

快速堆肥化裝置之研製

羅秋雄、莊浚釗、鄭隨和

摘 要

快速堆肥化裝置之研製旨在解決農民、學校及家庭等利用廚餘、落葉製作堆肥產生臭味問題。本裝置係採用好氣發酵及保溫原理設計，其架構包括容置桶、隔絕網架、通氣裝置及進氣設備四大部份，可確保堆肥化過程進行好氣發酵，好氣微生物分解有機物質產生熱量，藉雙層保溫裝置使堆肥體熱量累積，溫度高達 60-70℃ 日數維持長達 5 天以上，可將病原菌、蟲卵及雜草種子等殺滅，且不會產生臭味，堆積發酵時間僅需 25-30 天即可完成，並可同時進行堆肥廢液氧化發酵，作為有機液體肥料之用。堆積發酵完成之堆肥添加 50 % 土壤（體積比），播種小白菜及薺菜種子不影響其發芽率。本裝置具快速發酵及環保特性，商品化後可廣泛適用於農戶、學校教育團體、社區、家庭及市民農園利用落葉、廚餘、雜草等有機廢棄物製作堆肥。

關鍵詞：有機廢棄物、堆肥化、堆肥、有機液體肥料。

前 言

農畜產廢棄物、廚餘果菜及食品業廢棄物中含有豐富的有機物質，如不妥善處理極易腐化、產生惡臭，且為傳染病菌滋生的溫床，因此，世界各國環保機關皆重視此類有機質廢棄物之處理（楊等 1992；Hsieh et al, 1990；Barth et al, 1998；Holland et al, 1998）。過去廚餘與果菜市場廢棄物多混入一般垃圾之中，送入掩埋場處理，但近年來，舊有掩埋場容量已趨飽和，而新掩埋場開發由於土地取得不易，許多地方已轉送焚化廠中銷毀；然而，此類廢棄物體積龐大、含水率高、發熱量低，以焚化方式處理必須消耗大量能源，甚不經濟，因此，日本、歐美等先進國家皆推動以堆肥或生物處理方式處理（簡和林，1998；蔡，1998；陳和陳，2002）。目前一般學校、社區、家庭所用之圓型加蓋小型環保桶，不具通氣設計，廚餘等廢棄物在桶中只能進行嫌氣性發酵，堆肥體不但無法升溫至 60℃ 以上，且會滋生蚊蠅並產生臭味，嚴重影響生活環境品質（王，1999；王和劉，2000）。因此，本研究擬利用好氣發酵及保溫原理，開發具快速化、便利化及環保化特性之堆肥化裝置，提供農戶、學校教育團體、社區、家庭及市民農園落葉、廚餘、雜草等有機廢棄物製作堆肥之用。

材料與方法

一、試驗材料

快速堆肥化裝置係使用 106 公升塑膠桶、鐵材、塑膠水管、塑膠開關閥、橡膠軟管、鋁合金溫度計、小型打氣機等材料。試製堆肥材料為落葉、穀殼、米糠、金針菇木屑、椰纖等。堆肥發芽試驗使用葉菜類（小白菜及蕓菜）種子及塑膠育苗盤（ $57.5 \times 28 \times 2.6$ cm）。

二、試驗方法

快速堆肥化裝置設計組裝完成後，以落葉、穀殼、米糠、金針菇木屑、椰纖等材料按體積比調配不同配方，材料水分含量調整至 50-60%，一天 24 小時通氣，進行堆肥試製（林，1999；簡，1999a；羅，2006）。堆肥製作完成後，以堆肥：土壤 = 1：1（體積比）混拌均勻後直接播種小白菜及蕓菜種子，每處理 3 重複，每重複 100 粒種子，播種 7 天後調查種子發芽率（簡，1999b；羅，2006）。

結果與討論

快速堆肥化裝置基本組成包括有：容置桶、隔絕網架、通氣裝置及進氣設備（圖 1、2、3、4、5 及 6）。設計組裝完成後，先盛裝清水測試管體連接處是否滲漏廢液，確定無滲漏廢液後，配製不同配方堆肥材料進行堆肥試製。堆肥製作完成後，播種小白菜及蕓菜種子，調查種子發芽率及生長情形，測試堆肥腐熟度。

一、設計及組裝

容置桶：係由桶體及蓋體組合而成，桶體及蓋體具雙層壁面，並於雙層壁面之間填入如泡棉之保溫材料，藉由該保溫壁之保溫功能，使容置桶中之廚餘、落葉等有機廢棄物在堆肥化過程中保持其長時間高溫狀態，並將病菌、蟲卵、雜草種子等殺滅，且無臭味產生。

隔絕網架：設置於容置桶之桶體中，包含有網層及腳架，該網層可供廚餘、落葉等有機廢棄物放置，使發酵時產生之廢液滴落，並藉腳架抬高有機廢棄物以隔絕廢液，隔絕網架上設置提把，供使用者容易取置隔絕網架。

通氣裝置：設置於容置桶桶體上半部或設置於蓋體頂端，通氣裝置為一管體，提供容置桶的透氣作用，讓有機廢棄物進行好氣發酵，並在管體上蓋設 T 型通管，其為二截式設計，用以防止異物或雨水進入管體中，且仍可維持管體的透氣功能，T 型通管開啟後，可插置溫度量測裝置來量測觀察容置桶內之溫度。

進氣設備：連通於容置桶底部，設置位置係相對於隔絕網架下方中心位置，進氣設備包括管體以及打氣機，該管體一端與打氣機連接，另一端則與容置桶連通，當有機廢棄物於堆肥化過程中產生廢液於容置桶底部時，可藉打氣機透過管體將空氣打入廢液中，使廢液曝氣形成液體肥料加以利用，而同時於打入空氣過程中，空氣會透出廢液後再經過有機廢棄物作好氣發酵，並藉由通氣裝置排出。

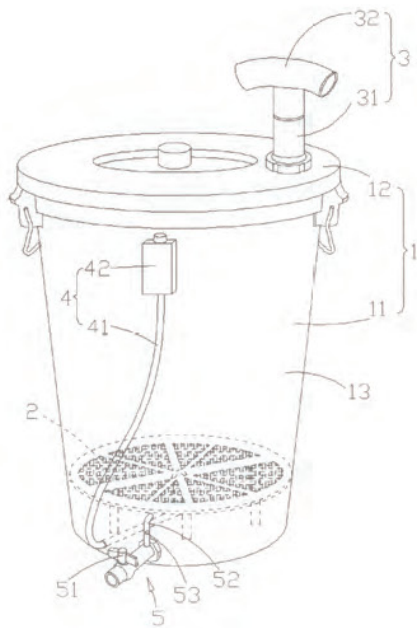


圖 1. 快速堆肥化裝置之結構立體圖
Figure 1. Structural stereograph of rapid-composting device.

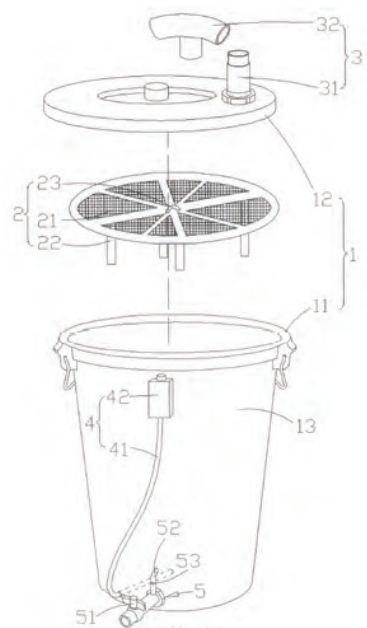


圖 2. 快速堆肥化裝置之結構分解圖
Figure 2. Structural diagram of rapid-composting device.

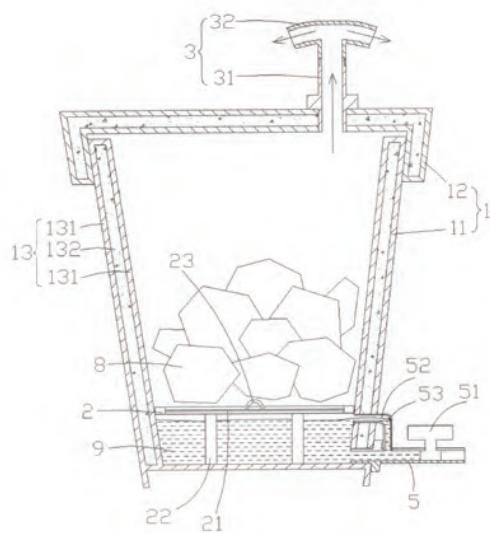


圖 3. 快速堆肥化裝置之結構剖視圖
Figure 3. Structural profile of rapid-composting device.

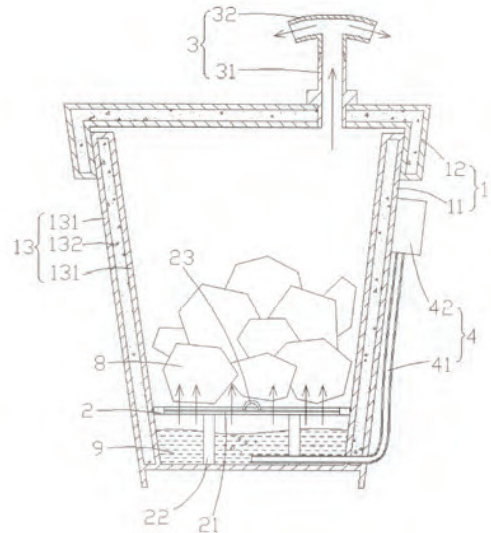


圖 4. 快速堆肥化裝置之曝氣示意圖
Figure 4. Scheme of aeration in rapid-composting device.

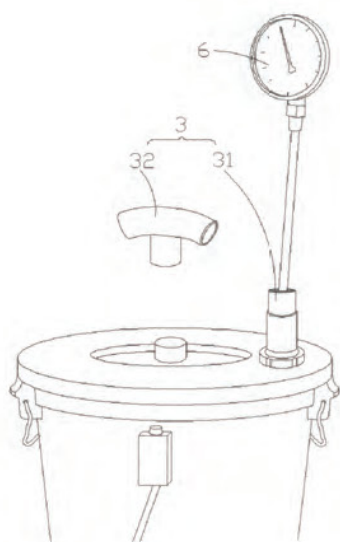


圖 5. 快速堆肥化裝置之溫度量測示意圖

Figure 5. Scheme of temperature measurement in rapid-composting device.

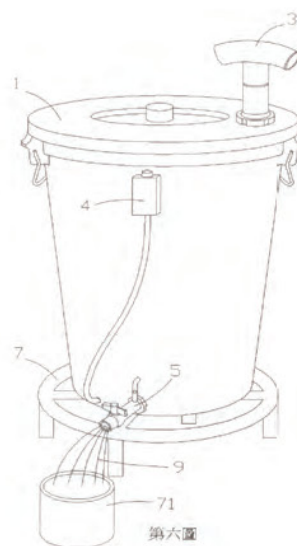


圖 6. 快速堆肥化裝置之廢液排放示意圖

Figure 6. Scheme of waste water outlet in rapid-composting device.

二、元件代表符號說明

快速堆肥化裝置元件代表符號；(一)容置桶 1、桶體 11、蓋體 12、保溫壁 13、雙層壁面 131、保溫材料 132。(二)隔絕網架 2、網層 21、腳架 22、提把 23。(三)通氣裝置 3、管體 31、T 型通管 32。(四)進氣設備 4、管體 41、打氣機 42。(五)排液裝置 5、開關閥 51、觀測部 52、浮球 53。(六)溫度量測裝置 6。(七)加高架 7、水桶 71。(八)有機廢棄物 8。(九)廢液 9。

三、堆肥試製

快速堆肥化裝置設計組裝完成後，以落葉、穀殼、米糠、金針菇木屑、椰纖等材料按不同比例（體積比）調配進行堆肥試製，堆肥材料配比（體積比）處理包括 A.落葉：米糠：穀殼=5：3：2、B.金針菇木屑：穀殼：椰纖：米糠=3：3：3：1、C.金針菇木屑：穀殼：椰纖：米糠=3：3：2.5：1.5、D.金針菇木屑：穀殼：椰纖：米糠=3：3：2：2、E.穀殼：椰纖：米糠=5：3：2，各處理均添加 1 公升腐熟堆肥作為微生物接種源。利用快速堆肥化裝置堆積發酵不同配比（體積比）堆肥材料，堆積發酵過程溫度變化情形如圖 7 所示。不同堆肥材料堆積發酵 3-5 天堆肥體溫度均上升至 60°C 以上，並維持 60-70°C 高溫至少 4 天以上，其中 E.穀殼：椰纖：米糠=5：3：2 處理維持 60-70°C 高溫長達 14 天，D.金針菇木屑：穀殼：椰纖：米糠=3：3：2：2 處理則維持 10 天。不同配比堆肥材料堆積發酵過程堆肥體溫度變化除受材料碳氮比（C/N）影響外，也受堆積期間氣溫高低影響（簡，1999a；羅，2006）；堆肥材料碳氮比（C/N）高者堆肥體升溫較慢，但能維持較長時間的高溫（60-70°C），反之碳氮比（C/N）低者升溫較快，維持高溫的時間則較短。堆肥材料堆積發酵期間氣溫高時，堆肥體升

溫較快，但維持高溫的時間則較短。不同比例堆肥材料經堆積發酵 28 天後，堆肥體溫度除 E 穀殼：椰纖：米糠=5：3：2 處理仍維持在 44℃ 外，其餘各處理溫度均下降至接近室溫（30-34℃），由於 E 處理穀殼及椰纖材料配比佔 80%，碳氮比（C/N）偏高是延長所需發酵時間的主要原因，因此，利用快速堆肥化裝置製作堆肥時，堆肥材料的碳氮比（C/N）不宜過高，否則需要較長的堆積發酵時間。

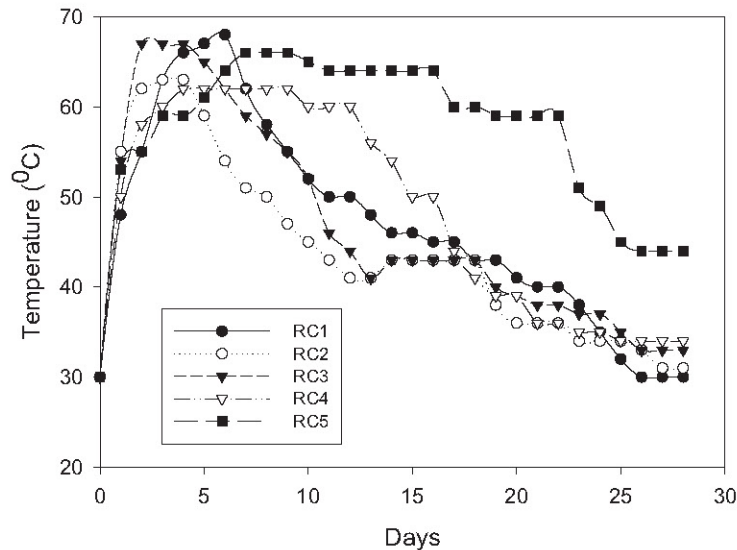


圖 7. 快速堆肥化裝置材料堆肥化過程溫度變化情形

Figure 7. Temperature changes of materials during composting in rapid- composting device.

(RC1, dried leaves: rice bran: ground rice hull=5:3:2. RC2, media waste of mushroom culture: ground rice hull: coconut ground fiber: rice bran=3:3:3:1. RC3, media waste of mushroom culture: ground rice hull: coconut ground fiber: rice bran=3:3:2.5:1.5. RC4, media waste of mushroom culture: ground rice hull: coconut ground fiber: rice bran=3:3:2:2. RC5, ground rice hull: coconut ground fiber: rice bran=5:3:2.)

四、小白菜及薺菜種子發芽試驗

利用快速堆肥化裝置將不同配比堆肥材料經堆積發酵 28 天後，以製作之堆肥：土壤＝1：1（體積比）混拌均勻後直接播種小白菜及薺菜種子，其發芽率如表 1 所示，小白菜及薺菜種子發芽率分別介於 89-93 %及 85-89 %間，各處理種子發芽率未達顯著差異。此顯示堆肥材料利用快速堆肥化裝置堆積發酵所產製之堆肥，不影響小白菜及薺菜種子的發芽。

表 1. 以快速堆肥化裝置製作之不同堆肥對小白菜及薺菜種子發芽率影響

Table 1. Effect of different composts prepared by rapid composting device on germination percentage of Pak-choi and water convolvulus seeds.

Composts	Germination percentage (%)	
	Pak-choi	Water convolvulus
RC1 ²⁾	91 a ¹⁾	87 a
RC2	90 a	87 a
RC3	93 a	89 a
RC4	90 a	86 a
RC5	89 a	85 a
Vegetable garden soil (CK)	90 a	87 a

1. Means values within column followed the same letter are not significant by DMRT at 5 % probability level.

2. RC1, dried leaves: rice bran: ground rice hull=5:3:2. RC2, media waste of mushroom culture: ground rice hull: coconut ground fiber: rice bran=3:3:3:1. RC3, media waste of mushroom culture: ground rice hull: coconut ground fiber: rice bran=3:3:2.5:1.5. RC4, media waste of mushroom culture: ground rice hull: coconut ground fiber: rice bran=3:3:2:2. RC5, ground rice hull: coconut ground fiber: rice bran=5:3:2.

五、新型專利

本快速堆肥化裝置已於 2008 年 1 月 21 日取得中華民國新型專利，專利字號「新型第 M326015 號」，專利期間自 2008 年 1 月 21 日至 2017 年 8 月 30 日止。

參考文獻

- 王銀波。1999。利用堆肥法處理農牧廢棄物之優點。堆肥製造技術。行政院農業委員會農業試驗所及中華永續農業協會編印 p. 39-48。
- 王佩蓮、劉美玲。2000。大地的維他命－落葉變堆肥之探討。科學教育研究與發展專刊 12: 69-89。
- 林鴻淇。1999。堆肥製造原理。堆肥製造技術。農業試驗所及中華永續農業協會編印 p. 49-58。
- 陳文卿、陳國帝。2002。有機廢棄物處理之技術與對策。推動有機資源（廚餘）應用技術研討會論文集 p. 1-24。行政院環境保護署編印。
- 楊盛行、鍾仁賜、林鴻淇。1992。食品、農產廢棄物減量、資源及堆肥化之探討（第2年）。行政院環境保護署委託研究報告 p. 1-3。
- 蔡永皞。1998。快速堆肥製造技術研究。農產廢棄物在有機農業之應用研討會專刊 p. 53-66。台灣省桃園區農業改良場編印。
- 簡宜裕、林財旺。1998。農產廢棄物堆肥製造技術研究。農產廢棄物在有機農業之應用研討會論文集 p. 1-20。台灣省桃園區農業改良場編印。
- 簡宜裕。1999a。製造堆肥時材料的碳氮比及水分含量之調整。堆肥製造技術。農業試驗所及中華永續農業協會編印 p. 59-64。
- 簡宜裕。1999b。堆肥品質鑑定方法。堆肥製造技術。農業試驗所及中華永續農業協會編印 p. 73-82。
- 羅秋雄。2006。改良型通風式堆肥箱。桃園區農技報導 20 期。行政院農業委員會桃園區農業改良場編印。
- Barth, J. and B. Kroeger. 1998. Composting process in Europe. *Biocycle*, 39(4): 65.
- Hsieh, S. C., and C. F. Hsieh. 1990. The use of organic mater in crop production. FFTC extension bulletin No.315.
- Holland, F. and A. Proffitt. 1998. Overview of composting in the U.K. *Biocycle*, 39(2): 69.

Manufacture of Rapid-Composting Device

Chiu-Shyoung Lo, Chun-Chao Chuang, Shui-Ho Cheng

Abstract

The stinking smell is often generated from making compost using kitchen and farm wastes. In order to solve this problem, a rapid composting device, consisting of a compost container, net support, and exhausting and aeration system was designed, this device ensured aerobic fermentation and the generation of heat from decomposition of organic matters by aerobes in the composting process. The compost container enclosed with double wall could cumulate and keep heat in the composting materials, which made temperature rising up to 60-70°C for more than 5 days and killed pathogens, insect eggs, and weed seeds. It took only 25-30 days to complete the composting process. No stinking smell was detected. The waste liquid collected from waste water outlet could be used as liquid organic fertilizer. Results of seed germination test in Pak-choi and water convolvulus, using composts prepared by rapid composting device and mixed with 50 % soil in volume as germination media, indicated that the percent germination was not significantly influenced by various composts. This new device for rapid composting would be of use for farmers, school, community and family etc. in making compost.

Key words: organic wastes, composting, compost, liquid organic fertilizer.