

2025 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

□國中組 ■普高組 □技高組 成果報告格式

題目名稱：落葉重生，減碳助淨零
一、摘要
本研究探討落葉堆肥與燃燒碳排對環境的影響並比較二者產生碳排之差異，我們利用問卷調查統計校園落葉半年總重量，比較落葉堆肥與燃燒產生的總碳排放量，並查閱文獻去計算落葉堆肥過程中和燃燒法的碳排放量。另外；實驗中也發現金龜子幼蟲(雞母蟲)比堆肥中其他無脊椎動物對於落葉的有機廢棄物有好的清除效果。)金龜子幼蟲(雞母蟲)比黑水虻對落葉的有機廢棄物有很好的清除效果。校園先採用落葉堆肥的方式產生之碳排放量明顯低於落葉燃燒產生的碳排放量，有效達到減碳永續。實驗結果與假說相符合，因此假設成立。利用落葉堆肥飼養雞母蟲產生糞土可以有效減少碳排放量，將廢物利用已達到永續環境的目的。
二、探究題目與動機
公園、學校等地方總是種植了許多植物，但是植物的落葉總是被當成一般垃圾清掃倒入垃圾車中，最終都進了焚化爐焚燒，更造成了二次公害。這學期外掃區我們班是負責司令台旁的階梯看台清掃，這裡每天都有許多的落葉，掃完後就將落葉放置在堆肥區，但是落葉堆肥會自己消失掉嗎？是甚麼讓它消失掉的呢？有甚麼更好的利用方式呢？隨著碳排放增加，氣候變遷日益嚴重，我們關注如何降低碳足跡並善用廢棄物。校園落葉多被焚燒，過程中產生大量碳排放。我們嘗試研究落葉堆肥，將落葉分解成有機質，提升土壤通氣性與生物多樣性。此外，我們進一步飼養雞母蟲，利用其分解能力加速堆肥，提升腐植土品質。我們將比較焚燒與堆肥的碳排放量，評估此方法在校園中的可行性，以達成環境永續目標，實現廢物再利用。
三、探究目的與假設
(一)研究目的 1.探討校園落葉以焚化法及堆肥法產生碳排差異？ 2.比較找出清除落葉有效率的堆肥中無脊椎生物？ 3.探討將落葉堆肥飼養雞母蟲，是否能有效將落葉廢物再利用，達成永續環境？ (二)變因分析探討： 變因分析一：不同無脊椎動物清除落葉實驗： 操作變因:不同無脊椎動物 應變變因:紀錄清除落葉的重量(g) 變因分析二：清除落葉的碳排實驗：

操作變因:校園落葉清除方式

應變變因:不同落葉清除方式碳排量測量計算

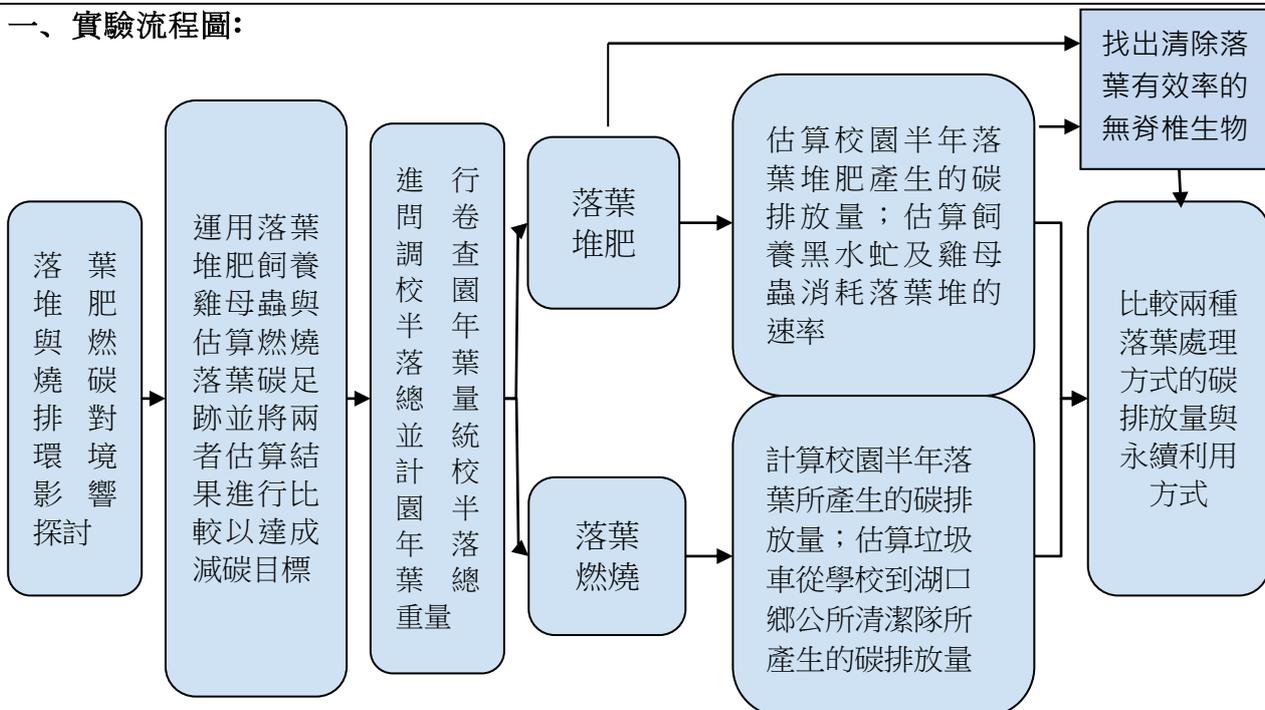
(三)假設

假設一:甲蟲幼蟲(雞母蟲)對落葉堆肥的清除率高於黑水虻幼蟲

假設二:以落葉堆肥再利用方法碳排總量比焚化法少。

四、探究方法與驗證步驟

一、實驗流程圖:



二、實驗使用器材與設備:

智慧型手機、筆記型電腦、白紙、鉛筆、體重機、水桶、飼養箱、落葉、蚯蚓、馬陸、鼠婦、雞母蟲十隻、黑水虻終齡幼蟲、塑膠盒十個、水、秤子、腐植土、掃把、畚箕、篩網

三、實驗步驟:

(一)、統計校園每月落葉總量

1.問卷調查：設計問卷，讓各班級外掃人員填寫每日外掃區落葉桶數

2.分別秤量落葉並計算出一桶落葉重量(烘乾後再秤重)，計算出校園每月產生出的落葉量，並進行落葉堆肥實驗。



圖一、雞母蟲幼蟲飼養(A)蒐集各班外掃區落葉量資訊(B)以一桶為單位紀錄(C)將一統落葉扣除桶種紀錄落葉一桶重量並記錄

(二)、堆肥中無脊椎動物飼養飼養後之落葉腐植質與糞土質相對百分比：

- 1.我們選擇蚯蚓、馬陸及鼠婦與金龜子及獨角仙幼蟲等重之隻數分別以落葉腐植土飼養。
- 2.飼養於 15cm×10cm×7cm 之塑膠盒中。
- 3.飼養前腐植土需先秤重。
- 4.飼養時間：30 日。
- 5.飼養後之糞土(先用篩網過篩，區分出未食之腐植土及糞土)再秤重。
- 6.計算出其他植食性清除者對落葉腐植質與糞土質之相對百分比。

(三)、落葉堆雞母蟲分布的紀錄

層落葉堆肥中無脊椎動物分佈、數量與生物多樣性 (物種下數值為調查的落葉堆肥中的雞母蟲分布位置及隻數)

(四)、雞母蟲幼蟲及黑水虻幼蟲食性分析：

1.黑水虻有機廢棄物清除：

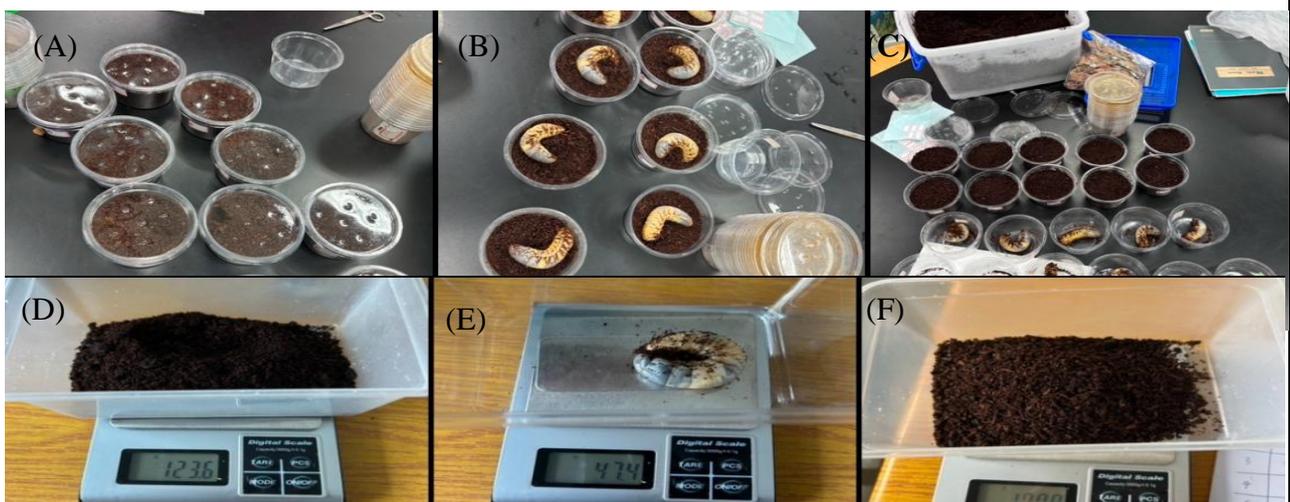
- (1).小塑膠盒蓋子上先開洞保持空氣流通(2).乾燥落葉堆肥、高麗菜每組各使用 10g 並開始以電子秤秤重(3).黑水虻幼蟲秤重 2g 。

2.雞母蟲有機廢棄物清除：

- (1).金龜子幼蟲的乾燥落葉堆肥、(2)高麗菜各秤 50 公克，(3)金龜子幼蟲秤 100 公克(4).每組裡面放一隻幼蟲，每隻進行秤重

3.黑水虻與雞母蟲幼蟲糞便測量：

- (1).把蟲取出(2).糞便烘乾(3).秤重時把空的塑膠盒放入後歸零(4).塑膠盒拿走秤樣本(5).換算出蟲吃掉(清除)的百分比。



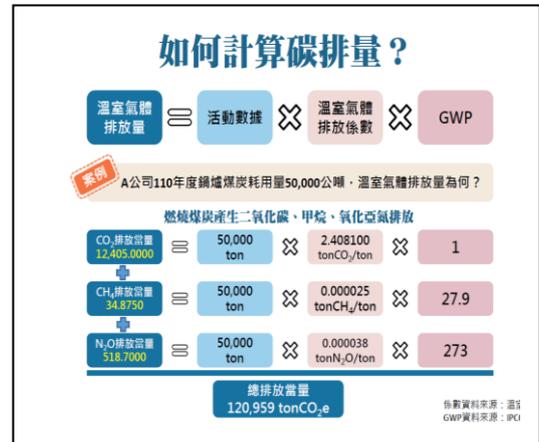
圖二、雞母蟲幼蟲飼養(A) 將雞母蟲放入腐植土的塑膠盒內(B) 秤量雞母蟲重量(C) 將雞母蟲糞便分離並秤量腐植土淨重。(D)~ (F)落葉堆肥及糞土紀錄。

(五)、落葉堆肥中腐食性清除者製造糞土各項測量：

- 1.將十隻雞母蟲分別放入十個裝有腐植土的塑膠盒內 (圖二、A) 。
- 2.秤量雞母蟲重量 (圖二、B)
- 3.將雞母蟲糞便分離並秤量腐植土淨重 (圖二、C) 。
- 4.一個禮拜之後，將以烘乾的樹葉(植食性清除者土肥)進行秤重，將原來的扣除以後就是含水量 (%) 。
- 5.計算雞母蟲兩個禮拜消耗的落葉堆肥量 (圖二、D~F)

(六)、換算與分析：

- 1.計算垃圾車從學校到新竹縣湖口鄉公所清潔隊的距離並依照文獻(產業節能減碳資訊網，2023)資料估算出所產生的碳排放量。
- 2.計算落葉總數並依照文獻資料計算出計算落葉堆肥產生的碳排放量
- 3.計算落葉總數並依照文獻資料計算出燃燒產生的碳排放量



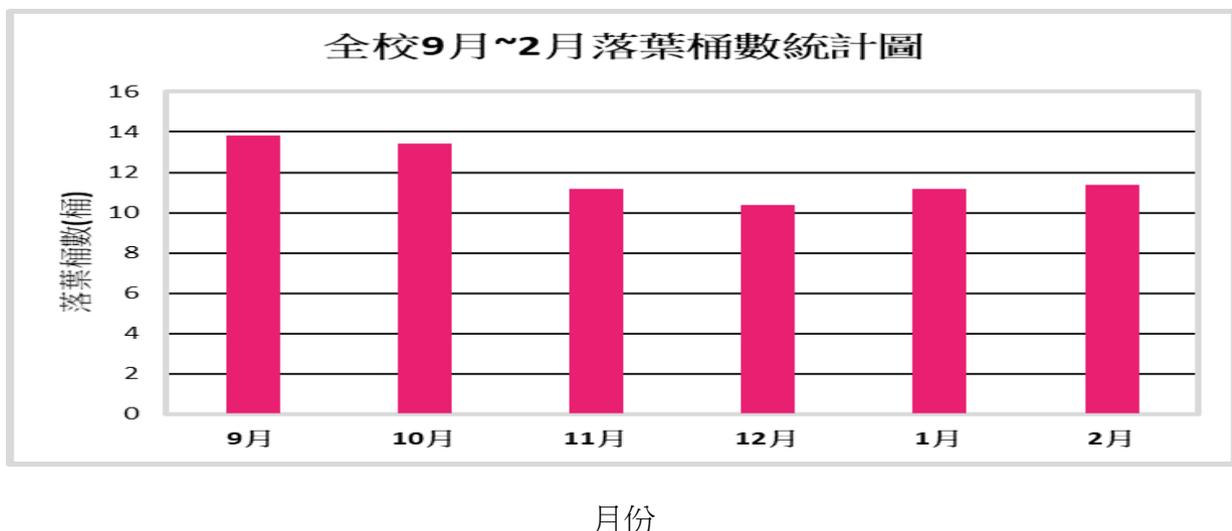
圖三、碳排放相關計算公式(產業節能減碳資訊網，2023)。

四、實驗結果：

(一) 統計校園每月落葉總量

經過半年的各班問卷紀錄統計出：

- (1)乾燥落葉總重量:(4.9 公斤/桶-3.1 公斤/桶)*71.4 桶=128.52 公斤
- (2)潮濕落葉總重量:(12.6 公斤/桶-3.1 公斤/桶)*71.4 桶=678.3 公斤

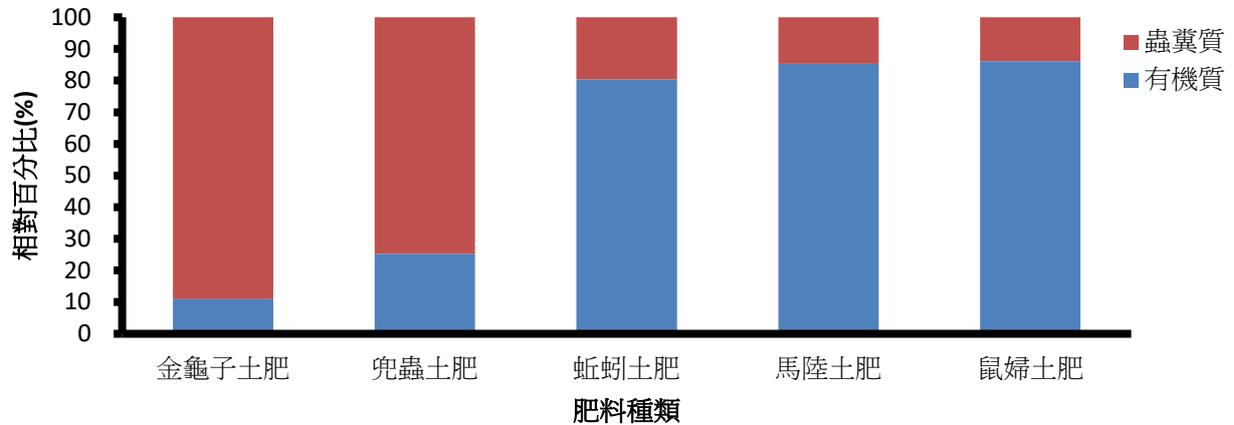


圖四、校園 2024/9 月-2025/2 月各班問卷紀錄統計落葉數量，公式:[一桶落葉重-空桶重(3.1 公斤)]*n=實際落葉量。

(二)、堆肥中無脊椎動物飼養飼養後之落葉腐植質與糞土質相對百分比：

從圖四中可以看出來雞母蟲(金龜子和兜蟲幼蟲)取食落葉腐植土的速率較快，30 天幾乎已將腐植土吃完(金龜子的蟲糞質：有機質約=89%：11%；姬兜蟲的蟲糞質：有機質約

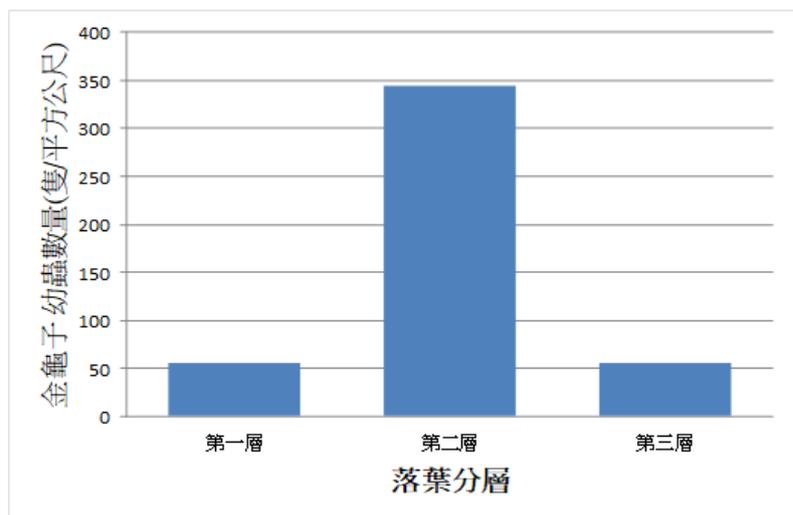
=75% : 25%)，而蚯蚓、馬陸及鼠婦在相同的時間下仍有大多數的有機質殘留：(蚯蚓的蟲糞質：有機質約=20% : 80%；馬陸的蟲糞質：有機質約=15% : 85%；鼠婦的蟲糞質：有機質約=14% : 86%)。



圖五、清除者飼養飼養後之落葉腐植質與糞土質相對百分比(%)。

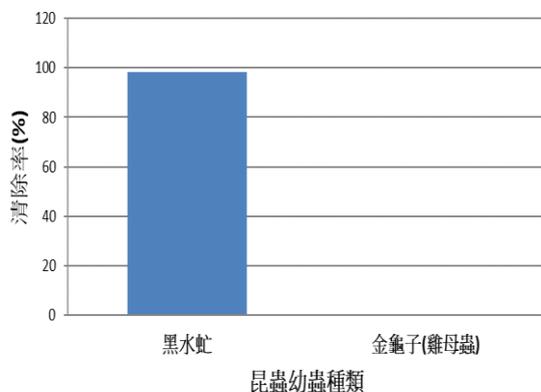
(三)、落葉堆金龜子幼蟲(雞母蟲)分布的紀錄

層落葉堆肥中無脊椎動物分佈、數量與生物多樣性(物種下數值為調查的落葉堆肥中的金龜子幼蟲(雞母蟲)分布位置及隻數，從圖五可以看出在第二層中的金龜子幼蟲數量最多(344 隻/m²)

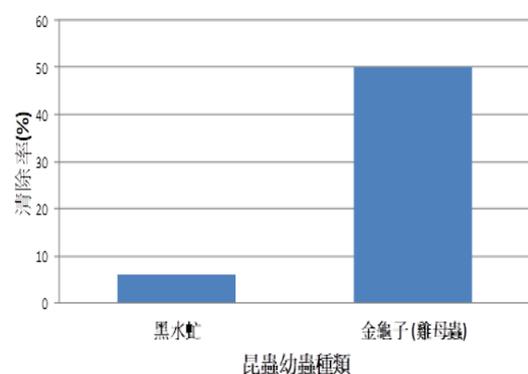


圖六、落葉堆肥中的金龜子幼蟲(雞母蟲)分布位置及隻數，從圖中可以看出在第二層中的金堆幼蟲數量最多(344 隻/m²)。

(四)、金龜子 幼蟲及黑水虻幼蟲食性分析：



圖七、雞母蟲及黑水虻幼蟲取食蔬果廢棄物之清除率。



圖八.雞母蟲及黑水虻幼蟲取食落葉廢棄物之清除率。

從圖七結果中可以看出來黑水虻幼蟲清除蔬果廢棄物之清除率很有效率，達到 98.3%。但黑水虻幼蟲並不取食枯枝落葉的有機廢棄物(圖八)。1 隻雞母蟲 4 周可清除 100 克的枯枝落葉的有機廢棄物，有很高的清除成效(圖八)，但是雞母蟲完全不取食蔬果廢棄物，其清除率為 0，且呈現巨食情形，反而因此體重減輕，甚至造成死亡。

從圖八結果中可以看出來黑水虻幼蟲清除蔬果廢棄物之清除率很有效率，達到 98.3%。但黑水虻幼蟲並不取食枯枝落葉的有機廢棄物(圖八)。1 隻雞母蟲 4 周可清除 100 克的枯枝落葉的有機廢棄物，有很高的清除成效(圖八)，但是雞母蟲完全不取食蔬果廢棄物，其清除率為 0，且呈現巨食情形，反而因此體重減輕，甚至造成死亡。

(五)、估算堆肥落葉及燃燒落葉的碳排放量:

圖九中，CO₂排放當量公式:排放量=活動數據(kg)*溫室氣體排放係數(2.408100 kgCO₂/kg)*GMP

(1)堆肥乾燥落葉排放量:37700kg/16000

kgCO₂e≈128.52kg/x · x≈54.5 kgCO₂e

(2)雞母蟲堆肥排放量:37700kg/16000

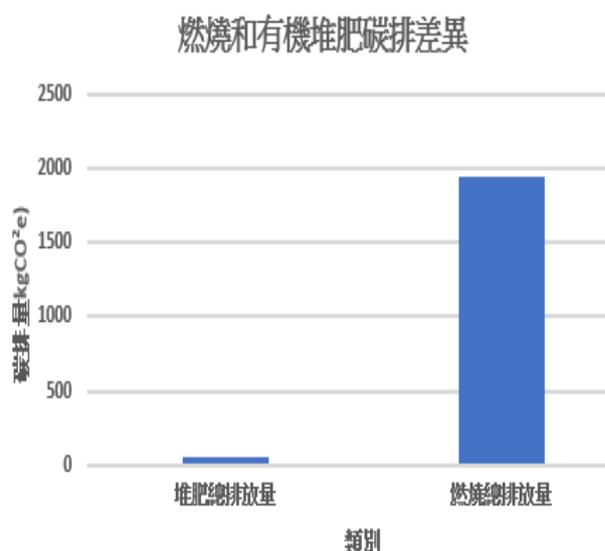
kgCO₂e≈0.40804/x · x≈0.2 kgCO₂e

(3)燃燒乾燥落葉排放量: 0.12852

kg*2.4081*1≈309.25 kgCO₂e

(4)燃燒潮濕落葉排放量: 0.6783

kg*2.408100*1≈1633.4kgCO₂e



圖九. 估算堆肥落葉及燃燒落葉的碳排放量。

五、結論與生活應用

一、研究結論：

- (1)金龜子幼蟲(雞母蟲)比堆肥中其他無脊椎動物對於落葉的有機廢棄物有好的清除效果
- (2)金龜子幼蟲(雞母蟲)比黑水虻對落葉的有機廢棄物有很好的清除效果
- (3)校園採用落葉堆肥的碳排放量明顯低於落葉燃燒產生的碳排放量，有效達到減碳永續。
- (4)實驗結果與假說相符合，因此假設成立。

二、生活應用：腐植土有良好的利用價值，(1)良好的植物種植介質(林，2024)(2)昆蟲產生的糞土成為良好的有機肥料(3)雞母蟲粉添加動物飼料增加動物性蛋白攝取(4)減碳救地球。

六、參考資料

(一)林晉如，2024，【食農教育】落葉變寶藏，如何製作落葉堆肥？國小生教你打造營養土壤的祕密，簡單步驟大揭密！ <https://teacheer.pro/archives/5606>

(二)農傳媒:免費的尚好！落葉變身土壤改良劑 落葉堆肥製作與農地利用 <https://www.agriharvest.tw/archives/96879>

(三)李宗翰，2025，落葉堆肥製作技術 桃園區農業改良場 <https://www.tydares.gov.tw/>

(四)環境資訊中心，2018，大光國小對抗空污！落葉堆肥不送焚化爐

(五)產業節能減碳資訊網，2023， <https://ghg.tgpf.org.tw/>

(六)環境部，2025，如何計算汽車碳排放? <https://www.moenv.gov.tw/>