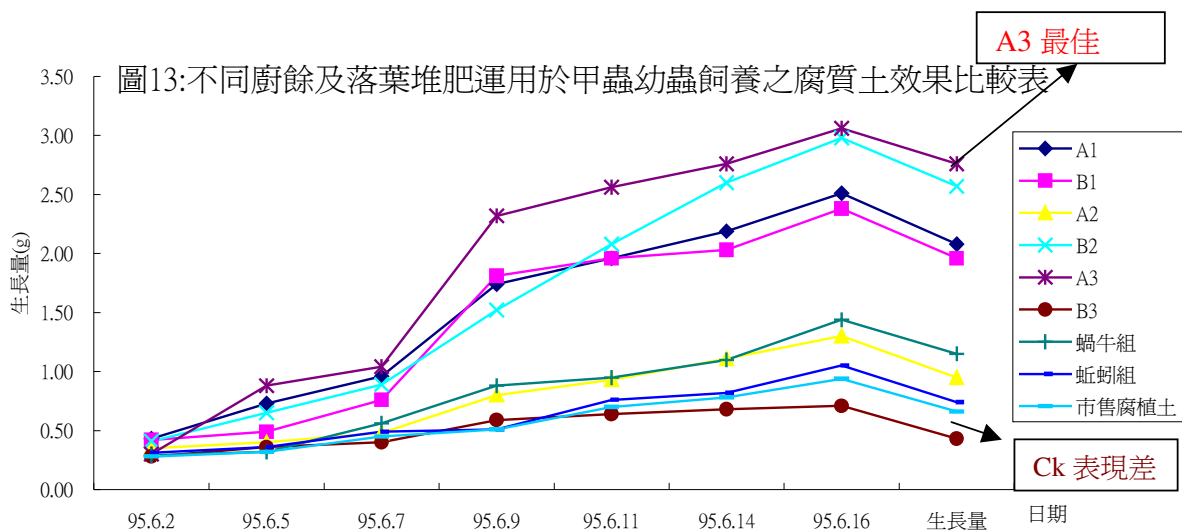


研究十、以落葉及廚餘堆肥飼養甲蟲之實驗~

- 【目的】** 探討不同廚餘及落葉堆肥運用於甲蟲幼蟲飼養之腐植土之可行性
- 【材料】** 甲蟲幼蟲(一齡)、飼養箱、電子天平、運用先前堆肥實驗中六種不同廚餘堆肥(選擇添加稻殼伴行後熟堆肥處理)、落葉堆肥兩處理(蚯蚓組及蝸牛組)當作甲蟲幼蟲飼養之腐植土材料,並設計對照組(市售甲蟲飼養專用腐植土)共9種處理
- 【思考過程】** 堆肥土除了應用於植物培育之外,是否也可用於甲蟲之飼養?

(一)實驗步驟及成果圖示:

				
1.準備(實驗組)廚餘、落葉堆肥土添加市售腐質土(1:1)。	2 對照組為甲蟲一般飼養專用腐質土	3.將腐植土倒入容器約5公分高,再把獨角仙一齡幼蟲放入飼養箱中,並將腐植土稍微壓實即可。	4.將飼養箱放置在陰涼通風處,以免昆蟲死亡。	
				
5 將實驗區採集之雞母蟲置入飼養箱中,每天均勻噴水,保持飼養土之濕潤以及鬆軟。	6.大約成長3-4週後會蛻皮變成2齡幼蟲,此時頭部會明顯的變大許多,食量也會明顯增加。	7.每隔3~4日取出幼蟲以電子天秤稱重記錄,比較實驗組與對照組對獨角仙幼蟲生長之影響。	8.最佳處理組為A3 素食廚餘添加稻殼後熟堆肥;對照組ck生長量略遜一籌。(圖13)	



附記: A1、B1 表餐前廚餘處理; A2、B2 表餐後廚餘處理; A3、B3 表素食廚餘處理(前三類堆肥均添加稻殼); 蝸牛及蚯蚓組為落葉堆肥, CK 為對照組甲蟲一般飼養專用腐質土條件。

結果分析 → 整體而言，大部分廚餘堆肥土運用在甲蟲幼蟲飼養土之生長促進效果（以 A3 素食廚餘添加稻殼後熟堆肥處理 2.76g 生長量最佳），優於落葉堆肥組，甚至比市售飼養土（ck：生長量僅 0.66g）還更顯著，為一重大發現，值得推廣採用。

伍、結論及未來展望~

- 一、經過自製研發發酵菌及清除者蚯蚓及蝸牛之物理性協助，在落葉堆肥**實驗組**處理發酵堆肥化速度驚人，較對照組有非常顯著效果，下降高度約為對照組之兩倍以上。
- 二、本研究在**落葉及廚餘堆肥之發酵菌種使用考量**，以較易取得且可回收利用之生活或農業資材，無需較高技術取得菌種，且堆肥試種發酵效果相當顯著，加快有機肥生成速度及肥效度。
- 四、嘗試運用**製造肥皂之原料採用廚餘液肥**，探究出殘餘油脂可加以回收利用，成型時肥皂表面略微軟化，但仍具洗滌效果是另一驚喜研發，**達到廢物利用資源環保之新創意**。
- 五、利用廚餘液肥，可倒入抽水馬桶，除可清洗馬桶，並可除臭及分解化糞池的有機物，且在驅除螞蟻之生物性防治有顯著效果，另可當家庭環境處理好幫手~通樂，促進排水溝，流理台雜物阻塞之暢通，降低**污水排放下水道再回到大自然造成二次污染之疑慮及嚴重負荷**。
- 六、**進階比較落葉堆肥及廚餘堆肥促進植物生育差異影響實驗中**，不同施肥處理對辣椒**株高及葉片數**生長之影響比較，以乙組：餐後廚餘處理 B2a **堆肥菌肥添加稻殼堆肥之生長量最佳有顯著效果**，反觀對照組及無機肥相形遜色多了。
- 七、堆肥土經高雄改良場協助檢測有機質含量約超過 4% **肥效高**，對於植物生長非常有幫助，此與辣椒及木瓜肥培實驗結果**相符**，**成效非常值得推廣**。
- 七、**重大發現：運用廚餘、落葉堆肥土添加市售腐質土對獨角仙幼蟲生長之影響**，**實驗組效果非常佳**；對照組 **ck** 生長量略遜一籌，值得運用。

陸、參考文獻

【期刊資料】

- 1、林碧霞 2000 校園落葉堆肥之製作方式《主婦聯盟綠主張》150 期
- 2、蔡宜峰、陳俊位 2004 堆肥與有機液肥在有機番茄及茄子栽培之效應 台中區農業改良場研究彙報 85：25~36

【網路資料】

- 1.主婦聯盟網站 <http://forum.yam.org.tw/women/backinfo/recreation/womenf.htm>
- 2.家戶廚餘回收網 <http://www.epb.taipei.gov.tw/kw/home.htm>
- 3.北市政府環境保護局—<http://www.epb.taipei.gov.tw/kw/>
- 4.廚餘回收資訊網—<http://www.nepf.org.tw/gabit1.htm>
- 5.堆肥 DIY <http://ae-organic.ilantech.edu.tw/consumer/spend/spend-12.htm>
- 6.廚餘回收再利用 <http://www.twdep.gov.tw/www/d40/technical/gabage02.htm>
- 7.廚餘桶專賣店 <http://kitchens.demons.to/index.htm>

評 語

030820 落葉歸根“餽”主意~探討落葉及廚餘堆肥
技術及環保生態循環之可行性

具環保概念且能有效落實校園廢棄物再利用，但可再
進一步針對不同種類廚餘產生之液體成份及應用分析
探討，另外活體實驗若輔以數位攝影觀察更佳。