

投稿類別：
農業類

篇名：

去廚存金-校園落葉廚餘堆肥實作

作者：

林志穎。縣立東港高中。高二 3 班
林家弘。縣立東港高中。高二 3 班
蘇育龍。縣立東港高中。高二 1 班

指導老師：
邱廷熙老師

壹●前言：

一、研究動機及目的：

校園植物除了有教育功能外，也有提供樹蔭的休憩場域的功能，更增加透水鋪面的比例。但大量的枯枝落葉，雖然經過學生齊心的打掃，但往往後續處理工作，不是集中堆置，待其漫長又遙遙無期的腐化，否則就得花錢請清潔隊清運，每年承擔上萬元的學校資金，在本校開設的選修課中，地科老師帶領我們開始找尋解決之道，有效利用我們飯後所剩下的廚餘殘渣與枯枝落葉製作有機肥料，把原本普遍認為的兩個主要校園廢棄物-廚餘與落葉，予以資源化，真正落實循環型校園。

二、研究方法：

本篇小論文會先介紹循環型社會的概念，並且整理堆肥的種類與方法，最後提供本校製作有機肥的步驟流程，並在結論提出檢討與未來的展望。

貳●正文：

一、循環型社會之概念：

工業革命後，大自然的資源開採過度，就踏上「從搖籃到墳墓」之路：加工、製造、使用、拋棄、汙染（註 1）。如果我們對資源的態度就是：資源→廢棄物，這樣子的單行道，我們至少需要五個地球，才能撐起我們的需求（註 2）。

舉例來說，糧食是人類生存的必需品，但由於分配不均，而造成某些地區糧食過剩，而衍生出大量廚餘，這些廚餘又有很大一部份被丟進垃圾桶，進入焚化爐，但廚餘殘留的水分則會降低焚化爐燃燒的溫度，使燃燒垃圾不完全，一旦低於 850°C，就容易產生世紀之毒—戴奧辛（註 3）。

因此，改變資源變成廢棄物這種單向的走法，勢必改變為循環的型態，做到「從搖籃到搖籃」，即找出廢棄物價值，予以資源化，包含以下作法：（註 4）

- （一）抑制產源：製造出耐久商品，長期使用，並且不任意丟棄。
- （二）重複使用：經由適當的處理，讓使用過的物品可再重複使用。
- （三）回收：將廢棄物進入資源回收系統。
- （四）適當處置：最後將不能作為任何回收利用的物品進行適當的處理。

二、何謂堆肥：

堆肥是一種利用含有營養成分的動植物遺體（ex:枯枝落葉、貓狗屍體）或人畜的糞尿，加上土壤和礦物質混合堆積，在溫度和濕氣高的條件下，經過發酵反應、微生物分解而製成的有機肥料（註 5）。

堆肥所含營養物質比較豐富，同時有利於促進土壤結構的形成，能增加土壤含水、保溫、透氣、保持營養的能力，而且可與化肥混合使用，又可彌補化肥所含養分單一，如果長期單一使用化肥，會使土壤變硬，保水、透氣效能減弱。由於有機肥的堆製材料、堆製原理、肥分的組成及性質和厩肥相類似，所以又稱人工厩肥（註 6）。

三、有機肥和化學肥的比較

有機肥料與化學肥料，從源頭到使用頻率，到地力的影響，都非常不一樣，整理兩者差異如下表所示，並分述如下（註 5）：

表 1 有機肥與化肥的比較（自行整理）

比較項目	有機肥料	化學肥料
來源	較天然	石油提煉
品質	有機質	無機質
多樣化	豐富多樣	單一
含量	量低而溫和	量多而強烈
時效	長	短
對作物影響	提升作物免疫力，真正體質改善	降低作物免疫力，需與農藥搭配
對地力影響	趨於肥沃	趨於貧瘠

- （一）來源不同：有機肥料來源於自然，肥料中沒有任何化學合成物質，長期施用可以改善農產品品質；化學肥料屬純化學合成物質，部分化肥甚至是使用原油提煉，施用不當將會降低農產品品質。
- （二）養分品質不同：有機肥料含有大量的有機質，具有明顯改變土質培養肥料的作用；化學肥料只能提供作物無機養分，長期施用會對土壤造成不良影響，使土壤「越種越饑」，消耗地力。
- （三）養分多樣化不同：有機肥料含有多種養分，所含養分全面而平衡；而化肥所含養分種類單一，長期施用容易造成土壤和食品中的養分不平衡。

- (四) 養分多寡不同：有機肥料養分含量低而溫和，可大量施用，而化學肥料養分含量高而強烈，不可施用過量。
- (五) 養分時效不同：有機肥料肥效時間長；化學肥料肥效期短而強勁，容易造成養分流失，污染環境等。
- (六) 對作物長遠影響不同：有機肥料在生產加工過程中，只要經過充分的腐熟處理，施用後便可提高作物的抗旱、抗病、抗蟲能力，減少農藥的使用量；長期施用化肥，由於降低了植物的免疫力，往往之後需要大量的化學農藥維持作物生長，容易造成食品中有害物質增加。
- (七) 對土壤地力影響不同：有機肥料中含有大量的有益微生物，可以促進土壤中的生物轉化過程，有利於土壤肥力的不斷提高；長期大量施用化學肥料可抑制土壤微生物的活動，導致土壤的自動調節能力下降。

由以上七點可知，有機肥對於土地較友善，對作物的影響更為良性，對於微生物來說，能夠提供適合的環境來與作物共利，因此，提升有機肥在肥料市場的比例，對於氣候變遷與糧食短缺等環境問題的今天，是積極的友善環境作為。

四、製作有機堆肥的種類：

有機堆肥的製作，可分為厭氧與好氧兩類，各有優缺點，我們整理兩者主要項目的比較，如下表所示，並分述如下：

表 2 厭氧堆肥和好氧堆肥比較表（自行整理）

項目	厭氧堆肥	好氧堆肥
菌種	厭氧菌	好氧菌
發酵熟成速度	較慢	較快
使用的容器	密封	開放
適合的地方	室內空間	戶外空間
廚餘量需求	每次廚餘量不多也可以做	需有一定數量的廚餘才能升溫
發出臭味	密封正確不會有味道，但開封的時候有些發酵的酸味。	若操作不當較容易發出異味。
生蟲	只要正確密封不會生蟲	如果經過妥善操作讓溫度升高就能夠避免生蟲
成品	液肥和較為潮濕的堆肥	鬆軟的堆肥
熟成時的酸鹼度	偏酸	中性

(一) 好氧堆肥：

好氧堆肥是在有氧條件下，好氧菌對有機廢物進行吸收、氧化、分解。菌種藉由本身的生理機能，把一部分被吸收的有機物氧化成簡單的無機物，同時釋放出可供菌種生長活動所需的能量，而另一部分有機物則被合成新的細胞質，使菌種不斷生長繁殖，衍生出更多生物體的過程（註 9）。

(二) 厭氧堆肥：

厭氧堆肥是在無氧條件下有機物料的分解，厭氧分解最後的產物是甲烷、二氧化碳和許多低分子量的中間產物，如有機酸等。厭氧堆肥於好氧堆肥相比較，單位質量的有機質降解產生的能量較少，而且厭氧堆肥通常容易發出臭氣（註 10）。

五、本校作法及優缺點

(一) 本校作法

由前述可知，在開放、通風的校園環境，適合施行好氧堆肥，因此，我們在學校嘗試將理論化為實際，雖然不輕鬆，但經過各單位協調，已經將問題修正至適當步驟如下。

我們先與外掃區的班級合作，收集那些他們掃來的枯枝落葉，再利用落葉絞碎機將掉落的樹葉和樹枝攪碎成較小的碎片（圖 1），並集中堆置為土（圖 2），不但大量減積，也利於增加發酵過程的接觸面積。



圖 1 落葉破碎，減積又增加利用率



圖 2 落葉粉集中堆置為土

另外，過去教師辦公室的廚餘常常需要拿去回收場進行回收，不但要耗費人力且離回收場有一段距離，於是我們改變作法，把廚餘收集起來作為堆肥的原料。

我們將教師辦公室的廚餘加上破碎過的落葉粉，放置於坊間販售可以自動攪拌的電子廚餘機（即電子豬，圖 3、4），大約經過一晚的時間來讓落葉裡的菌種充分發酵，隔天再將部分發酵過的初肥（圖 5）移至通風良好的陰涼處使其慢慢的形成有機肥，並保留至少一半的初肥留在機器內，以保存菌種與酵素的長存。



圖 3 電子廚餘機



圖 4 加入落葉粉與廚餘



圖 5 一夜之後，形成初肥

移出的初肥，因為還需要至少數週時間來腐熟消化，所以我們移入第二發酵區：滾筒式堆肥桶（圖 6），也因為我們採用的是好氧堆肥，所以第二發酵區的場所必須為通風處，並且每日除了加入新產出的初肥，也同時翻滾數圈，使其充分發酵及消化，待其半滿之後，將製成的有機肥過篩利用即可（圖 7-9），在校園中撒入土壤中就可以讓植物吸收有機肥中的養分而長得更加茁壯。本校堆肥簡易流程，總結於圖 10。



圖 6 滾筒式堆肥桶



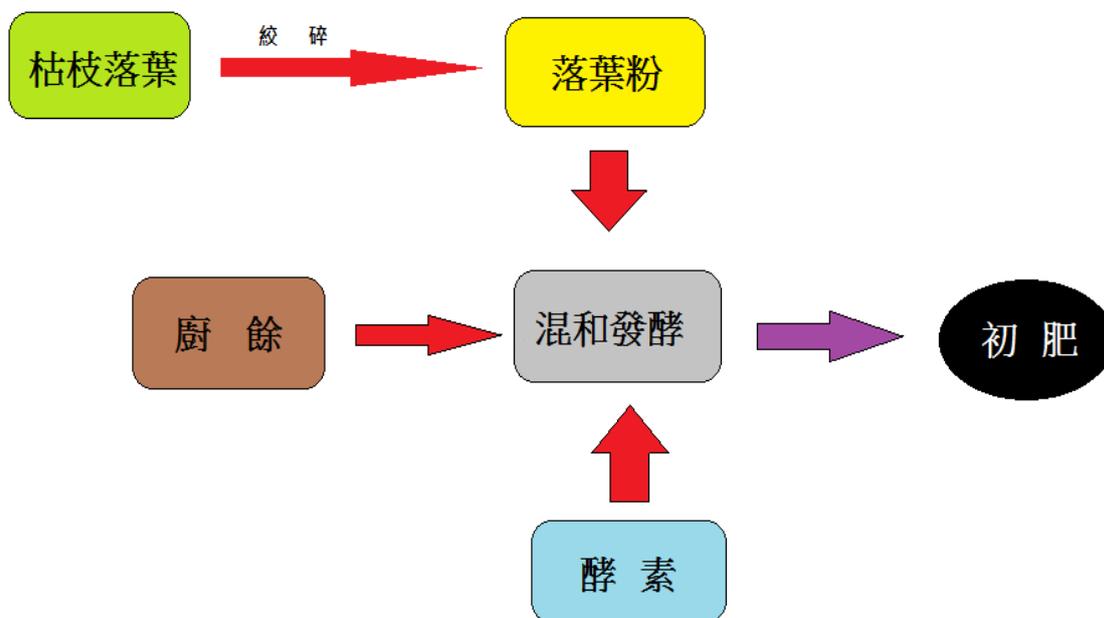
圖 7 將半熟肥集中



圖 8 將半熟肥過篩



圖 9 有機肥成品



(二) 優缺點：本校有機肥製作有以下優缺點，分述如下：

1、優點:

如果廚餘不能資源化，而將廚餘倒進垃圾桶而送往焚化爐中，其中所含的水分會降低焚化爐燃燒溫度，使含有大量塑膠製的垃圾燃燒不完全而產生戴奧辛，但透過有機堆肥的方法，可以將無用的廚餘落葉轉換成有機肥料，且相對於現代廣泛使用的化學肥料更對環境無害，還可以省下運送落葉和廚餘的人力及金錢，可以教育學生建立永續環保發展的意識。

2、缺點:

有機肥的製作過程需要的時間長，且堆置處常常孳生蚊、蠅、蛆等。由於電子豬的容量狹小，單位時間所產出的有機肥量少，只能提供占地較小的農地花園。而落葉需要定期的絞碎堆置，所耗的人力資源相對較多。所以此種堆肥只適合校園、家庭等小單位。

六、未來發展與經濟效益

在一學期的課程中，發現經過破碎後的落葉碎片和廚餘混合後，經過一連串的發酵能製作出有機肥，一方面可以有效利用廚餘，另一方面可以省下落葉處理開銷，這種廢

物利用的方法不但一舉多得，更符合現在大家推廣的環保議題。方向既然正確，就值得繼續走下去，因此我們在此提出製作有機堆肥在未來的展望。

(一) 未來發展：

有機肥料富含有機物質和作物生長所需的營養物質，不僅能提供作物生長所需養分，改良土壤，還可以改善作物品質，提高作物產量，促進作物產量穩定且提高，保持土壤肥力，同時可提高肥料利用率，降低生產成本。充分合理利用有機肥料能增加作物產量、培養地力、改善農產品品質、提高土壤養分的有效性。因此，在我國推廣應用有機肥料，符合「加快建設資源節約型、環境友好型社會」的要求，對促進農業與資源、農業與環境以及人與自然和諧友好發展，從源頭上促進農產品安全、清潔生產，保護生態環境都有重要意義。隨著人民生活水平的提高，居民對安全衛生無污染的有機、綠色食品的需求不斷增加，廣大農民迫切需要施用有機肥來提高農產品的市場競爭力。

(二) 經濟效益：

有機堆肥如果有大量而穩定的供給，且符合各項條款的規定，可向相關單位申請登記後，流入市場進行銷售，在實地訪價後發現，即使以目前學校僅少量製作，每天也可產出約 1 公斤的初肥，每年粗估約有 75000 元的市場價值。有機肥不但符合永續發展的目標，而且對土壤多方面的益處比化學肥還多。

可惜的是，校園實施礙於無相關權責單位及寒暑假等原因，無法穩定供應市場需求，且無多餘的空間、經費設立肥料製造產房，所以無法登記進行銷售，但我們除了可以在校園直接利用有機肥，更可以開放給附近居民免費但有限量的取用，藉由推行本校作法，讓社區環保行動更容易推行，且對本校環境保育方面的教育方向有更明確的體悟。

參●結論：

現在環境汙染的程度已經愈來愈嚴重，產生的廢棄物的數目更是驚人，我們所思考的，將不再是如何減少對環境的汙染、如何減少資源的浪費、如何減少廢棄物的排放…，而是回到源頭去想，如何從一開始，就像櫻桃樹一樣，縱使繁花落盡，卻依然生生不息。而我們現在所能做的就是像大自然一樣，不斷循環利用，將看似沒有用的物質，轉變成汙染更少、價值更高的資源，就像我們將枯枝落葉、飯後殘羹廚餘轉換成有機堆肥，不但可以提供植物生長所需的營養，更可以減少處理落葉、廚餘的費用，及產生汙染，讓

他們重新散發存在的價值與意義。

肆●引註資料：

1. 威廉·麥唐諾(William McDonough)、麥克·布朗嘉(Michael Braungart)著(2008)。中國 21 世紀議程管理中心譯(2008)。**從搖籃到搖籃**。台北縣：野人文化。
2. 安妮·雷納德(Annie Leonard, 2008)。**東西的故事 (Story of Stuff)**。擷取日期：2015 年 3 月 10 日，取自：<http://www.youtube.com/watch?v=acxI4WEZWak>
3. 環保署。**全民認識戴奧辛**。擷取日期：2015 年 3 月 10 日，取自：http://www.epa.gov.tw/attachment_file/200506/20050622.html
4. 李芸英(2007)。**環境科學概論**。台北市：啟芳出版社。
5. 維基百科(堆肥)。擷取日期：2015 年 3 月 10 日，取自：<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%A0%86%E8%82%A5>
6. 百度百科(堆肥)。擷取日期：2015 年 3 月 10 日，取自：<http://baike.baidu.com/view/328687.htm>
7. 慧聪网(2010/12/14) 有机肥料和化学肥料的特点比较。擷取日期：2015 年 3 月 12 日，取自：<http://info.nh.hc360.com/2010/12/14085592139.shtml>
8. 喬凱亞有機概念農場網頁。擷取日期：2015 年 3 月 12 日，取自：http://geocarebiotech.com/organic_concept/kitchen-waste-compost/2057
9. 百度百科(好氧堆肥)。擷取日期：2015 年 3 月 12 日，取自：<http://baike.baidu.com/view/1605257.htm>
10. 百度百科(污泥堆肥)。擷取日期：2015 年 3 月 12 日，取自：<http://baike.baidu.com/view/2963783.htm>
11. 互動百科(有機肥料)。擷取日期：2015 年 3 月 14 日，取自：<http://www.baik.com/wiki/%E6%9C%89%E6%9C%BA%E8%82%A5%E6%96%99>