

能源與材料科技系 實務專題論文

廚餘有機肥資源化探討



指導老師：施榮安 老師

能材三乙 BB102080 鄧玄珮

能材三乙 BB102072 花緯紘

能材三乙 BB102094 謝子璿

能材三乙 BB102507 陳浩哲

修 平 科 技 大 學

中華民國 105 年 5 月 25 日

致謝

在這專題的實行中很感謝 施榮安 老師，從我們對堆肥完全沒有概念的狀況下，施榮安 老師提供了相關資訊及資料，使我們對堆肥慢慢地上手，而 陳志義 老師幫助我們購買需要的材料及藥品，還提供我們許多的建議，使我們將堆肥的實驗做得更加順利。

其實要自製理想的堆肥也需要技術，經過多次的堆肥實驗除了感謝 施榮安 老師借給我們的場地，使我們方便照顧及觀察堆肥的狀況外，更是感謝修平科技大學的能源與材料科技系給了我們挑戰及學習，從專題中完整的學習到廚餘有機肥資源最專業的知識，以及對專題的撰寫我們也很感謝 施榮安 老師、揭由志 老師、黃鵲容 主任細心無私的建議及指導，使我們對專題、實驗及數據整理等都更加進步。

摘要

目前台灣的垃圾量逐年增加，其中廚餘大概佔垃圾量 20~30%。廚餘含水量、鹽量較高，會影響焚化爐使用壽命，且廚餘成分複雜，焚燒後會造成空氣污染。因此提出改善廚餘問題，並加以應用，亦可成為重要資源。

除了自製廚餘堆肥外，也將與化學肥料做比較，以替代化學肥料，並且有效改善環境垃圾量。

實驗是要了解市面上的肥料跟運用生廚餘作的有機肥有何不同，利用各項實驗及檢驗，來探討市面上的肥料跟廚餘有機肥對蔬菜的影響差別，首先收集廚餘，再利用三明治堆肥法把菌種、廚餘、土壤，經過一段時間後，廚餘肥完熟，就可以利用種菜來顯現彼此的不同。

目 錄

第一章、 緒 論	1
1-1 研究動機.....	1
1-2 研究範圍.....	2
1-3 研究方法與目的.....	2
第二章、 文 獻 回 顧 與 探 討	3
2-1 堆肥歷史演進.....	3
2-2 有機材料堆肥的原理.....	7
2-3 堆肥過程之變化.....	10
2-4 堆肥之最適條件.....	12
2-5 堆肥材料之種類.....	12
2-6 如何製作堆肥.....	13
2-7 影響堆肥過程中的控制因素.....	14
2-8 堆肥設備.....	17
2-9 堆肥品質檢定之標準.....	18
2-10 堆肥的功效與其生態意義.....	20
2-11 國內有機廢棄物堆肥化處理歷史.....	21
第三章、 實 驗 分 析 與 檢 驗	22
3-1 市售有機肥料與自製堆肥之成分.....	22
3-2 堆肥實驗過程.....	23
3-3 田地栽種說明.....	25

第四章、 實驗結果與討論	26
4-1 實驗數據	26
4-2 堆肥過程及變化	30
4-3 種植成長狀況	32
第五章、 結論	34
參考文獻	35

圖目錄

圖一 有機廚餘堆肥桶	17
圖二 堆肥內部概況	22
圖三 栽種圖	24
圖四 自製堆肥情況第一天	30
圖五 堆肥發酵	31
圖六 第一周化學肥料種植	32
圖七 第一周自製肥料種植	32
圖八 第二周化學肥料種植	32
圖九 第二周自製肥料種植	32
圖十 第三周化學肥料種植	32
圖十一 第三周自製肥料植	32
圖十二 第四周化學肥料種植	33
圖十三 第四周自製肥料種植	33
圖十四 第五周化學肥料種植	33
圖十五 第五周自製肥料種植	33

表目錄

表一 有機質肥料成分規格表·····	18
表二 施用自製堆肥的菜苗高度·····	26
表三 化學肥料的菜苗高度·····	26
表四 堆肥原料成分·····	27
表五 堆肥原料用量·····	27
表六 自製堆肥水分含量·····	38
表七 自製堆肥 pH 試紙檢測結果·····	29

第一章、緒論

1-1 研究動機⁽¹⁾

由於民生富裕與國人之飲食習慣，國人日常生活所產生的垃圾中，含有極高比例的「廚餘」，約佔一般家庭垃圾量的二至三成，造成掩埋場或焚化廠的沉重負擔。此部分若能回收再利用，不但可減輕垃圾處理壓力，並降低垃圾掩埋場臭味與滲出水之污染，以及紓緩垃圾焚化廠廢氣排放問題。

近年來，由於社會不斷進步，使得台灣地區之廢棄物問題日趨嚴重，其中廚餘一直是廢棄物處理中令人頭痛之問題，因此，若能將廚餘作有效之處理，將能減少環境問題。在垃圾資源回收工作方面，台灣地區已推動實行多年，其成效也日益呈現，但對於佔垃圾量較大的有機廢棄物，並沒有一個較為完善的措施。廚餘回收主要分成兩大類：其一為將廚餘回收用於餵養豬隻，另外就是運用於各種方式將廚餘製成堆肥。若以廚餘餵養豬隻，對於養豬業者而言，可以節省大量的飼料成本支出；就環保的觀點來說，也的確有助於減少垃圾問題。但從公共衛生的角度來看，廚餘的來源複雜，衛生品質欠佳，將廚餘回收用於餵養豬隻，若是對於餵豬的廚餘未能處理妥善，可能會使得豬隻有導致豬瘟、口蹄疫、肺結核及沙門桿菌等人畜共同傳染疾病之風險。然而，有機廢棄物如果能以堆肥之方式處理，

不僅能減少垃圾量，亦可提高掩埋場的壽命及降低焚化廠產生戴奧辛的可能，且產生的有機肥料更可豐富日漸枯竭的土地，改善耕地肥沃的不足現象。如此將垃圾變成資源之兩全做法不失為處理有機廢棄物之可行方式。

1-2 研究範圍

本研究的範圍在於探討廚餘所自製堆肥的肥沃度及應用於種植植物生長之成果與化學肥料做比較。

1-3 研究方法與目的

本研究就是要探討如何運用自家的廚餘去做一個有機肥，而我們就是把市面上一些常見的生廚餘做一個廚餘肥的動作，內容物是茶葉、水果皮、雞糞、培養土，還有市面上的肥料"JR" 台塑有機肥 2 號，而成份有：豆粕菜子粕、芝麻粕、肉骨粉、魚粉... 等，沒有提供加的比例，利用這兩種肥料做比對，看利用不同肥料所種植的植物外觀有何優劣。

第二章、文獻回顧與探討

2-1 堆肥歷史演進⁽²⁾

肥料二字起源于近代，在中國古代文獻中稱肥料為糞，如土糞、皮毛糞等。甚至以植物作肥料也稱糞，野生綠肥稱草糞，栽培綠肥稱苗糞。施肥稱為糞田肥料的應用和施肥技術經歷了一個發展的過程。先秦至魏晉南北朝《詩經·周頌》中有“荼蓼朽止，黍稷茂止”的詩句，說明周時已認識到雜草腐爛後肥田作用。《禮記·月令》說利用夏季高溫和降雨滙腐雜草，“可以糞田疇，可以美土疆”，《孟子》說“百畝之田，百畝之糞”《荀子》說“多糞肥田”等，秦、漢以前肥料已受重視。

到了漢代，農家肥源迅速擴大。據《汜勝之書》記載，當時混肥（廁所人糞尿）、圈肥（牲畜糞肥）、蠶矢（蠶糞）及其他排泄物、碎骨等肥料種類大大增加。在施肥方法方面，基肥、種肥和追肥的施用已分別進行。基肥有的是大田漫撒，有的是在區田中集中施用。播種時採取帶肥下種的溲種法；還用蚕矢和人糞尿腐熟作追肥施于麻田等。對於各種施肥方法的作用當時文獻中也有論述。

魏、晉、南北朝時期的突出成就是從過去簡單地利用野生綠肥發展到栽培綠肥。西晉《廣志》稱“苕草，色青黃，紫華，十二月稻下種之，蔓延般盛，可以美田”，這是人工栽培綠肥的最早記載北魏《齊民要術》進一步

肯定了綠肥的增產效果和它在輪作中的地位。指出“凡美田之法，綠豆為上，小豆、胡麻次之，……其美與蠶矢、熟糞同”。當時綠肥的栽培利用遍及南北各地，從大田種谷到種瓜、葵和蔥等都用綠肥作基肥，並知桑田間作綠肥作物如綠豆、小豆和芡青之類，可改良土壤和使桑樹生長良好。

施肥技術的進步，反映在蔬菜生產上，是《齊民要術》總結的“糞大水勤”；在果樹生產上也已知桃樹增施熟糞，可提高桃子品質。還首次出現了利用牛糞製造堆肥的“踏糞法”的記載。

宋，元時期這一時期的重大進步是對合理施肥重要性的認識。南宋農學家陳旉提出：“若能時加新沃之土壤，以糞治之，則益精熟肥美，其力常新壯矣”，他還闡述了“用糞得理”和用糞如用藥的道理。到了元代，王禎又用“糞壤”概括了施肥改土的作用，說：“糞壤者，所以變薄田為良田，化礮土為肥土也。”

這一時期的肥料種類也顯著增加，新出現的肥料有河泥、麻枯（即芝麻餅）以及無機肥料石灰、石膏、食鹽和硫磺等。為了做到合理施用，當時提出：低田水冷，施用石灰，可使土變暖，有益發苗；作肥料，種田施用麻枯和火糞最佳，但不可用大糞，尤忌生糞澆灌；種芝麻，用驢法生糞可生熱御寒；種百合和韭用馬糞尤為適宜；種山藥，忌人糞尿，宜牛糞、麻枯等。多次追肥方法也首倡於這時。在果樹施肥方面，南宋時柑橘已實

行冬、夏各施一次肥料。

在肥料種制和加工方面，宋、元以來出現了河泥種制、餅肥發酵、燒土糞和漚肥等新方法。為了保存肥效，還創建了設在農舍附近的糞屋和設在田莊的磚窖等種肥、保肥設施。

明、清時期這一時期肥源進一步擴大肥料種類由宋、元時代的大約 60 多種發展到 100 多種，“知本提綱”將它們歸納為：人糞，畜糞、草糞、火糞、泥糞、蛤灰糞、苗糞、油粕糞、黑豆糞、皮毛糞等十種類。當時在冷水田插秧時常用骨灰蘸秧根，認為骨肥有發苗作用。餅肥在宋、元時主要為麻餅和豆餅，明、清時期已有菜子餅、大眼桐餅、烏柏餅、芝麻餅、棉子餅、楂餅、菜菔子、豬干豆餅等。綠肥種類增加尤多，常見的有苕饒（黃花草）、大麥、蚕豆、綠豆、胡麻、油菜、蘿蔔等。無機肥也增加了黑礬等種類。雜肥如蠶沙、魚腥水、洗米水、稻糠、酒罐頭泥等則在大田作物和果樹、蔬菜、花卉、竹木以及藥用植物等的栽培上都有施用。

人類文明發展以來，在農業時代的社會中，回收自然資源再利用這點是可取的，農業生產方面就可結合運用，例如傳統的堆肥法有堆糞法、窖糞法，最常見的是將收割後的稻草鋪在田間放火焚燒成灰，農民為了恢復地力，會將收穫後的勝於作物渣堆放於田間，在是用自家的禽畜糞尿，調整成肥料。將作物殘渣、禽畜類排泄物等有機廢棄物回歸農田使用，即是

用這些東西做為肥料，化腐朽為神奇，作為增進農田地力的來源，若使用堆肥法處理，可俱備成本花費較低、技術性上較不要求、環境衝擊性降低的優勢，各國爭相發展極力推廣，加以促進廢棄物資源循環利用，發現垃圾製成堆肥品質不佳遭受停產，利用禽畜糞便發展有機農業，獲得健全農業生態環境。

2-2 有機材質堆肥的原理⁽³⁾

堆肥，大致上是指利用微生物分解廚餘中有機小分子的養分，讓微生物有適合的環境及良好活動，並供給土壤及植物吸收利用，微生物與人相同，需要有食物、水和空氣才能生存。

影響堆肥的主要因素有六項分別為微生物，溫度、水分、氧氣、pH 值及營養成分則會對微生物活動造成影響，其中微生物分解有機質過程中需要氧氣，要適當送風供給，堆肥的過程中，微生物分解有機物將產生熱量，通常放熱反應會讓溫度達到 60°C 以上，並流失水份，當有機物分解穩定，醱酵趨於靜止後，溫度將回復至約 30°C 左右，此時水份亦已下降至總含水率約低於 45% 以下。

水分方面，利用廚餘製造堆肥時，堆積物裡的含水率是最重要的關鍵，一般微生物含水率 40%~70% 時，適合於好氧微生物之活動，尤其是在堆肥過程中，以 60%~70% 最佳，低於 40% 時則發酵會被限制，而高於 70% 時會產生厭氧狀態，而這時厭氧微生物會開始活躍。

氧氣方面厭氧微生物分解堆積有機物時，分解率非常低，而好氧微生物之分解率是厭氧微生物的 10 倍以上，因堆肥過程中主要為以好氧微生物的分解作用，因此在堆肥過程中空氣必須流通，以供給氧氣。

pH 值方面，微生物對此變化較敏感，通常分解有機物時，如果在中性

之環境下，分解速率較為旺盛而趨酸性時分解活力則會減弱，通常堆肥過程中容易遇到酸性太強的情況，在此情況下可藉由加入適量石灰來提高 pH 值，改善微生物的生長環境。

營養成分方面，發酵基質中含有木質素、纖維素、半纖維素、澱粉、多醣類、蛋白質等成分，而其中木質素最難被分解，纖維素、半纖維素次之，而澱粉、醣類、蛋白質等較容易被分解。

微生物的食物，需要含碳量高的東西和含氮量高的東西。微生物的成長需要這兩種的營養：碳是用於提供能量與組成微生物身體的要素，氮是組成蛋白質的材料，微生物要均衡地吸收兩種元素，即所謂的碳氮比，於 30:1 至 25:1 範圍間。如果吸收的氮量比碳量少，微生物將無法合成蛋白質，成長將會減緩；如果吸收的氮量大於碳量，微生物會快速生長，但沒用完的氮會以阿摩尼亞的形式釋放出來，就會產生臭味，將氮浪費掉了。

還有，水量控制是為重要的一環。假如微生物水太少，成長會變緩慢；但如果水太多，將阻礙空氣的進入。有空氣的情況下，微生物可將有機質氧化分解以獲得能量及營養，過程中會產生二氧化碳；如果缺少氧氣，分解過程就會變成厭氧分解，將產生有臭味的氣體，如硫化氫之類。

過程中微生物繁殖與代謝有機物會產生高溫，造成病原菌消失、害蟲、蟲卵和雜草種子等等皆是，有機質材料的形狀和性質消失，成為鬆軟、細

緻、黑褐色、略有泥土芳香味的有機質，即所謂的堆肥，堆肥成功的條件，碳與氮這兩者的平衡，另還有空氣與水的平衡，堆肥的大小，若過於小堆，熱量較會散失，不易發熱；堆肥過於大堆，空氣不易滲透到內層，產生空氣不足，堆肥材料的顆粒大小，若顆粒過大，表面積相對較小，分解速度慢；顆粒過小，空氣不易進入，也產生空氣不足的問題。

碳氮比方面常見堆肥物料的碳氮比指為富含碳與氮的材料，分為兩者：放置過久不變的東西，即為富含碳，如稻草、木屑、落葉、紙張，放置時間短就迅速腐爛發臭的東西，即富含氮，如水果、魚、肉、排泄物等，部份材料碳氮比接近 30:1，這種材料就可以做堆肥了，如：水生植物、剛割下的草、草食動物排泄物、中藥渣等。

2-3 堆肥過程之變化⁽⁴⁾

在堆肥過程中，微生物分解有機物質後，會放出熱能、二氧化碳及水，然後轉變至一較穩定的狀態，成為最終產物—堆肥，期間得溫度變化，是堆肥腐熟程度的指標。整個過程所需時間即到達的溫度，視乎各種條件是否能配合，在最理想的環境下，會出現三種階段：

(1) 第一階段：中溫期

原物料剛開始被分解階段，中溫細菌會分解易溶於水及易於降解的物質，快速產生熱能，另堆肥溫度迅速上升，此階段溫度介於 25-45°C 之間。

(2) 第二階段：高溫期

當溫度超過 50°C 時，中溫細菌會逐漸被高溫細菌取代。它們的部份可在高溫至 70°C 的環境下工作，但溫度超過 65°C 後，太高溫會把部份微生物殺死，限制了堆肥的速度。故最好能翻動堆肥，引入空氣，這樣可將外圍較冷物料翻至中間，並將中間搬到外圍，以保持溫度於 50-60°C 左右。但若相反，如果堆肥升溫有困難，則要考慮各種的保溫方法，特別是體積較細的堆肥。當溫度進入 55°C 或以上時，大部份的病原體均會被消滅。

在高溫期內，蛋白質、脂肪、複雜的碳水化合物如纖維素等高能量物質的分解會加速，當堆肥中間得物料逐漸被分解後，細菌工作的速度便會慢下來。故翻動堆肥易可提供更多的氧氣，即將外圍分解較慢的新鮮原料

翻到中間，讓微生物可以繼續工作。到在沒有足夠的新鮮物料供應給高溫細菌消耗時，堆肥的溫度便會慢慢降下來，然後在由中溫細菌及其他生物接棒繼續剩下的分解工作。

(3) 第三階段：冷卻期 / 成熟期

當沒有足夠的新鮮物料供細菌分解消耗時，堆肥溫度便會慢慢降下來，當溫度降至 45°C 或以下時，中溫細菌及其他生物可在堆肥生存，繼續工作。隨著分解工作逐步完成，溫度會繼續下降，直到一個穩定水平，進入腐熟狀態。此時的堆肥會散發出一股泥土氣味，顏色呈深咖啡色，可與泥土結合，提高養份給於植物，這階段時間越長越能得到較腐熟的產物，一般最好待三至四星期後才使用。

2-4 堆肥之最適條件⁽³⁾

製造堆肥須先收集適當材料，如稻草、莖蔓、野草、樹木落葉或是禽畜糞便等，然後將其適當混合，並添加適量的氰氨化鈣，促其發酵，然後覆蓋上破蓆、破布、稻草…等來避免肥份喪失。

堆肥最好置於堆肥舍。若無堆肥舍也可使用露天堆肥，但必須選擇適當地點，以免因日曬、雨淋及風吹，導致礦物質溶失。

2-5 堆肥材料之種類⁽³⁾

有些原料較難處理，可選擇一般含氮較高的菜莖、果皮、雞蛋殼；含碳較高的有報紙、草碎、樹葉和紙碎等等。動物方面如魚骨粉、肉骨粉，其他還有植物渣粕、黃豆粕，甚至雞糞、牛糞、豬糞。也有些容易引起麻煩的原物料如：油脂、肉碎、骨頭、餐飲業的食物殘渣和奶類食品等，容易滋生病菌，而且會不斷發出惡臭，還常吸引動物老鼠等來當三餐。結了種子的野草會把種子留在堆肥中，藉此用來散播。有病蟲得植物，會有機會因此留在堆肥外圍較低溫處，病菌得以生存下來把病菌傳播。松針帶酸性，含大量油脂的物料，會影響細菌分解工作，顧不適合多用。

2-6 如何製作堆肥⁽⁵⁾

將適當碳氮比的不同源物料收集好，切碎或撕碎至理想大小。將不同源物料一層一層的放入準備好的堆肥容器，也可事先將所有原物料均勻攪拌後，然後放入。如果想每層的厚度較均勻，可先將物料擴散鋪開從邊邊開始漸漸放入中間。為確保有適量的水份，可用手輕壓堆肥，介於乎有水擠出與無水擠出之間，像是扭乾的海綿一樣，代表已經達到理想濕度。最後的一層需鋪蓋一層約 5 厘米的泥土或厚布，以保溫並減少水分散失。之後與物料接觸，為了避免細菌感染，可戴上口罩和手套。

堆肥應該會在數天後開始升溫，這時便需要將堆肥翻動，以便將外圍的原料翻到中間較熱的部份，亦將中翻到外圍，使整個堆肥的熟腐較為均勻。之後每 1-2 星期把堆肥翻動一次，以確保有足夠的氧氣使堆肥完全腐熟。多數人對堆肥中得微生物，不會產生過敏反應。但是免疫系統較弱者及患有氣喘或企管相關疾病的人，應該避免翻動堆肥堆。

2-7 影響堆肥過程的控制因子⁽⁵⁾

一、適合堆肥物質：

(1)食物渣滓。

(2)殘枝落葉。

(3)天然的木材。

二、不適合堆肥物質：

(1)經化學處理過的產品。

(2)塑膠不可分解產品。

(3)金屬、玻璃

三、堆肥過程的控制因子：

(1)堆積的大小

正確的堆肥大小，視堆肥的方法而定。過大的堆積，會使得堆積的濕度、結構、通風、及溫度上難去調節，而產生的氣味也更難以管理。因此堆積成數個一小堆，比一大堆還要容易管理。

(2)堆肥原料

物料越細，其表面積的總和會愈大，能夠接觸的空氣與微生物便會

越多，分解速度因此會變得越快。但必須留意一點如果將原物料切得太細碎，造成物料碎塊中間的空隙減少，導致堆肥過於結實，透氣性若下降，促使缺氧，堆積的中心變成厭氧狀態，以致當翻堆時，會產生味道。最好能把原料切成小於 2 英吋的大小。

(3) 溫度及氣流

堆肥過程效率的關鍵，若這兩個條件沒有控制好，不僅堆肥速度會緩慢下來，翻堆時也容易產生異味。由於微生物在分解有機物的過程中會產生熱，因此一個新的堆肥堆會被加熱到近 130°F，然後在微生物的營養物、以及溼度與氧氣逐漸耗盡之時，隨之冷卻下來。隨著分解的進行，堆積也會逐漸穩定下來。適當的翻堆，可以使營養物重新混合均勻，並重新建立堆積的結構。夏季高溫時，堆肥溫度容易到達至理想溫度 50-60°C，但是在冬季時較為困難，因此堆肥時間較花時間。

(4) 濕度

濕度可在翻堆時予以調整。如果濕度過低的話，在風堆列與靜態堆積時，微生物的分解就會停止；但若太高，氣流也會受到阻礙，這可能會使得堆積缺產生臭味。

(5) 熟化⁽¹⁾

熟化是堆肥過程的最後階段，在堆積物經過幾次升溫及冷卻的循環

後，原料因此分解，此時堆肥過程應在熟化堆中緩慢完成。大部分的腐植質是在最後這個階段產生。

(6) 碳氮比⁽⁶⁾

理想的堆肥原料混合物之碳氮比為 25：1 或 30：1，溼度為 50-60%，pH 值介於 6.5-8.5，顆粒大小介在 1/2-1/8 英吋之間，而總體密度於 401b/ ft^3 。

(7) 微生物菌種⁽⁵⁾

微生物擔任有機物分解與堆肥穩定化之重要角色。不同的堆肥材料如能接種適當的微生物菌種，可以加速堆肥發酵，為最有效率之堆肥化堆積法，為維持為生物最適宜之生長條件，使微生物充分的活動繁殖。

(8) 酸鹼值(pH)⁽³⁾

一般有機材料分解發酵的 PH 值容許範圍相當廣，由 pH 3~11 之間均可進行。但以 pH 5.5~8.0 較合適，通常堆肥 pH 值不易由外來添加物而改變，在發酵初期如堆積材料之 PH 過高以導致氮素的揮發，當堆肥完全腐熟食其 pH 值會成進中性或微鹼性。

2-8 堆肥設備⁽⁷⁾

堆肥箱種類繁多，一般而言，通風程度、體積、衛生和耐用度都是重要的考慮因素。

常用的有鐵絲圍網，木箱及有蓋塑膠桶等三類，但各學校可按自需要自行設定適合的堆肥箱來使用。



圖一 有機廚餘堆肥桶

2-9 堆肥品質檢定之標準⁽³⁾

有機質肥料因其材料來源種類甚多，品質參差不齊，為有效管理有機質肥料，農業委員會及農林廳自 78 年 7 月起修正公布之『肥料管理規則』將有機質肥料納入管理範圍，並公布有機質肥料品目規格，並經 81 年 6 月及 86 年 2 月分別修訂，目前共分為 26 種品目，逐項規定其保證成分，有害成分及其他規定事項，由業者據以向主管機關辦理登記，由主管機關抽驗，以確保肥料品質。茲將其中若干品質檢定之標準列於表一。

表一. 有機質肥料成分規格表

品名	保證成分	有害成分高限 (以下)	其他規定事項
一般堆肥	1. 全氮 0.6%、全磷酐 0.3%、全氧化鉀 0.3%。 2. 有機質(乾基)60%	銅 0.01% 鋅 0.08%	1. 水分 35%以下， 蔗渣堆肥 40%以下。 2. 須經腐熟醱酵者。
蛋、雞糞堆肥	1. 全氮 2.0%、全磷酐 2.0%、 1 全氧化鉀.0%。 2. 有機質(乾基)40%	銅 0.01% 鋅 0.08%	1. 水分 35%以下。 2. 須經腐熟醱酵者。

<p>混合有機 質肥料</p>	<p>1. 全氮及全磷酐，或全氮及全氧化鉀之合計量 6.0%。 2. 全氮、全磷酐、全氧化鉀 1.0%。</p>	<p>每含 1.0%全氧 量計鎘 0.00008%，砷 0.01%。</p>	<p>1. 固態有機質 40 以%上。 2. 水分 35%以下。</p>
<p>樹皮堆肥</p>	<p>1. 全碳量 40~50%。 2. 碳氮比 20~40%。3. 陽離子交換容量 60 毫當量/100 克。</p>		<p>1. 電導度 4.0 毫姆歐/公分以下。 2. 水分 40%以下。</p>

2-10 堆肥的功効與其生態意義⁽⁸⁾

堆肥可提高土壤中有効磷、鉀、鈣及鎂等生長所需之營養成分，還可使土壤中的有機質增加，而土壤中有充分的有機質有以下許多好處：

- (1)有機質可讓土壤中的物理特性及其團粒構造或的改善，有利於土壤的通氣與排水，土壤保水能力可獲得較多的改善。
- (2)可增加土壤之保肥力，以吸附及交換植物所需之磷、鉀、鈣及鎂等成分，減少營養成分的流失，增加肥料在土壤中之利用效率及持續肥料在土壤中之効用。
- (3)有機質分解後可釋放植物所需之營養要素供作物吸收利用。
- (4)鉗合微量營養元素及提高植物所需營養元素之溶解度與有効性。
- (5)有助於土壤緩衝能力提高，緩和土壤之酸鹼反應，避免產生問題。
- (6)提供土壤微生物活動之動力。
- (7)使天然或人為之毒性物質分解。
- (8)土壤中有充分的有機質，色澤偏黑褐色，有助於吸熱及早春種植。
- (9)土壤有機質含量之多寡即為土壤肥沃及健康與否之指標。

2-11 國內有機廢棄物堆肥化處理歷史⁽⁹⁾

- (1)民國 45 年臺灣省環境衛生實驗所在屏東市設置第一座垃圾堆肥實驗廠。
- (2)民國 66 年全國各地合計興建共 22 處堆肥廠。
- (3)民國 80 年輔導養畜禽農戶及農企業設置堆肥處理設施。
- (4)民國 81 年訂定「禽畜糞堆肥場設置要點」規範禽畜糞堆肥場之申請設置。
- (5)民國 86 年開始，行政院環保署將垃圾處理政策調整為以「源頭減量、資源回收」為優先。
- (6)民國 90 年推動家戶廚餘回收，針對垃圾分類、廚餘分離回收再用擴大辦理
- (7)民國 91 年訂定「禽畜糞堆肥場營運管理要點」，使用禽畜糞及其他農業廢物為主原料。

第三章、實驗分析與檢

3-1 市售有機肥料與自製堆肥之成分

有機質肥料成分：

台塑二號 有機質肥料

豆粕、菜子粕、芝麻粕、肉骨粉、魚粉

全氮 4.5% 全磷酐 2.5% 全氧化鉀 1.5%

自製堆肥成分：

培養土：購自 慶豐 農藥行

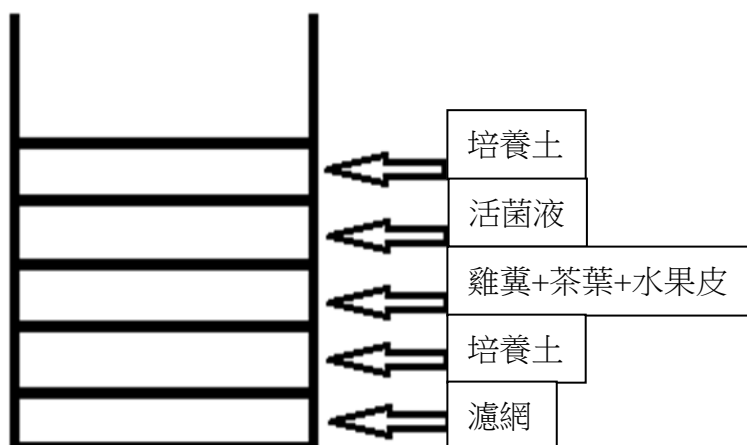
活菌液：購自 慶豐 農藥行

水果皮：蘋果皮

茶葉：自家高山茶

雞糞：自家提供

3-2 堆肥實驗過程



圖二 堆肥內部概況

第一步：

如圖一，先準備一個有濾網的廚餘桶，確定底部有濾網、有水龍頭或是其他機制方便取用底部累積的堆肥液。

第二步：

先把水果皮切碎(這樣可以讓發酵更完全)，每個廚餘顆粒的體積越小，整體的接觸面積就越大，越能方便活菌將之快速分解，縮短廚餘完全發酵成堆肥的時間。分解通常都是由外而內，假如體積太大，將會需要非常久的時間才有辦法分解到較內側的廚餘。此外也可以減少不同層次的廚餘發酵分解有落差的情況，進而影響堆肥品質。

第三步：

先在廚餘桶底部加一層活菌粉，雖然在不使用廚餘堆肥活菌粉的情況下，廚餘也會因為空氣中的雜菌而開始進行發酵，但是通常因為環境中的菌種數量跟種類是我們沒有掌握的，很容易產生惡臭，而使用活菌粉份量的多寡是根據手上累積的廚餘份量來決定的。

第四步：

在加一層水果皮、雞屎、茶葉混合的廚餘。

第五步：

在加一層土壤。

第六步：

在加一層活菌粉，以此類推，加到廚餘桶八分滿時極可。

第七步：

靜置到 15 天~20 天時，如果上層有白色菌絲出現，且出現香味，表示成功，如果沒有以上條件，可重複第二步~第六步。

3-3 田地栽種說明



圖三 栽種圖

1. 肥料到完熟階段之後，先把田地整地，整成一股一股的。
2. 然後每一股依序挖洞。
3. 好了之後灑上肥料(注意:不可以灑太多，不然會太肥，無法生存)。
4. 再來就是澆水，澆完就算是完成初步的下種了。
5. 之後每兩三天來澆水一次(注意:水量依照季節來給水，還有可以在菜上噴辣椒水，這樣可以防止蟲去吃菜，導致菜死光光)。
6. 幾個月後，菜長成了，就可以收成了(因為照顧不當，沒有作防範蟲害措施，導致田地的菜無生命跡象)。

第四章、實驗結果與討論

4-1 實驗數據

表二 施用自製堆肥的菜苗高度

編號	1	2	3	4	5
高度	6.9cm	6.6cm	6.7cm	7.1cm	6.8cm

表三 化學肥料的菜苗高度

編號	1	2	3	4	5
高度	5.8cm	6.0cm	5.3cm	5.4cm	5.4cm

假設堆肥基量為 1Kg

(茶葉+雞屎+水果皮)總水分重=1Kg×水分含量

水份含量=1Kg×46%(含水量)=0.46Kg

乾物重=1(Kg) - 水分重(Kg)=1Kg - 0.46Kg=0.54Kg

全氮量重=乾物重×有機肥中之氮含量(%)=0.54Kg×1.74%=0.0094Kg

全碳量重=乾物重×有機肥中之碳含量(%)=0.54Kg×4%=0.0216Kg

表四 堆肥原料成分

堆肥原料	水分含量	碳含量	氮含量
雞屎+茶葉+水果皮	46%	4%	1.74%
培養土	30%		

表五 堆肥原料用量

堆肥原料	水分重	乾物重	全碳量重	全氮量重	實際用量重
雞屎+茶葉 +水果皮	0.46Kg	0.54Kg	0.0216Kg	0.0094Kg	1.31Kg
培養土					3.43Kg

原料堆肥結果如下：

茶葉取 1 公斤

雞屎全碳量 X+(茶葉+水果皮)全碳量÷雞屎全氮量 X+(茶葉+水果皮)全氮量
=30:1X=雞屎需求重量

混和材料水分重量=(茶葉+水果皮)水分重量+(雞屎需求重量×雞屎水分重)

水分含量=(混和材料水分重量)÷(1+雞屎需求重量)×100%

加入培養土調整水分含量至 60%所需重量：

(混合材料水分重量+培養土水分含量 Y)÷(雞屎與茶葉及水果皮總重量+培
養土水分含量 Y)=0.60:1Y=培養土需求重量

堆肥原料含水量：

表六 自製堆肥水分含量

編號	烘乾前的重量	烘乾後的重量	水分重	水分含量
1	20.38g	14.81g	5.57g	27.33%
2	20.22g	14.77g	5.45g	26.95%
3	20.06g	14.62g	5.44g	27.11%
4	20.15g	14.71g	5.44g	26.99%
5	20.07g	14.73g	5.35g	26.67%
平均	20.18g	14.73g	5.45g	27.01%
標準差	0.11g	0.06g	0.07g	0.22%

堆肥原料水分重=烘乾前重量-烘乾後重量

堆肥原料水分含量=水分重/烘乾前重量×100%

專題實驗過程並依據之前所計算數值：

茶葉:雞屎+水果皮:培養土，整體堆肥之重量配比

1Kg:0.31Kg:3.43Kg

表七 自製堆肥 pH 試紙檢測結果

編號	發酵後 pH 值
1	11.0
2	11.0
3	10.0
4	10.0
5	9.0
平均	10.2

4-2 堆肥過程及變化



圖四 自製堆肥情況第一天

第三天我們觀察堆肥時，堆肥沒有明顯的變化，味道上沒有酸味或臭味，溫度的部分以手測試微微溫感，以溫度計則不好測量，大約溫度為 30°C。

第五天堆肥沒有太大的變化，溫度的部分發現有微微的降溫，約為 29°C 左右。



圖五 堆肥發酵

第八天溫度約為 28.8°C ，溫度不好測量，可能原因為堆肥溫度與室溫接近的關係，外觀的部分有些微的白色物體分佈，因為堆肥處於開始發酵。

第十天外觀的白色分佈物更加明顯，廚餘堆肥的最佳溫度為 $30\sim 40$ 度，而我們實際測得的溫度為 30°C 左右而已。

第十二天溫度為 31°C 左右溫度不高，不易測量，發酵狀況良好。

第十五天觀察是否有異味或臭酸等，味道的部分很淡，因為成功堆肥。

4-3 種植成長狀況

第一周小白菜成長狀況



圖六 第一周台塑二號有機肥種植



圖七 第一周自製堆肥種植

第二周小白菜成長狀況

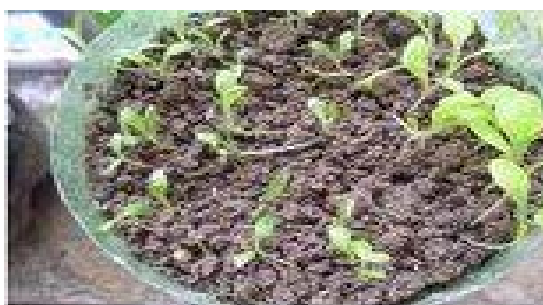


圖八 第二周台塑二號有機肥種植



圖九 第二周自製堆肥種植

第三周小白菜成長狀況



圖十 第三周台塑二號有機肥種植



圖十一 第三周自製堆肥種植

第四周小白菜成長狀況



圖十二 第四周台塑二號有機肥種植



圖十三 第四周自製堆肥種植

第五周小白菜成長狀況



圖十四 第五周台塑二號有機肥種植



圖十五 第五周自製堆肥種植

第五章、結論

藉由此實驗自製堆肥可以了解到，我們身邊所不需要的廚餘要做為堆肥的肥料，也需要符合水分、pH 值、營養成分等條件，符合條件即可成功自製堆肥。例如：蛋殼及水果皮富含了氮肥、雞屎及茶葉富含了鉀肥，這些養分都可為植物帶來成長，亦可取代化學肥料的使用。

用自製堆肥與化學肥料做比較種植小白菜及觀察，種植發現化學肥料種植及自製堆肥種植的小白菜成長過程明顯較快一些，外觀上自製堆肥的小白菜也較好，而數據上自製堆肥的高度也較高，整體上自製堆肥的種植狀況較為優，不過我們認為與選擇的堆肥原料有關，如果選擇我們吃剩的飯菜類做為廚餘堆肥，則製作出的堆肥極有可能會失敗，原因在於過於鹹及水分太多，條件上完全不適合。

實驗觀察中遇到最困擾的問題，就是測量堆肥的溫度，直接將溫度計插入堆肥中測量不易，我們認為可能是我們堆肥發酵的不夠活躍，可能為活菌液的比例稍微顯少，因此沒有發酵完全，使溫度最高只到 30 度左右。

針對自製堆肥與化學肥料的比較，自製堆肥絕對可以取代化學肥料，並可以運用不需要的廚餘進行簡單的處理，以減少垃圾堆積，造成環境負擔等。

參考文獻

1. 行政院環境保護署，“廚餘回收再利用操作管理參考手冊”，
(92)2003
2. 門田幸代，“用廚餘堆肥製作優質土壤”，漢欣文化事業有限公司，2006。
3. 蔡宜峰－有機質肥料之製作及應用－肥品質檢定之標準
http://cc2687.blogspot.tw/2011/06/normal-0-0-2-microsoftinternetexplorer4_15.html
4. 綠田園基金－基礎有機耕種知識
<http://www.producegreen.org.hk/hkone/content/page3a.htm>
5. 蔡宜峰－生物性堆肥之製作實作
http://tdares.coa.gov.tw/files/web_articles_files/tdares/7256/2280.pdf
6. 瀧禾實業有限公司－有機栽培的堆肥撇步
<http://lungho5511.pixnet.net/blog/post/44601888>
7. 喬凱亞有機概念－廚餘堆肥桶產品比較

http://geocarebiotech.com/organic_concept/kitchen-waste-compost/1930

8. 陳炳良，“有機堆肥施用對土壤性質之影響”，國立屏東科技大學

環境工程與科學研究所碩士論文，2003。

9. 台中市政府環境保護局/廚餘回收網