

# 禽畜糞堆肥品質之研究<sup>1</sup>

毛王杰<sup>2</sup>

## 摘要

毛王杰。2025。禽畜糞堆肥品質之研究。臺南區農業改良場研究彙報 86：133-145。

為了提高禽畜糞堆肥品質，本研究於嘉義縣農會民雄堆肥場，進行堆肥技術流程改善，原料及堆肥品質的定期監測及分析，以改善堆肥品質不穩定的問題。不同堆肥配方及翻堆次數試驗結果，四種堆肥處理後小白菜發芽率，於堆肥 5 週後、6 週後、7 週後及 8 週後，平均發芽率均達到 90% 以上，代表堆肥均已達到完全腐熟成度，其中以處理一，雞糞及木屑 (1:1)，每週翻堆一次的處理平均發芽率最高。各種原料及堆肥之間差異性比較顯示，EC、氮(%)、磷酐(%) 平均值、氧化鉀(%) 以雞糞最高，pH 值、鈉( $\text{mg kg}^{-1}$ )、鋅( $\text{mg kg}^{-1}$ )、銅( $\text{mg kg}^{-1}$ ) 以堆肥的平均值最高。不同月份採樣雞糞變化趨勢結果顯示，EC 值於 8 ~ 10 月期間最高，pH 值變化趨勢較不明顯，鈉、鋅及銅含量以 5 月份為最高，建議加強監測。綜上所述，禽畜糞堆肥可以經過適當的堆肥化處理後，定期監測原料及堆肥的品質，堆肥可以妥善的回歸農田以增加土壤的有機質及各種作物所需的養分，以達到剩餘資材循環再利用、永續農業的目的。

**現有技術：**國內外文獻顯示禽畜糞堆肥可以經過堆肥化流程，產生品質穩定的堆肥。

**創新內容：**本研究透過堆肥化流程比較試驗、定期監測原料及堆肥品質，可增加堆肥品質及安全性。

**對產業影響：**大量處理剩餘資源，經過堆肥化處理回歸農田，以達到剩餘資材循環再利用、永續農業的目的。

**關鍵字：**禽畜糞、堆肥

接受日期：2025 年 9 月 15 日

1. 農業部臺南區農業改良場研究報告第 595 號。

2. 農業部臺南區農業改良場助理研究員。712009 臺南市新化區牧場 70 號。

## 前　　言

全球暖化造成氣候變遷已是目前全世界重要的議題之一，淨零減碳、資源循環再利用亦成為全球關注的共識。若能妥善應用農業、畜牧業產生的大量副產物及剩餘資材，除了可以增加資源循環再利用外，也可以減少對環境的污染及負擔。

臺灣為了推動 2050 淨零碳排的目標，規劃農業部門邁向淨零排放策略分工，共同設立「減量」、「增匯」、「循環」及「綠趨勢」四大主軸，共 14 項策略及 59 項措施，其中「循環」主軸中，「農業剩餘資源材料化與加值再利用」策略項下，設有「推動禽畜糞尿再利用」措施，顯示禽糞廢棄物再利用於未來農業淨零碳排之價值與重要性<sup>(17)</sup>。

近幾十年來，由於工商業的發展，衛生、醫療技術的日愈增進，地球人口不斷的增加，使得民眾的生活水準普遍提高，因此也造成有許多有機廢棄物的大量產出，若未採取適當的處理則會造成空氣、土壤及地下水等環境的污染<sup>(21)</sup>。依據行政院主計總處統計，臺灣 2020 年生物性農業剩餘資材產生量為 4,919.6 千公噸，其中畜產廢棄物則佔有 2,397.5 千公噸，在所有農業剩餘資材中為最大量，佔總量之 48.7%，且大多數為禽畜糞，佔有 2,272.5 千公噸<sup>(18)</sup>。在眾多農業有機廢棄物中，禽畜廢棄物則佔最大宗。以臺灣雞隻養殖數量為例，約有 9,565 萬隻 / 年<sup>(16)</sup>，其中若以蛋雞或成雞每日排糞尿量 0.12 kg (含水分 73%) 換算<sup>(14)</sup>，每年約可產生 1,147.8 萬噸之家禽排泄物。

有機廢棄物由於含水量相對比其他廢棄物較高，若以傳統焚化或掩埋方式處理，需大量的土地和資金的投入，且效果不彰，甚至可能因而降低焚化爐及掩埋場之壽命<sup>(22)</sup>。將有機廢棄物予以資源化是目前解決環保問題的重要策略<sup>(29)</sup>。許多研究指出，若直接將禽畜糞施用於土壤中，其所含之病原菌及無機鹽類將對作物造成危害<sup>(23,24)</sup>，同時也會產生硫化合物及氨氣等臭味，進而污染環境<sup>(21,26)</sup>。

在堆肥化過程中，微生物會進行分解為有機質需消耗大量氧氣，當通氣不足時，硫化物在缺氧情況下無法完全氧化而形成硫酸根離子，因此會形成有惡臭味的硫化物。每當進行翻堆時，堆肥發酵過程中所產生氨、揮發性脂肪酸和含硫化合物等臭味氣體之逸散，會造成空氣污染，引起附近民眾陳抗，堆肥業者往往需另設置除臭設備，因而增加堆肥業者之負荷<sup>(7)</sup>。

在針對源頭養殖之飼料進行重金屬逆向追蹤，亦發現部分飼料及礦鹽中確實含過量的銅、鋅或其他重金屬<sup>(10,11)</sup>。學者曾針對含銅或鋅過量的禽畜糞堆肥場之源頭養殖場的糞便進行逆向追蹤，發現糞便中確實存在銅或鋅含量過高的現象<sup>(12)</sup>。

本研究目的為嘉義縣農會民雄堆肥場堆肥技術流程改善，原料及堆肥品質的定期監測及分析，以解決堆肥品質不良及重金屬監測等問題評估。

## 材料與方法

本場於民雄堆肥場進行堆肥化流程及配方的改善試驗、堆肥及原料品質的定期監測、自製堆肥成分差異性比較。

### 一、堆肥場進行堆肥化流程及配方的改善試驗

(一) 堆肥地點：嘉義縣農會民雄堆肥場。

(二)堆肥原料：雞糞、豬糞、菇包木屑。

(三)不同堆肥配方及處理試驗。

112年3月13日於嘉義縣農會堆肥場進行不同配方及翻堆次數，每處理組堆肥高度約1公尺至1.5公尺之間，面積約4平方公尺。

- 1.處理一：雞糞：木屑為1：1體積比進行堆置，每週進行翻堆1次。
- 2.處理二：雞糞：木屑為1：1體積比進行堆置，每週進行翻堆2次。
- 3.處理三：雞糞：木屑為1：2體積比進行堆置，每週進行翻堆1次。
- 4.處理四：雞糞：木屑為1：2體積比進行堆置，每週進行翻堆2次。

堆肥後第5、6、7、8週後，開始進行堆肥樣品採樣，每個堆肥處理組中隨機採樣約10公分深度的堆肥，每個處理組採樣4個採樣點混樣成1個堆肥樣品，每個樣品約500公克重。

(四)利用小白菜種子發芽測定堆肥腐熟程度(簡等人, 2005)

- 1.200mL燒杯裝5g風乾堆肥。
- 2.加入100mLRO水。
- 3.放入60°C烘箱，3個小時。
- 4.培養皿上放濾紙。
- 5.用濾紙過濾堆肥水，取10mL濾液加入培養皿，每個培養皿放入25顆小白菜種子，每個處理有3個重複數。
- 6.堆肥5週及堆肥6週的培養皿，置於室溫下，3天，堆肥7週及堆肥8週的培養皿則放入25°C生長箱，3天。
- 7.記錄小白菜種子發芽率及根部生長情形。統計4種堆肥處理及RO水對照組對小白菜的發芽率，每組進行3重複後計算平均發芽率進行分析比較，以RO水對照組為基準換算調整後的發芽率。調整後發芽率計算公式：原始發芽率 ÷ RO水對照組發芽率 × 100%。

## 二、堆肥及原料品質的定期監測

(一)本場自112年起至113年間，定期至堆肥場進行堆肥及原料採樣調查，採樣種類包括菇包廢木屑、濕豬糞、濕雞糞及混合堆肥等，隨機採樣約10公分深度，每個採樣品由4個採樣點混合而成，每個樣品約500公克，採樣時間約為上午進行採樣，本研究採樣濕雞糞屬於結塊未經處理的狀態，濕雞糞採樣數為22件，菇包廢木屑採樣數為3件、濕豬糞採樣數為2件、混和堆肥採樣數為53件。

(二)每個樣品帶回本場實驗室進行成分分析，分析項目包括EC、pH、碳、氮、碳氮比、水分、磷、鉀、鈣、鎂、鈉、鐵、錳、鋅、銅等元素。堆肥分析方法：以硝酸微波消化法檢測，秤0.5g磨細樣品加入5mL(65%硝酸)，經微波消化儀處理後定量至50mL，過濾後以ICP-OES儀分析檢測，檢測元素包括：磷、鉀、鈣、鎂、鈉、鐵、錳、鋅、銅等元素。

(三)比較不同月份採樣濕雞糞原料的EC、pH值、鈉、鋅、銅等元素含量變化趨勢。

## 結果與討論

### 一、堆肥場進行堆肥化流程及配方的改善試驗結果

依據農業試驗所簡宣裕等人撰寫堆肥品質之判斷所示，若處理組的發芽率為對照組的發芽率的 90% 以上，且根伸長不受限制，可視為該堆肥已達腐熟程度。將原始數據與對照組進行調整後的小白菜發芽率如表 1，每個處理組的發芽率平均值皆達 90% 以上，代表每種堆肥處理組皆達到腐熟程度，堆肥 5 週後，處理一～處理三的小白菜發芽率均達到 100%，處理四則為 92%，代表堆肥 5 週後，四種處理組堆肥均達到腐熟程度，堆肥 6 週後的四種處理組因置於室溫下，當時室溫接近 30°C，進而影響小白菜正常發芽率，因此堆肥 6 週後，處理一仍維持 100%，而處理二、三、四分別下降至 81%、76%、66%，顯示環境溫度對部分處理影響較大，對處理四影響更大。另外堆肥後 7 週及 8 週四種處理組的小白菜培養皿變更置入 25°C 生長箱，發芽率均超過 90% 以上，可見環境溫度亦會造成小白菜發芽率的表現。四種堆肥處理中，由小白菜發芽率結果可知，分別進行堆肥後 5 週、6 週後、7 週後及 8 週後平均小白菜發芽率以處理一 > 處理二 > 處理三 > 處理四。依照本次不同堆肥配方比例處理及翻堆次數比較，可以建議先以雞糞：木屑為 1:1 的配方，每週翻堆 1 次為最佳處理方式，推測因為翻堆次數會影響堆肥溫度上升的趨勢，進而影響堆肥的品質，但因為本次堆肥以小範圍堆肥方式處理，未來堆肥場進行堆肥化處理仍需考慮堆肥配方的 C/N 比率、水分含量、翻堆次數及溫度上升趨勢來進行調整。表 2 為 4 種處理堆肥的成分分析結果，EC 值以處理二最高，pH 值在四種處理組分析結果均為弱鹼性，有機質含量以處理三及處理四較高，推測原因為堆肥配合施用較高的木屑進行混堆，鋅、銅含量均在肥料管制標準內（農業部，2020）。

## 二、堆肥及原料品質的定期監測結果

### 1. 堆肥及原料成分分析結果：

由表 3 可知，EC 平均值排序分別為雞糞 > 堆肥 > 豬糞 > 木屑，其中以雞糞的 EC 平均值最高，木屑則最低。pH 值平均值排序分別為堆肥 > 雞糞 > 木屑 > 豬糞，其中以堆肥的 pH 值平均值最高，豬糞則最低。碳 (%) 平均值排序分別為豬糞 > 木屑 > 雞糞 > 堆肥，其中以豬糞的碳 (%) 平均值最高，堆肥則最低。氮 (%) 平均值排序分別為雞糞 > 堆肥 > 木屑 > 豬糞，其中以雞糞的氮 (%) 平均值最高，豬糞則最低。碳氮比平均值排序分別為豬糞 > 木屑 > 雞糞 > 堆肥，其中以豬糞的碳氮比平均值最高，堆肥則最低。磷酐 (%) 平均值排序分別為雞糞 > 堆肥 > 豬糞 > 木屑，其中以雞糞的磷酐 (%) 平均值最高，木屑則最低。氧化鉀 (%) 平均值排序分別為雞糞 > 堆肥 > 木屑 > 豬糞，其中以雞糞的氧化鉀 (%) 平均值最高，豬糞則最低。鈣 (%) 平均值排序分別為堆肥 > 雞糞 > 木屑 > 豬糞，其中以堆肥的鈣 (%) 平均值最高，豬糞則最低。鎂 (%) 平均值排序分別為雞糞 > 堆肥 > 木屑 > 豬糞，其中以雞糞的鎂 (%) 平均值最高，豬糞則最低。鈉 ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) 平均值排序分別為堆肥 > 雞糞 > 豬糞 > 木屑，其中以堆肥的鈉 ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) 平均值最高，木屑則最低。鐵 ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) 平均值排序分別為雞糞 > 堆肥 > 木屑 > 豬糞，其中以堆肥的鐵 ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) 平均值最高，木屑則最低。錳 ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) 平均值排序分別為堆肥 > 雞糞 > 豬糞 > 木屑，其中以堆肥的錳 ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) 平均值最高，木屑則最低。鋅 ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) 平均值排序分別為堆肥 > 雞糞 > 豬糞 > 木屑，其中以堆肥的鋅 ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) 平均值最高，木屑則最低。銅 ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) 平均值排序分別為堆肥 > 雞糞 > 豬糞 > 木屑，其中以堆肥的銅 ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) 平均值最高，木屑則最低。雞糞成分中含有較高濃度的鋅及銅，因此推測堆肥成分中累積較多的鋅、銅來自於雞糞，與前

人研究相符。

表 1. 不同組成比例與翻堆次數製成堆肥之過濾液為處理組與 RO 水對照組加入培養皿內進行小白菜發芽率評估

Table 1. The filtrate of compost made with different composition ratios and turning times was added to the culture dish as the treatment group and the RO water control group to evaluate the germination rate of pak choi (*Brassica rapa* subsp. *chinensis*)

發芽率 (%) (Germination rate)	處理組 Treatment	處理一 (Treatment 1)	處理二 (Treatment 2)	處理三 (Treatment 3)	處理四 (Treatment 4)	對照組 (control)
	5 週後 (5 weeks later)	100 a	100 a	100 a	92 b	100 a
6 週後 (6 weeks later)	100 a	81 b	76 b	66 c	100 a	
7 週後 (7 weeks later)	99 a	96 b	90 b	100 a	100 a	
8 週後 (8 weeks later)	100 a	99 a	95 b	100 a	100 a	

註：同欄平均數後附相同字母者，表示在 5% 顯著水準下，依 Tukey's HSD 檢定無顯著差異。 $(n = 3)$ 。

Means within a column followed by the same letters are not different significantly at 5% level by Tukey's HSD, respectively ( $n = 3$ ).

註：處理一：雞糞：木屑 (1:1) 每週翻堆 1 次，處理二：雞糞：木屑 (1:1) 每週翻堆 2 次，處理三：雞糞：木屑 (1:2) 每週翻堆 1 次，處理四：雞糞：木屑 (1:2) 每週翻堆 2 次，對照組：RO 水。

Treatment 1: Chicken manure sawdust (1:1) (Turn the pile once a week), Treatment 1: Chicken manure sawdust (1:2) (Turn the pile twice a week), Treatment 1: Chicken manure sawdust (1:1) (Turn the pile once a week), Treatment 1: Chicken manure sawdust (1:2) (Turn the pile twice a week), control: RO water.

## 2. 不同月份雞糞 EC 值、pH 值、鈉 (Na)、鋅 (Zn)、銅 (Cu) 的變化情形

由圖 1 可知，不同月份雞糞 EC 值變化，以 8 ~ 10 月份的 EC 值較高，1 ~ 2 月的 EC 值較低，可以推測雞糞 EC 值變化可能原因，雞糞的種類及來源為蛋雞或肉雞，額外添加的雞糞墊料 (稻殼) 及環境條件如溫度、濕度和通氣性等因素，造成不同月份採樣的雞糞 EC 值的變化不同。

由圖 2 可知，不同月份雞糞 pH 值變化，以 1 ~ 4 月份的 pH 值較高，5 月的 pH 值較低，本研究調查的不同月份雞糞除了 1 ~ 4 月為中性，其餘月份為弱酸性，因此不同月份雞糞 pH 值變化趨勢較不明顯。

由圖 3 可知，不同月份雞糞鈉濃度變化，以 5 月份的鈉濃度較高，1 ~ 4 月的鈉濃度較低，推測雞糞鈉含量，可能來自於雞飼料中添加鈉的化合物，因此雞糞中會累積一定量的鈉，因此在使用雞糞堆肥時，應注意適量施用，以免造成土壤鹽化現象，可以建議 5 月之間，應注意鈉濃度是否過高。

表 2. 四種處理組堆肥及原料基本成分分析

Table 2. Analysis of basic components of compost and raw materials in four treatment groups

平均值 (mean)	處理一 (Treatment 1)	處理二 (Treatment 2)	處理三 (Treatment 3)	處理四 (Treatment 4)
EC (1 : 5) (ds m <sup>-1</sup> )	7.68 ± 0.78	8.03 ± 1.21	6.97 ± 1.64	7.40 ± 1.70
pH (1 : 5)	7.36 ± 0.37	7.45 ± 0.47	7.19 ± 0.45	7.32 ± 0.25
有機質 (%) (organic matter)	58.08 ± 5.57	60.64 ± 4.30	64.80 ± 5.28	63.67 ± 4.64
碳 (C) (%) (carbon)	32.12 ± 3.85	33.19 ± 2.62	35.47 ± 2.43	34.43 ± 2.81
氮 (N) (%) (nitrogen)	2.52 ± 0.15	2.61 ± 0.28	2.59 ± 0.17	2.58 ± 0.15
碳 / 氮比 (C/N) (Carbon to nitrogen ratio)	12.74 ± 1.39	12.76 ± 1.24	13.75 ± 1.76	13.38 ± 1.70
磷酐 (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) (%) (Phosphate anhydride)	5.39 ± 2.49	6.59 ± 1.40	5.12 ± 2.34	5.72 ± 0.86
氧化鉀 (K <sub>2</sub> O) (%) (potassium oxide)	10.23 ± 3.02	10.33 ± 2.86	8.15 ± 2.14	8.78 ± 2.39
鈣 (Ca) (%) (calcium)	14.10 ± 2.09	14.16 ± 1.99	13.10 ± 2.26	13.19 ± 2.07
鎂 (Mg) (%) (magnesium)	0.96 ± 0.16	0.96 ± 0.14	0.87 ± 0.14	0.91 ± 0.13
鈉 (Na) (mg kg <sup>-1</sup> ) (sodium)	5,469 ± 901	5,550 ± 712	4,849 ± 1235	4,765 ± 597
鐵 (Fe) (mg kg <sup>-1</sup> ) (iron)	1,106 ± 483	1,168 ± 491	1,294 ± 684	1,065 ± 439
錳 (Mn) (mg kg <sup>-1</sup> ) (manganese)	619 ± 113	601 ± 90	543 ± 97	544 ± 80
鋅 (Zn) (mg kg <sup>-1</sup> ) (zinc)	498 ± 93	486 ± 84	433 ± 75	477 ± 82
銅 (Cu) (mg kg <sup>-1</sup> ) (copper)	67.73 ± 10.84	64.95 ± 11.19	58.77 ± 11.09	63.04 ± 9.08

註：統計方法以平均值及標準差表示，n = 8。

The statistical analysis was performed using mean and standard deviation, n = 8.

表 3. 堆肥及原料基本成分分析

Table 3. Analysis of basic components of compost and raw materials

平均值 (mean)	菇包木屑 (mushroom- wrapped sawdust)	豬糞 (pig manure)	雞糞 (chicken manure)	堆肥 (compost)
EC (1 : 5) (ds m <sup>-1</sup> )	3.02 ± 1.25	3.39 ± 0.12	9.52 ± 2.64	7.98 ± 2.18
pH (1 : 5)	6.59 ± 0.91	5.4 ± 0.28	6.89 ± 0.72	7.48 ± 0.44
有機質 (%) (organic matter)	86.10 ± 2.77	92.42 ± 0.33	65.39 ± 8.17	60.72 ± 5.64
碳 (C) (%) (carbon)	43.21 ± 1.13	47.07 ± 1.11	34.3 ± 2.85	32.95 ± 3.21
氮 (N) (%) (nitrogen)	2.13 ± 0.22	1.97 ± 0.25	2.69 ± 0.68	2.60 ± 0.20
碳 / 氮比 (C/N) (Carbon to nitrogen ratio)	20.35 ± 1.85	23.98 ± 2.47	13.3 ± 2.75	12.70 ± 1.54
磷酐 (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) (%) (Phosphate anhydride)	2.2 ± 0.22	3.31 ± 0.87	7.39 ± 1.52	6.89 ± 2.17
氧化鉀 (K <sub>2</sub> O) (%) (potassium oxide)	2.67 ± 0.35	0.83 ± 0.07	10.74 ± 2.68	10.62 ± 2.85
鈣 (Ca) (%) (calcium)	4.44 ± 1.05	2.26 ± 0.08	11.92 ± 2.21	13.17 ± 2.86
鎂 (Mg) (%) (magnesium)	0.42 ± 0.02	0.21 ± 0.01	1.08 ± 0.22	1.01 ± 0.16
鈉 (Na) (mg kg <sup>-1</sup> ) (sodium)	543 ± 44	628 ± 31	3,889 ± 755	4,741 ± 926

表 3. 堆肥及原料基本成分分析 (續)

Table 3. Analysis of basic components of compost and raw materials (continued)

平均值 (mean)	菇包木屑 (mushroom- wrapped sawdust)	豬糞 (pig manure)	雞糞 (chicken manure)	堆肥 (compost)
鐵 (Fe) ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) (iron)	$1,455 \pm 533$	$135 \pm 114$	$2,276 \pm 1516$	$1,692 \pm 1035$
錳 (Mn) ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) (manganese)	$135 \pm 114$	$242 \pm 2.61$	$602 \pm 83$	$651 \pm 132$
鋅 (Zn) ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) (zinc)	$51.8 \pm 1.85$	$141 \pm 15$	$512 \pm 112$	$609 \pm 276$
銅 (Cu) ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) (copper)	$9.51 \pm 1.87$	$46.94 \pm 0.00$	$65.24 \pm 6.33$	$68 \pm 13$

註：統計方法以平均值及標準差表示，菇包木屑重複數  $n = 3$ 、豬糞重複數  $n = 2$ 、雞糞重複數  $n = 22$ 、堆肥重複數  $n = 53$ 。

Statistical methods are expressed as mean and standard deviation. The number of replicates for mushroom-wrapped sawdust is  $n = 3$ , the number of replicates for pig manure is  $n = 2$ , the number of replicates for chicken manure is  $n = 22$ , and the number of replicates for compost is  $n = 53$ .

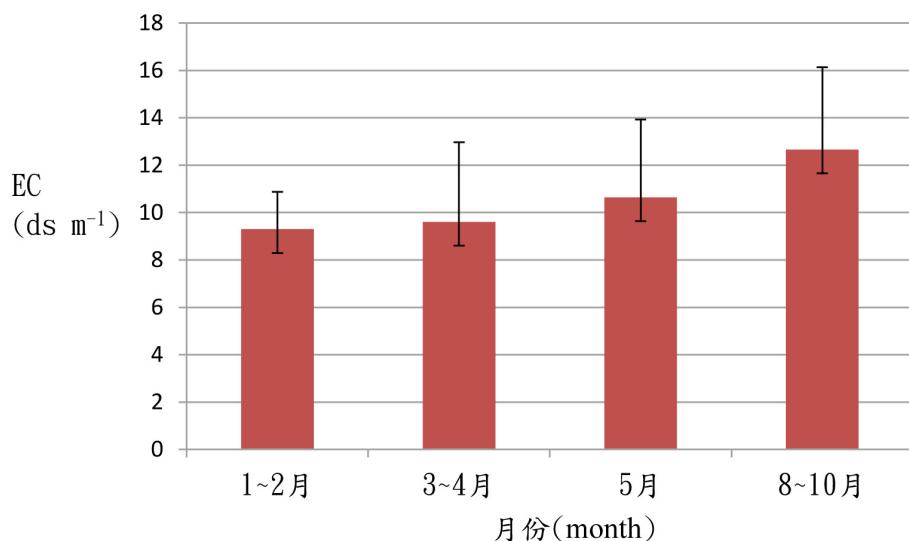


圖 1. 不同月份雞糞 EC 值變化

Fig. 1. Changes in EC value of chicken manure in different months

註：統計方法以平均值及標準差表示， $n = 22$ 。

Statistical methods are expressed as mean and standard deviation,  $n = 22$ .

由圖 4 可知，不同月份雞糞鋅濃度變化，以 5 月份的鋅濃度較高，3 ~ 4 月的鋅濃度較低，推測雞糞鋅含量，可能來自於雞飼料中添加鋅，因此雞糞中會累積一定量的鋅，因此在使用雞糞堆肥時，應注意適量施用，以免造成土壤鋅累積過量現象，進而影響作物生長及環境造成污染，由不同月份採樣調查雞糞鋅濃度分析結果，可以建議 5 月過後，應注意鋅濃度是否過高。

由圖 5 可知，不同月份雞糞銅濃度變化，以 5 月份的銅濃度較高，3 ~ 4 月的銅濃度較低，推測雞糞銅含量，同樣來自於雞飼料中添加銅，因此雞糞中會累積一定量

的銅，因此在使用雞糞堆肥時，應注意適量施用，以免造成土壤銅累積過量現象，進而影響作物生長及環境造成污染，可以建議 5 月過後，應注意銅濃度是否過高。

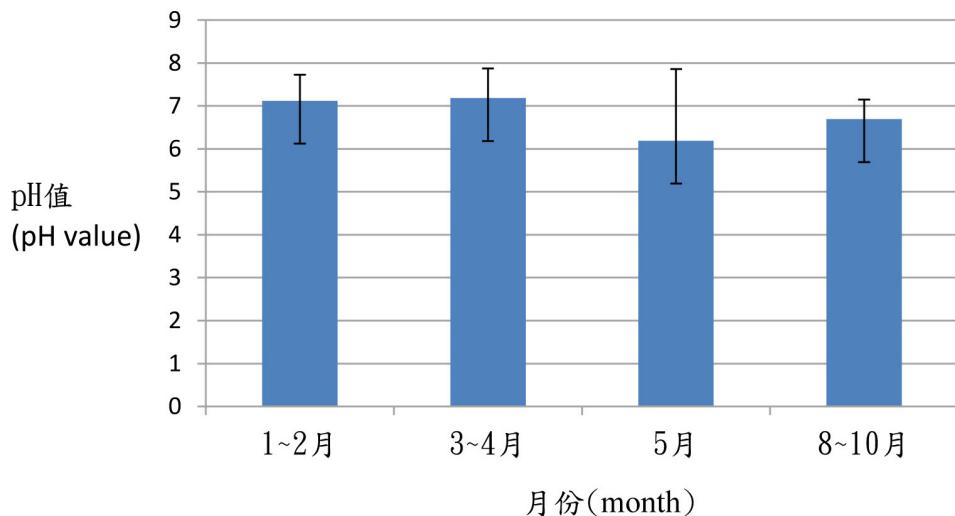


圖 2. 不同月份雞糞 pH 值變化

Fig. 2. Changes in pH value of chicken manure in different months

註：統計方法以平均值及標準差表示，n = 22。

Statistical methods are expressed as mean and standard deviation, n = 22.

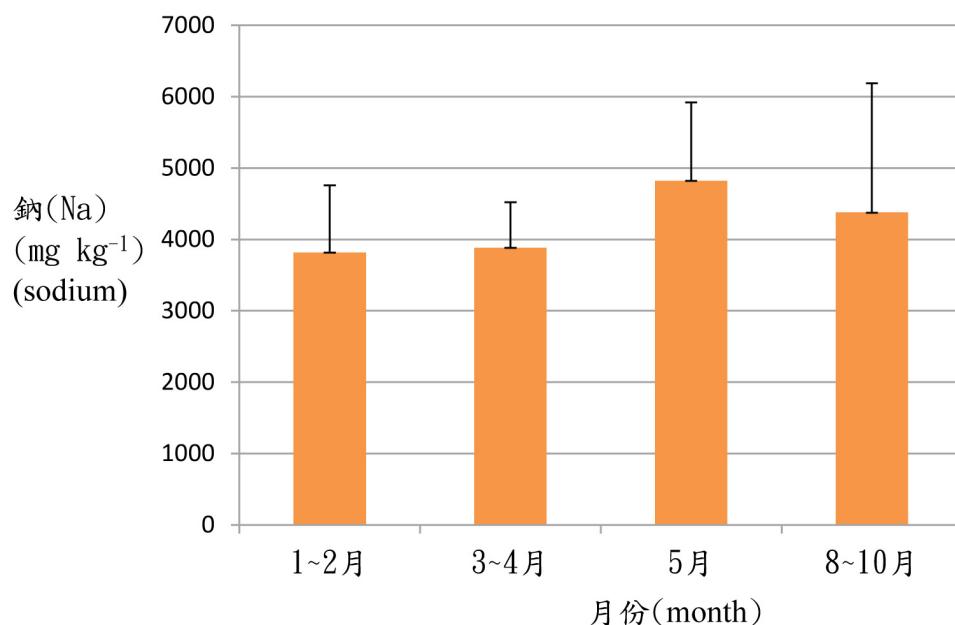


圖 3. 不同月份雞糞鈉 (Na) 變化

Fig. 3. Changes in sodium (Na) in chicken manure in different months

註：統計方法以平均值及標準差表示，n = 22。

Statistical methods are expressed as mean and standard deviation, n = 22.

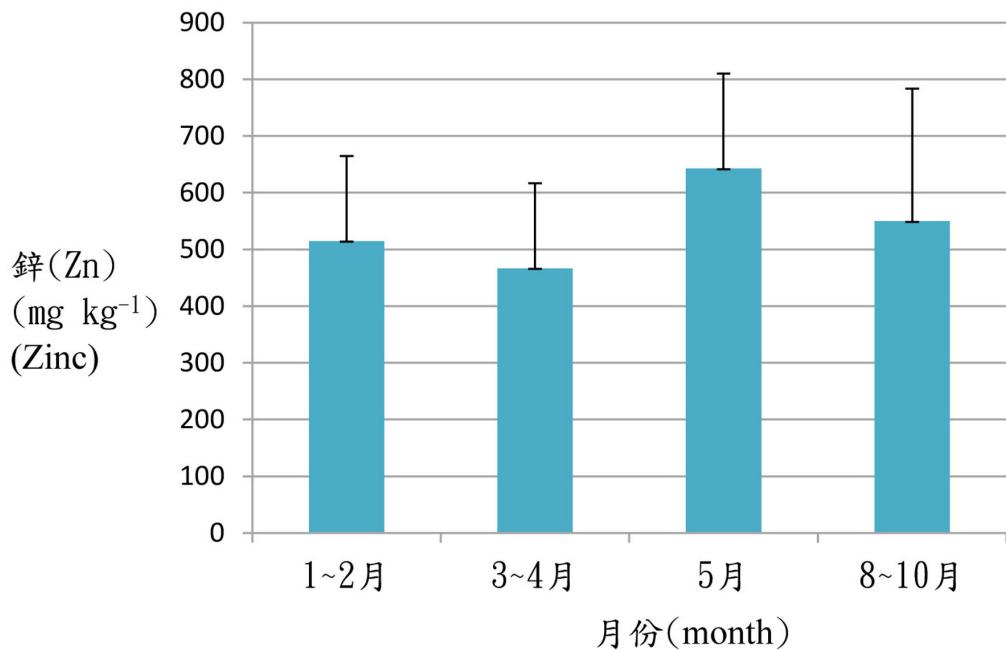


圖 4. 不同月份雞糞鋅 (Zn) 變化

Fig. 4. Changes of zinc (Zn) in chicken manure in different months

註：統計方法以平均值及標準差表示，n = 22。

Statistical methods are expressed as mean and standard deviation, n = 22.

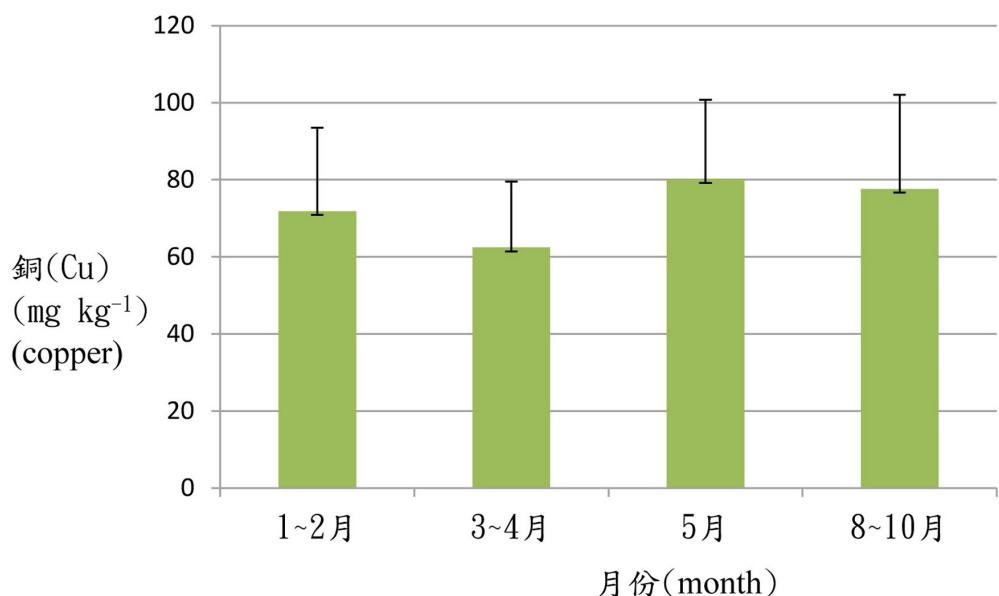


圖 5. 不同月份雞糞銅 (Cu) 變化

Fig. 5. Changes in copper (Cu) in chicken manure in different months

註：統計方法以平均值及標準差表示，n = 22。

Statistical methods are expressed as mean and standard deviation, n = 22.

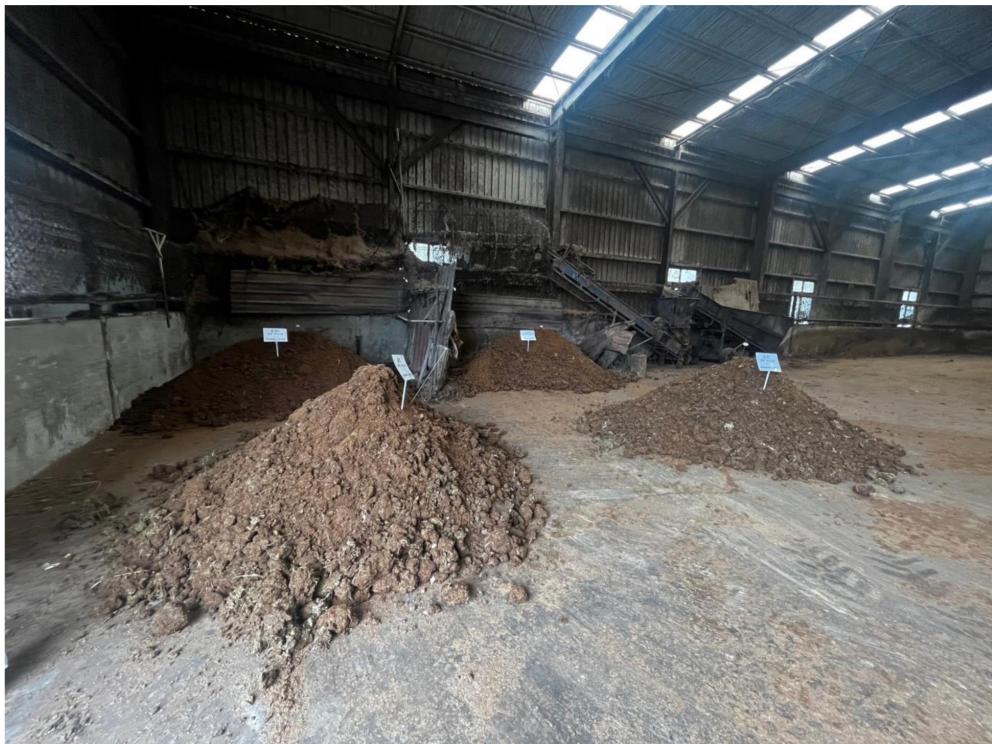


圖 6. 不同堆肥處理組試驗

Fig. 6. Experiments with different composting treatment groups

## 結 論

本研究透過不同堆肥配方及每周翻堆次數來進行比較試驗，試驗結果顯示，四種堆肥處理後小白菜發芽率，於堆肥 5 週後、6 週後、7 週後及 8 週後，平均發芽率均達到 90% 以上，代表堆肥均已達到完全腐熟成度，其中以處理一，雞糞及木屑 (1:1)，每週翻堆一次的處理平均發芽率最高。定期監測原料及堆肥品質，結果顯示雞糞在所有堆肥原料中，所含的各種養分較高，木屑則較低；重金屬鋅、銅含量，雞糞也是比豬糞含量較高，因此推測堆肥中的重金屬鋅、銅含量主要來自於雞糞，建議定期每批次雞糞原料進行監測，以減少堆肥中重金屬鋅、銅含量過量。不同月份採樣雞糞變化趨勢結果顯示，EC 值於 8 ~ 10 月期間最高，pH 值在 1 ~ 4 月較高，5 月最低，但整體變動幅度不大；鈉、鋅及銅均於 5 月份達最高，建議加強監測次數。綜合本研究結果可知，禽畜糞堆肥可以經過適當的堆肥化處理後，定期監測原料及堆肥的品質，堆肥可以妥善的回歸農田以增加土壤的有機質及各種作物所需的養分，以達到剩餘資材循環再利用、永續農業的目的。

## 引用文獻

1. 毛王杰、黃瑞彰。2022。沼液施灌農田的土壤肥力與安全性評估。111 年度中華土壤肥

- 科學會壁報論文。編號 46。
2. 毛玉杰。2023。禽糞堆肥施用在牧草田之評估。112 年度中華土壤肥料學會壁報論文：編號 20。
  3. 毛玉杰。2023.12 沼渣沼液施用農填土壤之成效與限制 臺南區農業專訊 126：6-9。
  4. 毛玉杰。2024。沼液應用在農田對土壤肥力及品質之影響。113 年度農業土壤健康暨碳匯管理研討會壁報論文：編號 5。
  5. 毛玉杰。2024。禽糞堆肥施用對土壤及牧草之評估。113 年度農業土壤健康暨碳匯管理研討會壁報論文：編號 6。
  6. 毛玉杰與畜試所及各改良場合著。2021。禽畜糞肥料製作與施用技術手冊。農委會 110 年 12 月出版。
  7. 行政院農業委員會。2022。畜禽統計調查結果（111 年 1 季）。
  8. 行政院農業委員會。2023。臺灣 2050 淨零轉型自然碳匯關鍵戰略行動計畫（核定本）。
  9. 行政院主計總處，2022，綠色國民所得帳編製報告。
  10. 邱梅玲。2007。三種不同製程的廚餘堆肥之成分及養分釋出特性研究。中興大學土壤環境科學系碩士論文。
  11. 林叡呈。2012。蚯糞堆肥與禽畜糞堆肥之單獨或混合施用對甘藍生育及土壤肥力之影響。中興大學土壤環境科學系碩士論文。
  12. 范揚廣。2001。畜牧場飼料重金屬含量分析。第四屆畜牧資源回收再利用研討會論文集。第 17 至 28 頁。臺灣省畜牧獸醫學會編印。
  13. 范揚廣。2002。飼料重金屬含量之追蹤調查。第五屆畜牧資源回收再利用研討會論文集。國立中興大學獸醫學院編印。
  14. 陳仁炫、曾國力。2001。禽畜糞堆肥之重金屬含量檢測。第四屆畜牧資源回收再利用研討會論文集。第 1 至 16 頁。臺灣省畜牧獸醫學會編印。
  15. 張耀聰。2024。叢枝菌根對酸性土壤施用雞糞－稻殼灰炭混合堆肥後有效性磷與重金屬溶解動態之影響。屏東科技大學環境工程與科學系博士論文。
  16. 農業部。2020。肥料種類品目及規格。
  17. 楊盛行，王繼國。2010。廢棄物減量與再利用。國立空中大學印行：253 頁。
  18. 簡宣裕、張明輝、劉禎祺。2005。堆肥品質之判斷。農業試驗研究所合理化施肥專刊 121 號：279-288。
  19. Beffa, T., M. Blanc, and M. Aragno. 1996. Obligately and Facultatively Autotrophic, Sulfur and Hydrogen Oxidizing Thermophilic Bacteria Isolated from Hot Composts. *Arch. Microbiol.* 165: 34-40.
  20. Butler, T. A., Sikora, L. J., Steinhilber, P. M., and Douglass, L. W., 2001, “Compost age and sample storage effects on maturity indicators of biosolids compost” *Journal of Environmental Quality*, Vol. 30, No. 6, pp. 2141-2148.
  21. Domínguez, J., C.A. Edwards, and J. Ashby. 2001. The biology and population dynamics of *Eudrilus eugeniae* (Kinberg) (Oilgochaeta) in cattle waste solid. *Pedobiologia*. 45: 341-353.
  22. Giusti, L. 2009. A review of waste management practices and their impact on human health. *Waste Manage.* 29: 2227-2239.
  23. Hutchison, M. L., L. D. Walters, S. M. Avery, F. Munro, and A. Moore. 2005. Analysis of

- livestock production waste storage, and pathogen levels and prevalences in farm manures. *Appl. Environ. Microbiol.* 71: 1231-1236.
24. Lazcano, C., M. Gomez-Brandon, and J. Dominguez. 2008. Comparison of the effectiveness of composting and vermicomposting for the biological stabilization of cattle manure. *Chemosphere.* 72: 1013-1019.
25. Liu, M., F. Hu, X. Chen, Q. Huang, J. Jiao, B. Zhang, H. Li. 2009. Organic amendments with reduced chemical fertilizer promote soil microbial development and nutrient availability in a subtropical paddy field: the influence of quantity, type and application time of organic amendments. *Appl. Soil Ecol.* 42: 166-175.
26. Salazar, F. J., D. Chadwick, B. F. Pain, D. Hatch, and E. Owen. 2005. Nitrogen budgets for three cropping systems fertilized with cattle manure. *Bioresour. Technol.* 96: 235-245.
27. Senesi, N., and Plaza, C., 2007, “Role of humification processes in recycling organic wastes of various nature and sources as soil amendments” *CLEAN-Soil, Air, Water*, Vol. 35, No.1, pp. 26-41.
28. Singh, K. P., A. Snman, P. N. Singh, T. K. Srivastava. 2007. Improving quality of sugarcane-growing soils by organic amendments under subtropical climatic conditions of India. *Biol. Fertil. Soils.* 44: 367-376.
29. Talyan, V., R. P. Dahiya, and T. R. Sreekrishnan. 2008. State of municipal solid waste management in Delhi, the capital of India. *Waste Manage.* 28: 1276-1287.
30. Tomati, U., E. Galli, A. Grappelli, and G. Dihena. 1990. Effect of earthworm casts on protein synthesis in radish (*Raphanus sativum*) and lettuce (*Lactuca sativa*) seedlings. *Biol. Fertil. Soils.* 9: 288-289.

# Study on the quality of livestock manure compost<sup>1</sup>

Mao. J. C.<sup>2</sup>

## Abstract

To improve the quality of livestock manure compost, this study conducted composting process improvements at the Chiayi County Farmers' Association Minxiong Composting Site. Regular monitoring and analysis of raw materials and compost quality were conducted to address the issue of unstable compost quality. The results of different compost formulas and turning times showed that the germination rate of Chinese cabbage for four compost treatments reached an average of more than 90% after 5, 6, 7 and 8 weeks of composting, indicating that the compost had reached complete maturity. Among them, the average germination rate of treatment 1, chicken manure and sawdust (1:1) with weekly turning, was the highest. Comparisons between various raw materials and composts revealed that chicken manure had the highest average values for EC, nitrogen (%), phosphorus anhydride (%), and potassium oxide (%), while compost had the highest average values for pH, sodium ( $\text{mg kg}^{-1}$ ), zinc ( $\text{mg kg}^{-1}$ ), and copper ( $\text{mg kg}^{-1}$ ). Trends in chicken manure sampled in different months revealed that EC values peaked between August and October, while pH showed a less pronounced trend. Sodium, zinc, and copper levels peaked in May, suggesting increased monitoring. In summary, after proper composting treatment and regular monitoring of the quality of raw materials and compost, livestock manure can be properly returned to farmland to increase soil organic matter and nutrients required by various crops, thereby achieving the goal of recycling surplus materials and sustainable agriculture.

**What is already known on this subject?**

Domestic and foreign literature shows that livestock manure compost can be processed through the composting process to produce compost with stable quality.

**What are the new findings?**

This study aims to improve the quality and safety of compost by conducting comparative composting process tests and regularly monitoring the quality of raw materials and compost.

**What is the expected impact on this field?**

Large amounts of surplus resources are processed and returned to farmland after composting, which can achieve the goal of recycling surplus materials and sustainable agriculture.

**Key words:** Livestock manure, Compost

Accepted for publication: September 15, 2025

1. Contribution No. 595 from Tainan District Agricultural Research and Extension Station.

2. Assistant Researcher, Tainan District Agricultural Research and Extension Station. 70 Muchang, Hsinhua, Tainan 712009, Taiwan, R.O.C.