

投稿類別:本土關懷類

篇名：

「機不可失」・生廚餘的堆肥製作與使用效益

作者：

盧泊葳。花蓮縣光華國小。六年甲班

張潘豐晉。花蓮縣光華國小。六年甲班

侯創閔。花蓮縣光華國小。六年甲班

指導老師：

張祖勵 老師

張世璿 校長

壹、前言

一、研究動機

幾年前學校在廚房後面的荒地開闢出一個農園，後來老師常利用校本課程時間帶我們去除草及種菜，因為發現土壤貧瘠，蔬菜都長不好，於是學校向中華紙漿公司爭取免費的有機肥料，希望能改善農園的土質。我們在搬運有機肥料過程中，常看到肥嫩的雞母蟲，有的肥料會呈現白色外觀（一般是黑褐色）、結成塊狀、發熱……等現象。因此，我們對肥料的成份很好奇，想瞭解肥料是如何製造？也想知道經過施肥後的蔬菜是否真的會長得比較高大！因此，我們想到：「是不是可以利用校園落葉或午餐的水果皮來自製肥料」，希望將「垃圾」變「黃金」，達到校園垃圾減量，以具體行動落實永續校園的目標。

二、研究目的

(一)觀察生廚餘（咖啡渣、鳳梨皮、高麗菜葉、落葉）堆肥過程中的物理變化。

(二)以盆栽實驗探討生廚餘堆肥（咖啡渣、鳳梨皮、高麗菜葉、落葉）的種類及施用量對葉菜類作物株高及重量的影響。

三、研究方法

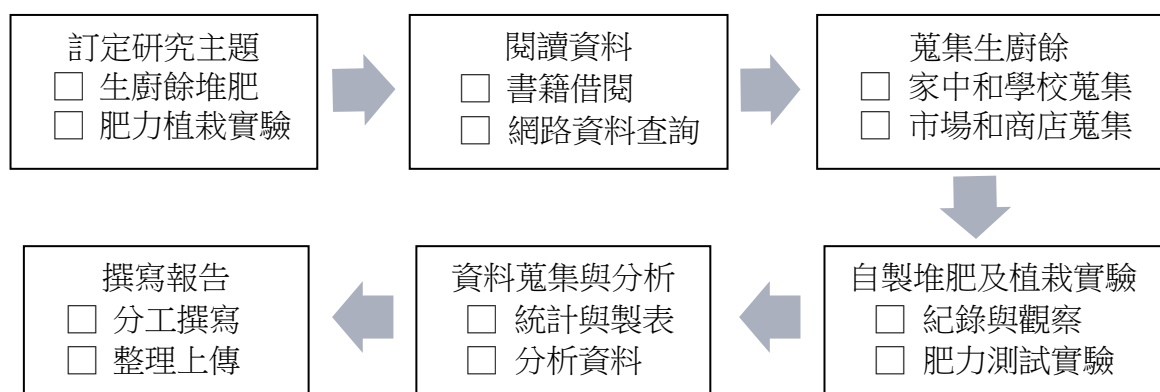
(一)文獻探討法：本文蒐集網站、影片、書籍、新聞、論文等資料，藉此瞭解生廚餘堆肥製作相關資訊。

(二)實驗研究法：觀察生廚餘堆肥製作過程，記錄堆肥過程產生之現象及測試生廚餘堆肥對葉菜類作物生長的影響。

(三)實驗器材：1、購買廚餘桶四個，底部有洩水口。
2、購買長型花盆十六個作為葉菜類作物之植栽容器。

(四)實驗步驟：1、自製生廚餘堆肥並觀察記錄堆肥的過程及結果。
2、測試不同種類及重量的堆肥對於葉菜類作物生長高度及重量的影響。

四、研究流程



圖一 研究流程

貳、正文

一、文獻探討

台灣每年回收的廚餘高達 50 到 60 萬噸，根據環保署的統計，焚化爐的垃圾中有三成是廚餘，廚餘含水率高，不適合焚化處理，不但會造成焚化爐燃燒不完全，也會產生有毒物質戴奧辛。通常廚餘佔一般家庭垃圾量的 20% 以上，如果變成土地的堆肥，不僅可延長焚化爐與垃圾掩埋場壽命，還可改善土壤性質，增加農地生產力。

(一) 廚餘

廚餘，亦稱廚房垃圾或食物廢棄物，是食物於加工處理（包括烹煮）後所剩部分，或在食用後所剩食物之統稱（資料來源：參考網站十）。

1、生廚餘：食材在加工（烹煮）前，經處理後所剩餘的物料，如菜葉、果皮、果渣等（資料來源：參考網站十）。如果細分可分類為以下八大類（資料來源：參考論文二）：（1）水果類(例如水果、果皮及果核)。（2）葉菜類(例如菜葉、菜梗、菜籽)。（3）園藝類(樹葉、花材、草本植物)。（4）堅果類(種子、果核)。（5）殘渣類(茶葉渣、咖啡渣、中藥藥渣、黃豆渣等)。（6）硬殼類(蛋殼、貝、蟹、蝦殼及動物骨頭)。（7）混和類(和熟廚餘混和的有機物)。（8）其他類(未煮熟但已酸臭的生肉、內臟等)。

2、熟廚餘：食材經烹煮成為食物並經消耗後所剩下並被丟棄之物。例如：菜剩飯、魚、海鮮、肉類、麵包、餅乾、泡麵、白米、麵食、各式粉末狀可食用品、辣椒醬、XO 醬等調味料、果醬、罐頭食物等加工食品（資料來源：參考網站十一）。

(二) 堆肥

所謂「堆肥」是指堆積有機廢棄物，利用微生物將植物、動物體殘渣和家禽糞便等，經過微生物分解和代謝，產出二氧化碳、水和熱量，再經過腐熟成為腐植土。腐熟過程中因為微生物繁殖和代謝，產生高溫而殺滅病原菌、害蟲、蟲卵和雜草種子，去除令人厭惡的氣味，變成細緻、鬆軟、黑褐色、略有泥土芳香味的有機肥料。經此過程的堆肥可以達到三個目的，一是無害化、二是腐殖質化、三是產生大量微生物代謝產物，例如各種抗生素、蛋白類物質等（資料來源：參考網站三）。

1、堆肥的分類

(1) 高溫堆肥法

高溫堆肥是以纖維含量較高的植物為主要原料，在通氣條件下堆積發酵，產生大量熱量，堆內溫度高（50-60℃），腐熟快，養分含量高。高溫發酵過程中能殺死病菌、蟲卵和雜草種子。（資料來源：參考網站七）

(2) 普遍堆肥法

一般加入較多泥土，發酵溫度低，腐熟過程慢，堆肥時間長。一般採用半坑式堆肥，挖一個長方形坑，將秸稈、糞尿、動植物氮素源和土等有機肥進行層層堆積，堆成饅頭形，1 個月後翻倒，將分解差的放在底部。夏秋 1-2 個月，冬季 3-4 個月即可腐熟。這種堆肥方法，時間較長，腐熟程度不均。（資料來源：參考網站七）

2、堆肥的條件

堆肥需提供土壤、水、空氣、熱量以及營養物質，為了保持足夠的通風環境，應該選擇粗糙的材料或可以通風和排水的容器，如果濕度和通風都合適的話，達到高溫度，使微生物活性達到最高，就可以殺死病原體。

(1) 水分：堆積材料中水分含量是維持微生物生命及活動重要因子。適當水分含量為 60%，可使水分供應無缺，同時也獲得充分氧氣。過多水分會把堆積材料結構破壞，阻塞小孔，阻擾氧氣供應與二氧化碳外洩，有機酸等有害物質會累積，有機物分解會停頓。一般堆肥材料量最大含水量是 60%-75% 最適合。

(2) 通氣：保持堆肥中有適當空氣，有利好氧氣微生物的繁殖和活動，能促進有機物分解。高溫堆肥時應注意堆積鬆緊度，以利通氣。

(3) 微生物：微生物是擔任有機物分解與堆肥穩定的重要角色。不同的堆積材料如能加入適當的微生物菌種，可以加速堆肥醱酵。

3、堆肥的時間：如果有足夠的發酵菌種，需發酵 15-20 天，這樣只能達到無害化標準，優質有機肥料堆肥的發酵過程，一般需要 45-60 天的時間。

4、堆肥的溫度變化：堆肥溫度是反應堆積材料中微生物活動情形，當堆肥化過程進行正常時，初期溫度會急速升高達 60°C 以上。高溫維持一般時間，然後逐漸下降至周圍溫度。堆肥化之高溫過程非常重要，可將病原菌，寄生蟲及其卵，雜草種子等予以殺滅。但長期維持 60°C 以上的高溫對堆肥發酵並不利，在 7~14 日後應將溫度調整至 60°C 以下，加速堆肥分解速度。

5、堆肥的材料：製作堆肥的有機材料，一般分成低氮和高氮兩種。

(1) 低氮：如稻草、穀殼、秸稈、木屑、樹葉和其他材料。低氮材料在放入土壤後，一開始效果不明顯，但是大量纖維可以改善土壤。

(2) 高氮：如動物糞便、豆餅、花生餅，高氮材料放入後很快可以看出效果，由於它的纖維，碳氮比較低，對於改善土壤物理和微生物活化，效果不佳，使用太多時也容易使作物死亡。

(三) 發酵

發酵是指微生物分解有機物質的過程，是將廚餘製成堆肥過程中重要步驟。透過微生物的作用，使有機物不斷被降解和穩定，必須有適度的翻堆或送風，如果是社區或家庭的堆肥桶，必須將桶子裡的液肥排出，才不會發臭。一般微生物在酸性環境中活動、繁殖，通常不添加石灰石，添加反而會抑制微生物的作用。（資料來源：參考網站四）

(四) 土壤肥力：土壤肥力是指土壤支持農作物生長的能力，土壤肥力高的土地需要具有以下兩個特徵：（資料來源：參考網站十）

1、能提供植物必需的營養，以及能夠促使植物生長的足量土層水分。

2、沒有妨礙植物生長的有害物質。

(五) 肥料的種類 (資料來源：參考網站八)

含有氮、磷、鉀三要素之一以上者均可稱為肥料，主要分為有機肥、化學肥及複合肥三大類。型態則有固態和液態，所含的養分及對作物影響也不同。

1、有機肥料：是指生物所生成的，如禽畜糞便、植物體的殘株等，其優點是可以改善土壤的性質，使土壤有機質含量高，缺點為肥效慢。

2、化學肥料：化學肥料為人工合成或天然礦物提煉而成，植物缺什麼元素就補充什麼肥料，肥效快能達到速成效果。缺點為施用量過多，容易產生肥傷，長期使用會傷害土壤。化學肥料分三種：氮肥、磷肥、鉀肥。

3、複合肥料：一般將氮、磷、鉀中的兩種及兩種以上的營養元素結合，這樣的肥料營養平衡，能夠提高肥料利用率。

二、實驗材料及步驟

(一) 實驗材料的選擇與觀摩

1、生廚餘材料的選擇：我們希望能蒐集到日常生活和校園常見並且容易得到的材料，最後選定鳳梨皮、高麗菜葉、落葉及咖啡渣。水果皮會選擇鳳梨皮是因為鳳梨皮產量大且容易得到，高麗菜葉是市場常見蔬菜且葉片摘除量大，落葉則是學校樹木多，落葉也多，最後是咖啡渣，原因是咖啡渣在學校辦公室及早餐店都可蒐集到。


2、參觀中華紙漿花蓮區工廠：老師帶我們去參觀及認識有機肥料是如何製作，工廠叔叔說這些肥料是用木屑和米糠混和，並沒有加入菌種，而是堆放在戶外，利用自然界中的細菌，透過自然發酵製作成的。所以，當我們考慮要選擇什麼的發酵菌種時，工廠叔叔建議可以拿他們的有機肥料當菌種，因為成分簡單且天然，不必再花錢購買市場包裝菌種，類似老麵發酵概念，而我們也好奇想嘗試這些菌種的發酵功效。

3、本研究採用之發酵菌種



4、參觀江玉寶有機農園：為了瞭解有機農場的有機肥料是如何製作，校長開車載我們去參觀壽豐江伯伯的有機農園。經過江伯伯解說後，我們才知道要經營一個農場必須經過不斷的嘗試及失敗，江伯伯說：「起初他有自製有機肥料，向廠商買大豆粕回來堆肥，因為大豆粕營養價值高，但是後來發現量大，需要人工及機器運送及翻攪，耗費許多時間及人力成本，況且大豆粕在市場上很搶手，單價也不低。最後嘗試將大豆種子撒在農地上，除了大豆植物有根瘤菌，會釋放氮，有助於植物生長，且整地後直接將大豆掩埋，省人力，土地更可以直接吸收大豆的營養。」

5、本研究使用之生廚餘堆肥桶

項目	生廚餘堆肥桶	
	23 公升	
上圓口內徑	29.5 公分	
下圓底內徑	25.8 公分	
桶高	43.4 公分	
排出口徑	2.5 公分	
數量	4	

6、生廚餘堆肥的過程

	
	
各類生廚餘的蒐集、秤重與剪碎	

(二) 生廚餘堆肥過程說明

1、堆肥的步驟：將生廚餘（鳳梨皮、高麗菜菜及落葉）切成 1~2 公分大小，越細碎越好，咖啡渣因為顆粒細，不必經此步驟。最初將水份太多的生廚餘充分瀝乾，再放入廚餘桶內，然後鋪上中華紙漿有機肥料當成加速發酵的菌種，厚度約一公分，完全覆蓋生廚餘即可，此後一層廚餘一層菌種，直到廚餘桶的八分滿即可。預計 3~7 天就會產生汁液，此時要打開水龍頭排除汁液。桶內材料每週充分翻攪一次，預計三個月時間完成堆肥。

2、堆肥的觀察與紀錄：每個星期觀察與紀錄乙次，最主要是觀察生廚餘堆肥的物理性質變化情形，例如生廚餘的外觀顏色、氣味、堆內溫度、產生的汁液量等，初期要注意堆肥產生的汁液要去除，中期要攪動生廚餘的材料，期待充分通氣以促進發酵，還要注意是否需要添加水分，水分有無足夠。

3、(表一) 生廚餘堆肥實驗觀察與記錄(時間：91 天)。

生廚餘堆肥實驗觀察記錄表(月 日 第 週)												
組別性狀	堆內溫度		外觀顏色			堆肥高度			汁液量		氣味	
咖啡渣												
鳳梨皮												
落葉												
高麗菜葉												

(三) 盆栽蔬菜的肥力實驗

1、實驗步驟

(1) 選取植物育種對象：我們會選擇台灣萵苣來做實驗，是因為夏天是適合生長季節，且蟲害較少，生命力強，希望透過台灣萵苣生長高度和重量來測試各種類生廚餘堆肥的肥力，探討堆肥的種類及重量對台灣萵苣生長的影響。

(2) 實驗器材：購買十六個長型塑膠盆(長 58cm、寬 18cm、高 15cm)，以學校草坪土壤為基底(放進土壤 10 公斤)，約八分滿，再放入 400 公克及 800 公克的各種生廚餘，加以混和。對照組不加任何肥料，實驗 1 組施以 400 公克肥料(混和土壤 10 公斤)種植，實驗 2 組以 800 公克肥料(混和土壤 10 公斤)種植，一盆是對照組、八盆是實驗組，如下表所列：

(表二) 對照組與實驗組的施肥重量

組別	施肥量	肥料重量	
		實驗一組	實驗二組
對照組-不施肥(N)		0 公克	
實驗組		實驗一組	實驗二組
咖啡渣肥料(D-C)		400 公克	800 公克
鳳梨皮肥料(D-F)		400 公克	800 公克
高麗菜葉肥料(D-K)		400 公克	800 公克
落葉肥料(D-L)		400 公克	800 公克

(3) 植栽方法及計算台灣萵苣的高度與重量方式：為確保台灣萵苣能發芽，先灑種子在育苗盆上，等待台灣萵苣發芽後將高度相同的幼苗移植到一個對照盆及八個實驗盆上，每個植栽盆分四個區塊，每個區塊種植五株台灣萵苣的幼苗，共二十株作為觀察與紀錄的對象。每週測量乙次株高，如有蟲害或枯死之幼苗，該株停止紀錄，每週將每個區塊紀錄之台灣萵苣生長高度，剔除最高株及最矮株，其餘平均株高，最後再平均四個區塊的平均株高，即取得該週該盆台灣萵苣的生長株高，最後一次採收台灣萵苣並秤重，總重量除以全部株數即是該盆台灣萵苣的生長重量。以每個植栽盆之每株的台灣萵苣生長的高度及重量來探討各種生廚餘堆肥的肥力。

(4) 植栽時間：在觀察期間每日傍晚均以 300cc 水量澆灌於每個植栽盆，補充幼苗生長所需水分。觀察時間自民國 111 年 7 月 22 日開始至 9 月 2 日採收，合計 43 天。每週觀察記錄乙次(間隔 7 天)，共紀錄六次。

三、實驗結果

(一) (表三) 生廚餘堆肥的物理性變化記錄 (時間: 4 月 1 日至 6 月 30 日)。

生廚餘堆肥的物理性變化情形																	
組別 性狀	堆內溫度-攝氏 (氣溫比較)			堆肥外觀變化情形							產生汁液量-ml				堆肥氣味		
				堆肥顏色			堆肥高度-cm				初期 1-30 天	中期 31-60 天	末期 61-91 天	合計	初期 1-30 天	中期 31-60 天	末期 61-91 天
時間	初期 1-30 天	中期 31-60 天	末期 61-91 天	初期 1-30 天	中期 31-60 天	末期 61-91 天	初期 1-30 天	中期 31-60 天	末期 61-91 天	合計							
咖啡渣	高 3-6 度	高 2-3度	低 1-2度	咖啡 色	棕黑 色	黑色	降 2	降 8	降 5	15	0	0	0	0	咖啡 味	變淡	泥土 味
鳳梨皮	高 2-4 度	高 2-4度	低 3度	橘黃 色	深橘 黑色	黑色	降 6	降 14.5	降 3	23.5	1350	2015	30	3395	鳳梨 味	酸臭 味	泥土 味
落葉	高 2-3 度	高 2-3度	低 2度	黃褐 色	褐黑 色	褐黑 色	降 3	降 9.5	降 1	13.5	0	0	0	0	葉子 味	葉子 味	泥土 味
高麗菜葉	高 3度	高 2-3度	低 2-4度	白綠 色	綠褐 色	黑色	降 9	降 18.5	降 3	30.5	4700	220	0	4920	蔬菜 味	變臭	泥土 味

1、堆內溫度

根據閱讀文獻資料和去參觀中華紙漿廠的經驗，生廚餘發酵溫度都會升高到五十幾甚至六十度以上。可是我們觀察這三個月的堆肥過程，四個生廚餘堆肥桶堆內溫度最高都未曾達到 40 度，不知是生廚餘材料不足或是菌種量不夠，而且我們也嘗試攪動堆肥材料，讓材料通氣，補充水分，但是堆內溫度還是沒有顯著升高，甚至到堆肥後期，天氣漸熱，氣溫超過 30 度時，桶內材料因為較濕潤，堆內溫度反而比氣溫低。

2、堆肥外觀變化

(1) 堆肥顏色：咖啡渣表面可以看到最多白色的醱酵黴菌，其餘咖啡渣顏色由深褐色變為黑色、落葉的顏色由枯黃變黑褐色、高麗菜葉顏色由白綠色變為黑褐色、鳳梨皮的顏色由黃橘色變為黑褐色，高麗菜葉桶內側面有水滴狀黑色結塊物。

(2) 堆肥高度：高麗菜葉和鳳梨皮桶內外觀變化最多，堆肥時間到中期時桶內材料高度下降十幾公分，應該是水分的流失，高麗菜葉水分很多，所以下降高度最多，再來鳳梨皮的下降高度為次高，落葉因為蒐集時是乾枯的，底部沒有產生汁液，但有發酵腐爛，底部葉片顏色變黑，落葉的堆肥高度也有下降。最後是咖啡渣，因為材料是細顆粒，幾乎沒有水分，所以廚餘桶底部沒有產生汁液，堆肥高度下降最少。

3、產生的汁液量

(1) 汁液量：高麗菜葉廚餘桶內產生的汁液最多，初期就產生 4700 多毫升的汁液，鳳梨皮廚餘桶內第二多，有 1300 多毫升的汁液，到了中期鳳梨皮廚餘桶產生最多汁液，有二千多毫升，高麗菜葉僅有 220 毫升。到了後期，除了鳳梨皮產生 30 毫升汁液，其它廚餘桶都沒有產生汁液。咖啡渣及落葉從開始堆肥到結束都沒產生汁液。

(2) 氣味及顏色：堆肥時間到中期，鳳梨皮和高麗菜葉產生汁液有強烈刺鼻的尿味，鳳梨皮產生汁液的氣味比高麗菜葉的更濃。初期兩者汁液產生顏色都是黃綠色，中期顏色轉變為黑褐色，氣味逐漸變淡，到後期產生的汁液已沒有任何氣味。

4、堆肥氣味

堆肥初期及中期時，高麗菜葉和鳳梨皮桶內氣味最濃，分別是腐爛蔬菜味和酸臭的鳳梨味，後來兩者廚餘桶底部開始產生汁液，桶內氣味逐漸變淡，到後期已經沒有酸臭的蔬菜味和酸鳳梨味了。咖啡渣和落葉的情形則是堆肥初期有咖啡和葉子氣味，中期時氣味持續淡掉，到最後一個月也沒有葉子和咖啡氣味了。

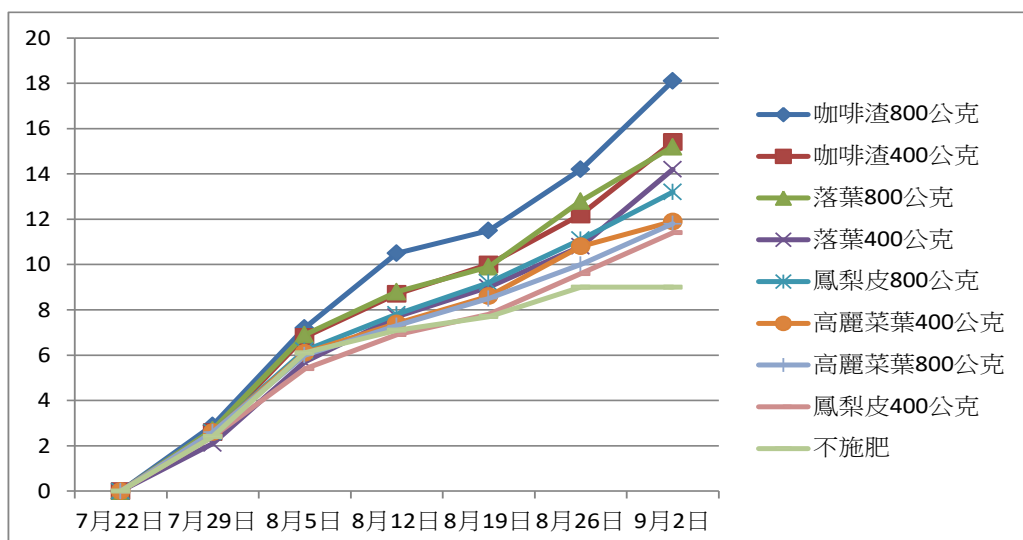
(二) 生廚餘肥料對台灣萵苣生長高度之影響

盆栽實驗結果：咖啡渣肥料 800 公克 > 咖啡渣肥料 400 公克 > 落葉肥料 800 公克 > 落葉肥料 400 公克 > 鳳梨皮肥料 800 公克 > 高麗菜葉肥料 400 公克 > 高麗菜葉肥料 800 公克 > 鳳梨皮肥料 400 公克 > 對照組-不施肥 (N)。咖啡渣 800 公克最高，鳳梨皮 400 公克最矮。

1、(表四) 組別名稱與台灣萵苣平均高度由高到矮排列順序 (公分)

排序	組別名稱	日期	台灣萵苣平均高度 (公分)					
			7/29	8/5	8/12	8/19	8/26	9/2
1	咖啡渣肥料 (C800)		2.9	7.2	8.7	10	14.2	18.1
2	咖啡渣肥料 (C400)		2.6	6.8	8.7	10	12.2	15.4
3	落葉肥料 (L800)		2.7	6.9	8.8	9.9	12.8	15.2
4	落葉肥料 (L400)		2.1	5.7	7.7	9	10.8	14.2
5	鳳梨皮肥料 (F800)		2.6	6.2	7.8	9.2	11.1	13.2
6	高麗菜葉肥料 (K400)		2.6	6.1	7.4	8.6	10.8	11.9
7	高麗菜葉肥料 (K800)		2.6	6	7.3	8.5	10.8	11.8
8	鳳梨皮肥料 (F400)		2.4	5.4	6.9	7.8	9.6	11.4
9	對照組 1-不施肥 (N)		2.4	6.1	7.1	7.7	9	9

2、(圖一) 不同種類及重量之肥料對台灣萵苣生長高度(公分)之影響



3、不同種類肥料對台灣萵苣生長高度(公分)之影響

從實驗結果(表四)可以發現施以咖啡渣及落葉的植栽盆,台灣萵苣生長高度明顯高於其他盆,施以鳳梨皮及高麗菜葉的植栽盆,台灣萵苣生長高度僅比對照組高一些,由此推論咖啡渣及落葉含有的成分對於台灣萵苣生長高度有很大幫助。

4、不同肥料重量對台灣萵苣生長高度(公分)之影響

從實驗結果(表四)可以發現三種肥料(咖啡渣、落葉、鳳梨皮)的植栽盆,施以800公克比400公克肥料的生長高度更高。僅有高麗菜葉幾乎無差異,甚至在前幾週測量時,400公克的生長高度還高於800公克。因此,我們推論高麗菜葉施肥重量的多寡(800公克及400公克),對植物生長的高度(低0.1公分)沒有幫助。

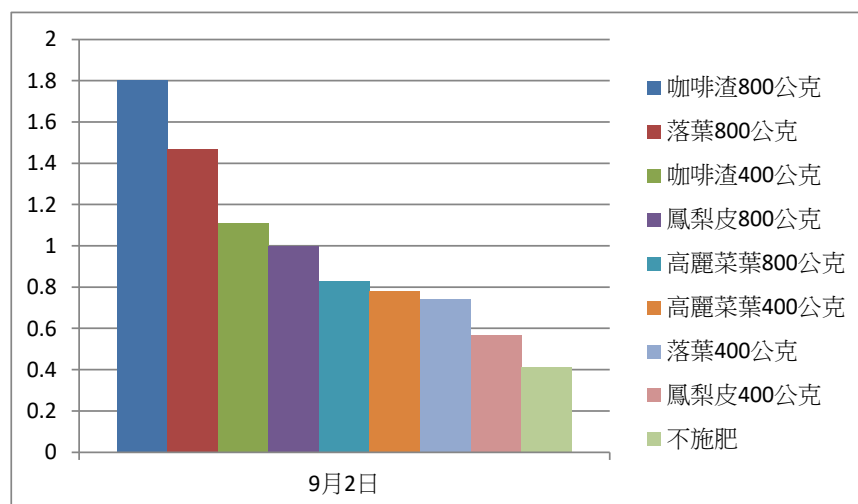
(三) 生廚餘肥料對台灣萵苣生長重量之影響

盆栽實驗結果:咖啡渣肥料800公克>落葉800公克>咖啡渣肥料400公克>鳳梨皮800公克>高麗菜葉肥料800公克>高麗菜葉肥料400公克>落葉肥料400公克>鳳梨皮肥料400公克>對照組-不施肥(N)。咖啡渣800公克最重,鳳梨皮400公克最輕。

1、(表五) 組別名稱與台灣萵苣每株平均重量由重到輕依序排列(公克)

排序	組別名稱	9月2日台灣萵苣採收平均每株重量(公克)
1	咖啡渣肥料(C800)	1.8
2	落葉肥料(L800)	1.47
3	咖啡渣肥料(C400)	1.11
4	鳳梨皮肥料(F800)	1
5	高麗菜葉肥料(K800)	0.83
6	高麗菜葉肥料(K400)	0.78
7	落葉肥料(L400)	0.74
8	鳳梨皮肥料(F400)	0.57
9	對照組 1-不施肥(N)	0.41

2、(圖二) 組別名稱與台灣萵苣每株平均重量由重到輕依序排列(公克)



3、不同種類肥料對台灣萵苣生長重量(公克)之影響

從實驗結果(表五)可以發現施以咖啡渣(800公克及400公克)、落葉(800公克),台灣萵苣收成重量明顯重於其他盆,約為對照組收成重量之2.7至4.4倍;施以鳳梨皮(800公克)的植栽盆、高麗菜葉(800公克及400公克)及落葉(400公克)的植栽盆,台灣萵苣生長重量約為對照組收成重量之1.8-2.4倍,僅有施以鳳梨皮(400公克)之植栽盆,台灣萵苣收成重量與對照組重量相差甚小(重0.16公克)。

4、不同肥料重量對台灣萵苣生長重量(公克)之影響

從實驗結果(表五)可以發現施以800公克(咖啡渣、落葉及鳳梨皮)的植栽盆,台灣萵苣收成重量明顯重於施以400公克,肥料重量比是2:1,台灣萵苣收成重量也是趨近2:1。比較讓我們出乎意料的是施以落葉400公克之台灣萵苣重量(0.74公克),僅贏過鳳梨皮400公克(0.57公克),原本以為落葉400公克會如同生長高度一樣位居前四位。最後是施以高麗菜葉800公克及400公克肥料,如同對生長高度無影響,對台灣萵苣收成重量也無明顯差異(重0.05公克)。

參、研究結論

一、我們發現使用中華紙漿廠贈送之有機肥料與生廚餘做堆肥,除了能減少異味產生,蟲卵滋生情形也少,是可以促進堆肥發酵的菌種。不過在堆肥過程中,發現廚餘桶內溫度只微幅上升幾度(高2-6度C),並沒有升高到五十幾甚至六十度C以上,原因是生廚餘量不夠多,導致發酵程度不足,或是其他原因,需後續再研究。

二、本次盆栽實驗把高麗菜葉及鳳梨皮堆肥產生的汁液丟棄,如果這些汁液加水稀釋後和堆肥一起施放在植栽盆內,台灣萵苣的生長高度及重量是否會因此而不同。此外,生廚餘堆肥時的顆粒大小也須注意,這些都可作為下次研究的內容。

三、我們在盆栽實驗時遇到很多問題,例如小蟲會將蔬菜啃光,所以後來裝設紗網。還有剛開始將植栽盆擺放戶外,在太陽長時間(六小時)照射下,很多棵蔬菜苗枯死,為了減少死亡率,後來移至走廊,又要考慮植物趨光性、日照時間及澆水量要多少等問題,最後決定每天二小時日照時數及300cc的水,植物存活率才會提高。

四、盆栽實驗結果可以發現咖啡渣堆肥最能幫助台灣萵苣的生長(高度及重量)。我們推論是咖啡渣顆粒最細,植物能充分吸收養分,後來我們查到許多資料提到咖啡渣是很好的氮肥,比較適合在枝葉即將長出時使用。本次實驗,施以咖啡渣肥料的台灣萵苣,不論在生長高度及重量上,都明顯比其他三組更好、其次是落葉肥料、最後是鳳梨皮及高麗菜葉肥料僅有些微助益,而共同點是施以咖啡渣800公克肥料在台灣萵苣生長高度及重量上都位居第一、施以鳳梨皮400公克肥料在台灣萵苣生長高度及重量上都位居末位。特別要說明的是高麗菜葉施肥量(400公克及800公克),對於台灣萵苣的生長高度及重量的影響幾乎沒有差異。

五、根據本次研究盆栽實驗結果,蒐集咖啡渣及校園落葉是我們可以努力的方向,因為學校同仁每天都有喝咖啡,對於咖啡渣廚餘通常只作為冰箱除臭用途,早餐店及超商的咖啡渣產量也非常多,除了供人無償取用,不然就是當作生廚餘丟棄。而校園落葉量大,雖然已有挖穴堆放,但是卻沒有好好利用,故以後咖啡渣及落葉可以添加中華紙漿之有機肥料加以堆肥,相信發酵後所產生的肥料,可以對本校農園蔬菜生長有很大的助益。

肆、參考資料

一、參考書籍

- (一) 設樂清和(2013)。懶人農法第一次全圖解。台北市：果力文化/漫遊者事業股份有限公司。
- (二) 亞曼(2015)。亞曼的樸門講堂。台北市：幸福綠光股份有限公司。
- (三) 加藤哲郎(2019)。土壤與肥料。台北市：瑞昇文化事業股份有限公司。
- (四) 加藤哲郎(2019)。土壤與肥料。台北市：瑞昇文化事業股份有限公司。
- (五) 加藤哲郎(2019)。土壤與肥料。台北市：瑞昇文化事業股份有限公司。

二、參考論文

- (一) 吳承頤。不同有機肥料的施用對作物及土壤之效益研究。朝陽科技大學。
- (二) 吳立全。廚餘桶裝堆肥化最適條件之研究。嘉南藥理科技大學。3647
- (三) 黃崇文。校園庭院廢棄物堆肥化之研究。嘉南藥理科技大學。
- (四) 中華民國第四十六屆中小學科學展覽會、國中組生活與應用科學科、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、屏東縣立中正國民中學 作者：邱冠菱、張恩瑞、葉純寧、溫亞捷、指導老師：李天生。
- (五) 中華民國第 51 屆中小學科學展覽會作、國中組生活與應用科學科、落葉變黃金—創造永續生活、連江縣立中正國民中學 作者：林祺銘、林偉誠、陳元愷指導老師：王連發、林亞聲。

三、參考網站

- (一) 食力 <https://www.foodnext.net/science/technology/paper/5357598699>
- (二) 農夫樂整合平台 <https://www.echiy.com/>
- (三) 農林漁牧網 <https://nonglinyumu.com/>
- (四) 農業知識入口網 https://kmweb.coa.gov.tw/knowledge_view.php?id=10440
- (五) 農傳媒 <https://www.agriharvest.tw/archives/43384>
- (六) 合樸農學市集 <http://hopemarket.com.tw/?p=8178>
- (七) Vito 雜誌-畜禽糞便怎樣發酵做有機肥？
<https://vitomag.com/gardening/asdrd.html>
- (八) 台灣有機肥料公司 <http://fertilizer.twsite.org/paper.asp?g=27>
- (九) 張山蔚老師示範家庭廚餘堆肥製作法
<https://www.youtube.com/watch?v=QZU7-BJBBdY>
- (十) 維基百科，自由的百科全書 <https://zh.wikipedia.org/zh-tw>
- (十一) 花蓮縣環境保護局-資源回收資訊網
<http://hlepb.clweb.com.tw/recycleHL/default.asp>