

廚餘去水處理後裝填於生物分解垃圾袋之堆肥化研究¹

黃瑞彰 楊紹榮²

摘 要

黃瑞彰、楊紹榮。2003。廚餘去水處理後裝填於生物分解垃圾袋之堆肥化研究。台南區農業改良場研究彙報 42：60~74。

廚餘蒐集後將水分去除，再裝填入生物分解垃圾袋，進行堆肥化處理，評估生物分解垃圾袋之分解率，並探討堆肥化後產品之化學組成分及施用於作物之影響。調查得知：廚餘去水後，置於生物分解垃圾袋，在堆肥化後 30~35 天生物分解垃圾袋完全分解，而未去水的廚餘，其外包的生物分解垃圾袋在堆肥化後 45~50 天才分解。又去水廚餘裝填於生物分解垃圾袋經堆肥化後之有機質產品其鈉離子含量較含水廚餘處理有明顯的減少，平均減少 35.7%。將去水廚餘裝填入生物分解垃圾袋經堆肥化後之有機質產品利用於小白菜盆植試驗得知，其植株生育及產量均優於含水廚餘及對照處理。

關鍵字：生物分解垃圾袋、廚餘、去水處理、堆肥化

接受日期：2003 年 7 月 22 日

前 言

由於「資源有限、需求無盡」，人們已漸感環境壓力，重視廢棄物之資源化及再利用。因此將都市垃圾（municipal solid waste, MSW）等有機廢棄物加以堆肥化，轉變為有用資源再利用之處置方式，有逐漸增加之趨勢^(34,35)。堆肥化實際上是利用微生物將固態有機廢棄物分解成較安定且類似腐植質之類物質之一種程序^(34,37)。一般以好氧系統微生物參與分解。好氧堆肥化之主要產品是二氧化碳、水、穩定有機物（大部份是腐植質）及灰份等^(34,37)。堆肥化主要優點之一是能有效減少重量及體積。都市垃圾堆肥化期間重量及體積各減少約 50%⁽³⁶⁾。

根據環保署統計資料^(14,17)；一般垃圾之物理組成分類中，廚餘類佔有比率在 17.9-25.8% 之間(民國 81 年~89 年)，倘能善加利用，將廚餘等有機廢棄物進行堆肥化處理，如此不但可解決有機廢棄物污染環境的問題，維護生態環境，還可利用其所富含的有機物及養分，改善土壤之理化性質，提高土壤肥力，增加作物生產與改善產品品質^(2,4,5,6,17,19,21,22,23)。惟比較豬糞、雞糞或單純的果菜市場廢棄物，廚餘之成分顯然較複雜，又有油水等問題。此外，廚餘堆肥利用於農作物栽培所面臨問題即是難以瞭解與掌握堆肥化過程中有機物之轉化及如何訂定堆肥品質標準，導致農民使用意願也不高^(4,6,10)。

1. 行政院農業委員會台南區農業改良場研究報告第 293 號。本研究承行政院農業委員會 91 農科-1.4.1-南-N3 計畫補助，特致謝忱。

2. 行政院農業委員會台南區農業改良場助理研究員及研究員。台南市林森路一段 350 號。

根據台灣區塑膠製品工業同業公會的統計（民國 81 年~89 年），台灣地區每人每年塑膠的消費量平均為 130.5kg(範圍 124-141.1kg)。因此每年所產生的塑膠廢棄物量也頗多，在這些塑膠廢棄物中，有 57% 為塑膠袋及膜。而前述一般垃圾之物理成分中塑膠類之比率也在 17.8-22%（民國 81 年至 88 年）^(14,20)，凡此均顯示塑膠過度的氾濫使用。為了減少日常生活中傳統塑膠的使用、採用生物可分解垃圾袋配合廚餘等有機廢棄物的分類蒐集，進行資源再生對於廢棄物減量及現行的垃圾處理方式將有莫大的助益。目前國內外，對於廚餘等有機廢棄物回收再製堆肥之成果及所衍生的問題已有頗多報導^(1.3.4.7.8.9.11.12.15.18.22.24.25.26.27.30.31.32.33.37)。

台南場早先曾採用生物分解垃圾袋填裝廚餘有機廢棄物進行堆肥化處理⁽²⁴⁾。生物分解垃圾袋，在堆肥化後 44 天完全分解，其所產製的有機肥利用於小白菜後續試驗得知：對於植株生育、產量及主要、次要元素含量與對照產品比較，並無顯著差異存在。另外，在堆肥化過程中，在厭氧發酵下，當鈉離子濃度在 7,542mg/l 時即會造成 50% 的微生物生長抑制，而濃度在 30,000mg/l 以上時則造成完全抑制，另廚餘所含的大量油脂，亦會造成微生物外圍被包覆，而降低發酵速率⁽²⁹⁾。此外廚餘含水量太多，久放後易發生臭酸茶味，在進行家庭化廚餘堆肥生產時，也易長蛆，且在蒐集過程中滲出的水，會導致環境的髒臭等^(8,30)。有鑑於此，本研究乃在廚餘蒐集後，進行去水與否之處理，再裝填於生物分解垃圾袋，評估其對堆肥化之影響，俾減少廚餘在回收過程中所造成的困擾。

材料與方法

本研究供試材料採用偉盟工業股份有限公司與義大利 Novamont 公司合作生產之 Mater-Bi 生物分解垃圾袋（代號 NF01U，成分為 50% 澱粉+50% 聚己內酯，PCL），茲將試驗過程敘述如下：

一、廚餘去水處理再填裝於生物分解垃圾袋之堆肥化及作物栽培評估

本研究分別在佳里及台南兩地進行，前者堆積槽較大（長×寬×高=5m×5.8m×1.6m），後者堆積槽較小（長×寬×高=1.5m×0.8m×1.8m），茲分述之

(一)佳里試區

91 年 4 月 10 日在台南縣佳里鎮農牧廢棄物處理中心進行，計有含水廚餘及去水廚餘再填裝於生物分解垃圾袋二處理，本研究去水廚餘為廚餘置於生物分解垃圾袋後，剪洞，令其自然流出水分。並以傳統不放廚餘做對照。供試廚餘分別為 168kg 及 168kg(25 小包)。每一堆積槽所用初原料為牛糞、豬糞及菇類廢棄物總計為 19,580kg，堆積槽大小，長×寬×高為=5m×5.8m×1.6m。於 91 年 4 月 25 日進行第一次翻堆，每一週翻堆一次，經十二次翻堆後，於 91 年 8 月 1 日結束試驗，並裝袋運回本場進行成分分析及後續盆植小白菜栽培試驗。計有去水廚餘堆肥，含水廚餘堆肥及對照等三種處理，每一處理種植 6 盆，每一盆種 3 株，廚餘堆肥處理每一盆放 2.5kg 栽培介質摻混 500g 廚餘肥，對照處理每一盆放 3kg 栽培介質（為德國, Capriflor 牌 pH 為 6.0-6.5, EC 為 0.35dS/m, N、P₂O₅、K₂O 分別為 140, 160 及 180mg/l），充份拌均後置於 8 英吋素燒盆，供試小白菜於 91 年 8 月 5 日播種（直播），同年 9 月 1 日採收。植株生育期間供試處理不再施用肥料。

(二)台南試區

1.台南本場部份

91年4月30日於本場小型簡易堆積槽大小，長×寬×高=1.5m×0.8m×1.8m，進行廚餘堆肥化處理，計有含水廚餘及去水廚餘再填裝於生物分解垃圾袋各15袋（總重分別為55.75kg），本研究去水廚餘處理，是將廚餘以自來水清洗再將其置於生物分解垃圾袋，堆積用初原料為牛糞、豬糞及菇類太空包廢棄物，每一處理分別為1,080kg，總計有3,240kg。91年5月14日第一次翻堆，每週翻堆一次，經九次翻堆後，於91年8月13日及14日結束並進行成分分析及後續小白菜盆植試驗及田間結球萵苣栽培評估；盆植小白菜於91年9月4日種植，10月7日採收。田間結球萵苣評估，分為去水廚餘及對照二試區，每一試區有197.6m²，分別施用廚餘去水後再裝填於生物分解垃圾袋經堆肥後所得有機質及對照（不加廚餘）有機質各300kg，經中耕入土整地作畦後，於91年10月30日種植結球萵苣，供試結球萵苣於91年12月5日開始採收後迄12月17日止，採收後調查結球萵苣產量及其可溶性固形物。

2.台南崇誨社區部份

91年8月10日於台南崇誨社區廚餘志工張秀琴處，利用小型塑膠發酵桶（體積為66l）進行含水廚餘及去水廚餘再填裝於生物分解垃圾袋之堆肥化處理，本研究去水廚餘處理，是將廚餘先以自來水清洗，經隔夜後，再裝於生物分解垃圾袋，含水廚餘處理分別在8月10日、11日、15日、20日、30日、31日，9月1日及5日分別裝3kg、3.6kg、1.2kg、4.3kg、5.7kg、4.7kg及3.4kg於Mater-Bi生物分解垃圾袋，此外並加入3.3kg輔助發酵菌及6.25kg之鋸木屑，至於去水廚餘則在8月10日、11日、15日、26日、30日、31日，9月1日、4日、16日及9月17日分別加瀝乾之廚餘2.7kg、1.9kg、1.5kg、2.4kg、4.5kg、2.7kg、3.2kg、1.6kg、5.2kg及1.9kg於生物分解垃圾袋，後再置於小型發酵桶，總計含水廚餘量為27.6kg，輔助發酵菌有4.5kg；供試二處理於9月29日結束，並裝袋運回本場，進行成分分析及小白菜盆植試驗計有含水廚餘及去水廚餘二處理，並以不加廚餘之栽培介質為對照，每一處理分別取0.5kg廚餘有機肥，混以2.5kg栽培介質，充分拌勻後置於8英寸素燒盆，每一處理三重複，供試小白菜於92年1月20日播種（直播），同年2月18日採收。植株生育期間不再施用肥料。

二、調查項目

(一)堆肥化處理期間生物分解袋裂解率調查

(二)堆肥化處理期間堆積發酵槽的溫度，水分及導電度

(三)堆肥化後之有機肥產品成分分析

1.水份、pH、EC值，及有機質含量測定

供試樣品堆肥化後所獲得之有機肥於台南本場土壤肥料研究室進行水份、pH、導電度及有機質含量測定。茲將分析方法敘述如下：

(1)水分含量測定：採取樣品，裝入帶蓋之罐內，加以密封，以防水分之蒸發，取一部分樣品放入已知重量之玻璃皿內，迅即秤重，然後放置於105℃之烘箱內烘乾8小時，取出冷卻，秤重。求其水分重量百分率=【(原土重量-烘乾土重量)/烘乾土重量】×100

(2)導電度（Electrical conductivity）測定：秤取樣品15g放入小型玻璃杯內，加蒸餾

水 75ml (樣品與水之比為 1:5) 作成懸浮體，過濾後，以導電度計 (US597 型) 測定之

(3)pH 測定：秤取樣品 15g 加蒸餾水 75ml (樣品與水之比為 1:5) 作成懸浮體，以 pH meter (TOA, HM-30V 型) 測定之。

(4)有機質含量測定：秤取樣品 0.1g，放入錐形瓶內，加 $K_2Cr_2O_7$ 溶液 10ml，濃硫酸 10ml，充分搖勻，靜置 2 小時後，加水 80ml 過濾，取濾液以 spectrophotometer (Hitachi, U-2000 型) 波長為 600nm 測定。

2. 主要、次要元素含量測定

各供試樣品，依實驗目的，進行主要、次要元素含量分析，將供試材料，以去離子水洗淨後，裝入紙袋，置於通風之乾燥箱，先以 100°C 烘乾 1 小時，再調至 70°C 烘乾 48 小時。以磨碎機 (Wiley mill) 將樣品磨碎，通過 20mesh 篩選，裝瓶加蓋供灰化用。以分析天秤秤取供試材料 10g 於坩堝中，放入高溫灰化爐內以 560°C 灰化 10 小時，灰化後之樣品，用 30ml 之 3N HCl 緩緩倒入 100ml pyrex 燒杯中，加 1 ml 濃度 HNO_3 煮沸之，俟冷卻後，以去離子水定量至 50ml 裝瓶，用 Whatman No.42 濾紙過濾，待分析，以感應偶合電漿光譜儀 (Inductively Coupled Plasma Emission Spectrophotometer, ICP) Model 為 JQBIN-YVON24 測定之 (標準溶液亦同時測定)。

(四)堆肥化後產品利用於盆植試驗作物之植株生育、產量及品質調查

供試作物採收後，記錄不同處理之株高，葉數、葉面積，可溶性固形物及產量，並進行植體主要及次要元素含量測定。

結果與討論

一、廚餘去水處理後裝填於生物分解垃圾袋在發酵槽之裂解率

本試驗分別在佳里及台南本場兩地進行，茲將調查結果分述如下

(一)佳里試區

91年4月10日放置於堆積槽，4月25日第一次翻堆，溫度僅46°C，去水廚餘，再外包的生物分解垃圾袋已破裂，91年5月3日進行第二次翻堆，溫度已升至52°C，已裂解為極小塊碎片，廚餘亦開始腐爛；至於含水廚餘，再外包的生物分解垃圾袋僅裂解為大塊碎片，且廚餘未腐爛；91年5月9日第三次翻堆，去水廚餘之生物分解垃圾袋已完全分解，含水廚餘所外包的生物分解垃圾袋則分解成小碎片，袋內廚餘，除玉米梗及玉米穗軸外葉外，均已腐爛；5月24日第四次翻堆時，不論去水或含水處理廚餘再裝填於生物分解垃圾袋均已全部完成分解；91年6月25日玉米外葉及莖梗已呈枯萎及碎化。調查得知：廚餘去除水分後，所外包的生物分解垃圾袋，在堆肥化後30天，生物分解垃圾袋即完全分解，而含水廚餘，其外包的生物分解垃圾袋則需45天才完全分解。

(二)台南試區

在台南本場之試驗，91年5月14日第一次翻堆，去水廚餘所外包的生物分解垃圾袋已破裂，惟袋內廚餘尚未腐爛，含水廚餘再外包的生物分解垃圾袋則尚未破裂，廚餘亦未腐爛。5月20日進行第二次翻堆，供試生物分解垃圾袋，以手極易撕裂。91年5月29日第三次翻堆

，去水廚餘所外包的分解垃圾袋已分解成小塊碎片而且碎片量很少，廚餘亦已腐爛惟粽子葉、玉米葉及玉米莖梗則未腐爛。至於含水廚餘所外包的生物分解垃圾袋已分解成中塊碎片，廚餘亦腐爛，91年6月4日第四次翻堆，去水廚餘其外包的生物分解垃圾袋已完全裂解，袋內廚餘，除玉米葉、莖及竹葉外，其餘全部腐爛。而含水廚餘分解垃圾袋尚有小塊碎片，玉米葉及莖未腐爛。91年6月18日第五次翻堆，去水及含水廚餘均已完全裂解及腐爛，除竹葉外，玉米葉、莖亦已開始乾燥萎縮成小塊，91年7月2日，竹葉、玉米葉及莖均已碎化。調查得知：廚餘去除水分後所外包的生物解垃圾袋，在堆肥化後35天即完全分解，而未去除水分所外包的生物分解垃圾袋則需要50天才分解，至於在台南崇誨社區利用塑膠發酵桶之堆肥化試驗得知：從91年8月10日開始進行堆肥化迄91年9月29日結束，含水廚餘總計裝填7個生物分解垃圾袋，空白袋子之總重量為81.67g，去水廚餘則裝填10個生物分解垃圾袋，袋重為116.55g，經51天之堆肥化處理後，仍可見到生物分解垃圾袋之殘留碎片，調查得知：含水廚餘及去水廚餘袋子洗淨後烘乾之重量分別37.79g及68.11g，其失重率為46.27%及58.43%。塑膠發酵桶之生物分解垃圾袋沒有完全分解究其原因，可能與其堆積桶大小僅66l，致累積的溫度不夠，加上並未翻堆且堆肥化期間僅51天有關^(21,22)。作者早先採用同一大小發酵桶及生物分解垃圾袋利用於果菜廢棄物（甘藍外葉）之堆肥化處理亦有相同現象⁽²¹⁾。台南崇誨試區之堆肥化試驗得知：裝填去水廚餘之生物分解垃圾袋經51天堆肥化後，失重率較裝填含水廚餘之同型袋提高12.2%，也證實廚餘去水後再裝填於生物分解垃圾袋，其分解速度較快。本研究調查亦得知：堆肥化期間，去水廚餘之發酵桶僅得到1,850ml發酵液，而含水廚餘則多達4,900ml，也顯示水分多寡影響生物分解速率^(13,16)。按本研究所採用的生物分解垃圾袋，其成分是50%澱粉+50%聚己內酯，二者均是可以自然分解的材料，堆肥化後供試生物分解垃圾袋之分解率不一，與前面所敘述的堆積槽大小及堆積材料之水分等有相當大的關係。

本研究佳里試區4月10日將供試廚餘放置於發酵槽進行堆肥化後，從4月26日開始，每隔一星期定期取樣進行去水廚餘，含水廚餘及對照處理之水分含量及導電度分析，分析得知：在佳里地區不論去水或含水廚餘處理，在堆肥化後94天左右，堆積槽之水分降至33~36%，去水廚餘處理在堆積槽內的水分含量在堆肥化期間，大部均較含水廚餘處理為少（圖1），導電度值別較無規則可循（圖2），台南本場試區之分析結果亦呈相同趨勢（圖3及圖4）。去水或含水廚餘處理在堆肥化後63天，堆積槽水分含量大致在25~27%，至於堆肥化期間，發酵槽的溫度在台南本場試區之調查則以去水廚餘處理的較高，惟在後期對照未放廚餘及含水廚餘再裝填於生物分解垃圾袋的處理，堆積槽溫度卻明顯增高（圖5），此可能因後期對照處理區未放廚餘及含水廚餘含有較高水分（圖3）有利於發酵進行所致。

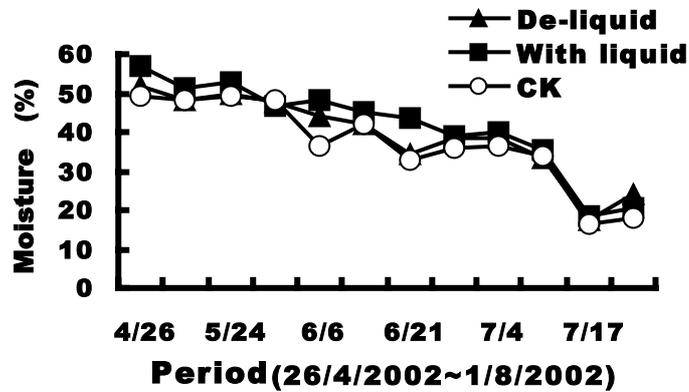


圖1. 添加裝有去水或不去水廚餘之生物分解垃圾袋堆肥化期間之水分變化 (佳里試區)

Fig1. Moisture of fermented tank incorporated with household & biodegradable trash bags during composting period (Chia-Li location)

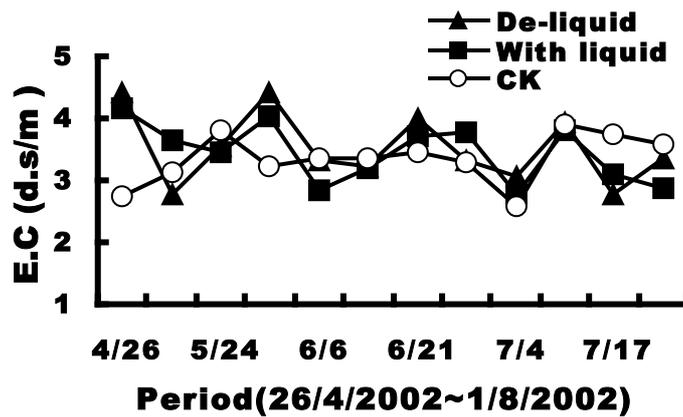


圖2. 添加裝有去水或不去水廚餘之生物分解垃圾袋堆肥化期間之導電度變化 (佳里試區)

Fig 2. Electrical conductivity of fermented tank incorporated with household & biodegradable bags during composting period (Chia-Li location)

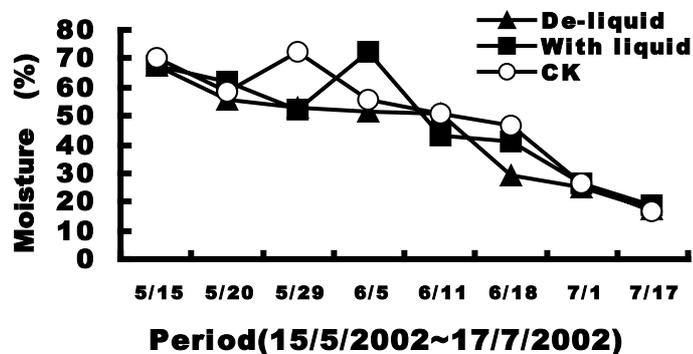


圖3. 添加裝有去水或不去水廚餘之生物分解垃圾袋堆肥化期間之水分變化（台南本場試區）

Fig 3. Moisture of fermented tank incorporated with household & biodegradable trash bags during composting period (Tainan location)

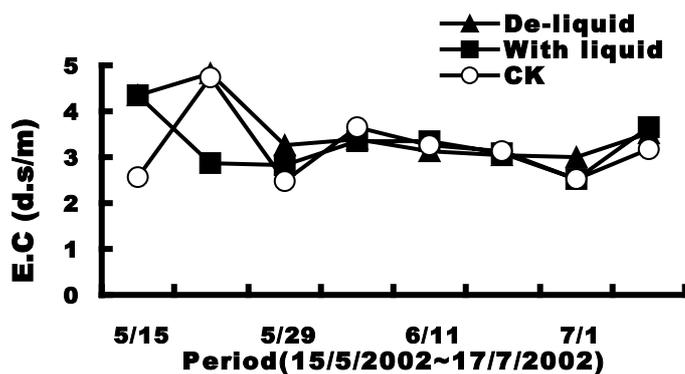


圖4 添加裝有去水或不去水廚餘之生物分解垃圾袋堆肥化期間之導電度變化（台南本場試區）

Fig 4. Electrical conductivity of fermented tank incorporated with household & biodegradable trash bags during composting period (Tainan location)

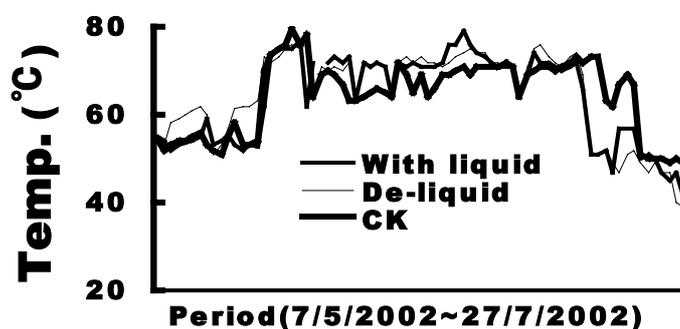


圖5. 添加裝有去水或不去水廚餘之生物分解垃圾袋堆肥化期間之溫度變化 (台南本場試區)
 Fig 5. Temperature of fermented tank incorporated with biodegradable trash bags & household during composting period (Tainan location)

二、添加裝有去水或不去水廚餘之生物分解垃圾袋堆肥化後之有機質產品化學性質及成分含量分析

本研究佳里試區農牧廢棄物處理中心，堆積前之初原料分析得知：水分、pH、導電度及有機質分別為48.04%、5.53、2.79dS/m及69.15%；主要元素氮、磷、鉀、鈣、鎂之含量分別為1.82、0.41、0.18、0.027及0.25%；次要元素鋅、銅、鐵及錳含量分別120、33.8、4,031及316ppm。茲將不同處理堆肥化後之成分敘述如下：廚餘填裝於生物分解垃圾袋前之去水處理與否，經堆肥化後之產品其有機質含量、pH值，主要元素及次要元素含量大致無明顯差異(表1)，惟堆積槽有放廚餘者，不論是否為含水或去水再裝填於生物分解垃圾袋，其主要元素鈣含量明顯低於對照處理，次要元素鐵的含量顯然高於對照處理(表1)；從經堆肥化有機產品成分分析資料，如pH值、元素含量等提昇，顯示堆肥化處理確實能將有機廢棄物分解成較安定且類似腐植質之一種程序^(34,37)，另對照處理產品之導電度最高，主要為鈣含量高所致。至於台南本場去水廚餘經堆肥化後之產品主要元素，諸如氮、鉀及鈣含量均高於含水廚餘及對照產品(表2)；在次要元素方面，鐵、銅及錳的含量也明顯高於含水廚餘及對照產品(表2)，惟鋅含量則明顯偏低。檢測鈉含量得知：廚餘裝袋前，先去除水份之鈉含量為0.92%，而未去水的廚餘則高達1.63%(表2)，去水廚餘鈉含量降低43%。而台南崇誨試區去水廚餘經堆肥化後之產品主要元素，鉀及鈣含量均高於含水廚餘產品(表2)；在次要元素方面也明顯高於含水廚餘產品(表3)；檢測堆肥化後之產品，其鈉含量得知：廚餘裝袋前，先去除水份廚餘之鈉含量為0.18%，而未去水的廚餘則高達0.28%(表3)，去水廚餘鈉含量可降低35.7%。本研究三個試區，去水廚餘處理之導電度均高於含水廚餘處理，主要原因為去水廚餘可降低鈉含量，致堆肥發酵速率較快速及完全，有機質產品品質較佳。另由台南崇誨試區利用小型廚餘發酵桶之處理得知：廚餘經過水洗後在未進行堆肥化前，其鈉含量僅0.681%，而含水廚餘之鈉含量則過高達2.663%，因此廚餘水洗確實可降低鈉含量，其後續評估仍待持續進行。

表1. 添加裝有去水或不去水廚餘之生物分解垃圾袋對堆肥化後產品化學性質及成分含量之影響（佳里試區）

Table 1. Effect of treatment of household (de or with liquid) incorporated in biodegradable trash bags on chemical properties of organic matters after composting (Chia-Li location)

處理 Treatment	pH	導電度 E.C. (1:5)(dS/m)	水分 Mois. (%)	有機質 O.M. (%)	主要元素 Macro-elements					次要元素 Micro-elements			
					N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn
對照	6.29	3.57	18.0	64.6	2.49	0.62	0.46	0.29	0.35	2,781	137.5	41.3	343
去水廚餘*	6.23	3.35	23.9	65.3	2.31	0.60	0.46	0.01	0.35	4,125	148.8	43.8	353
含水廚餘**	6.24	2.88	20.7	63.9	2.42	0.60	0.48	0.01	0.35	5,469	132.5	40.0	335

Mater-Bi生物分解垃圾袋(白色，0.03mm)

Mater-Bi biodegradable trash bag (0.03mm in thickness ,white in colour)

處理期間：91年4月10日-91年8月1日

Period:10/4/2002-1/8/2002

*：Household de-liquid **：Household with liquid

表2. 添加裝有去水或不去水廚餘之生物分解垃圾袋對堆肥化後產品化學性質及成分含量之影響（台南本場試區）

Table 2. Effect of treatment of household (de or with liquid) incorporated in biodegradable trash bags on chemical properties of organic matters after composting (Tainan location)

處理 Treatment	pH	導電度 EC (1:5)(dS/m)	水分 Mois. (%)	有機質 O.M. (%)	鈉 Na (%)	主要元素 Macro-elements					次要元素 Micro-elements			
						N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn
對照	7.08	3.58	31.4	71.8	1.6	3.20	0.64	0.56	0.76	0.36	4,313	500	52.5	463
去水廚餘*	5.42	8.57	27.1	72.0	0.92	5.29	0.50	1.48	1.04	0.51	6,469	137.5	56.3	1,625
含水廚餘**	7.14	2.23	19.8	64.1	1.63	3.27	0.69	0.67	0.90	0.36	3,406	437.5	55	500

Mater-Bi生物分解垃圾袋(白色，0.03mm)

Mater-Bi biodegradable trash bag (0.03mm in thickness ,white in colour)

處理期間：91年4月30日-91年8月14日

Period:30/4/2002-14/8/2002

*：Household de-liquid **：Household with liquid

表3. 添加裝有去水或不去水廚餘之生物分解垃圾袋對堆肥化後產品化學性質及成分含量之影響（台南崇誨試區）

Table 3. Effect of treatment of household (de or with liquid) incorporated in biodegradable trash bags on chemical properties of organic matters after composting (Tainan Chung-hui location)

處理 Treatment	pH (1:5)	導電度 EC (dS/m)	水分 Mois. (%)	有機質 O.M. (%)	鈉 Na (%)	主要元素 Macro-elements					次要元素 Micro-elements			
						N	P	K (%)	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn
去水廚餘*	8.25	4.21	63.2	82.6	0.18	2.02	0.53	1.48	3.34	0.49	1,938	171.3	37.5	71.3
含水廚餘**	5.95	2.93	52.4	79.1	0.28	2.10	0.60	1.09	2.41	0.45	1,906	147.5	33.8	147.5

Mater-Bi生物分解垃圾袋(白色，0.03mm)

Mater-Bi biodegradable trash bag (0.03mm in thickness ,white in colour)

處理期間：91年8月10日-91年9月29日

Period:10/8/2002-29/9/2002

*：Household de-liquid **：Household with liquid

三、生物分解垃圾袋填裝廚餘堆肥化後之有機質利用於盆植小白菜栽培試驗

本研究不同時期堆肥化後之產品利用於小白菜試驗，調查得知：佳里試區去水廚餘再填裝於生物分解垃圾袋所獲得之有機肥利用於小白菜盆植試驗，不論株高、葉面積及單株重，均顯著優於含水廚餘處理，且差異非常顯著（表4），台南本場試區則不顯著（表4）。至於台南崇誨社區所得之廚餘堆肥利用盆植小白菜試驗亦顯示含水廚餘、去水廚餘及對照等三處理，在植株株高、葉數及單株重均無顯著差異，惟葉面積則以對照最少（表4）。本研究植株生育期間，並不再施用液肥或其他肥料，因此對照處理採收之產量均較差（表4）。採收後小白菜之植體分析顯示：從佳里試區所獲得的產品不同處理間主要元素含量，大體無明顯差異，含水廚餘所產生的有機質產品其氮含量稍高（表5）。另外含水廚餘所產出的有機質產品之次要元素諸如銅含量，也明顯偏高（表5），原因則待進一步評估。從台南本場試區所獲得的產品利用於小白菜栽培，採收後主要及次要元素含量除了錳元素含量在去水廚餘處理較高外，其他元素含量，不同處理則差異不明顯（表5）。另從台南崇誨試區所獲得的產品利用於小白菜栽培，採收後主要元素，除鉀元素含量在含水處理較高外，其他元素含量，不同處理則差異不明顯，而次要元素含量無論去水或含水廚餘，鐵、銅及錳含量均較對照低，只有鋅含量較對照高（表5）。

表4. 添加裝有去水或不去水廚餘之生物分解垃圾袋堆肥化後之有機質利用於盆植小白菜栽培採收後性狀

Table 4. Growth of pai-tsai grown in organic matters incorporated with household & biodegradable trash bags

地點 Location	處理 Treatment	株高 Height (cm)	單株重 Weight/plant (g)	葉數 Leaf No (枚)	葉面積 Leaf area (cm ²)	可溶性固形物 Total soluble solids (Brix °)	種植-採收期 Planting- harvesting
佳里試區 Chia-Li location	對照	21.8b	26.2b	6.ab	605.8a	3.7a	91年8月5日-9月1日
	去水廚餘*	27.4a	42.3a	6.7a	923.0a	3.6a	5/8/2002-1/9/2002
	含水廚餘**	24.8a	29.2b	5.2b	642.7a	3.8a	
台南本場試區 Tainan location	對照	20.8a	18.9a	5.3a	450.3a	3.43a	91年9月4日-10月7日
	去水廚餘*	21.6a	21.4a	5.3a	83.9a	3.23a	4/9/2002-7/10/2002
	含水廚餘**	21.3a	20.3a	5.4a	486.2a	3.27a	
台南崇誨試區 Tainan Chung- hui location	對照	20.5a	20.7a	5.6a	399.4b	-	92年1月20日-2月18日
	去水廚餘*	20.2a	22.2a	6.1a	497.2a	-	20/1/2003-18/2/2003
	含水廚餘**	20.2a	21.1a	6.0a	488.1a	-	

同一直欄內英文字母相同者表差異不顯著 (P=5%)

Means within each column followed by the same letter are not significantly different at 5% level

Mater-Bi生物分解垃圾袋(白色, 0.03mm)

Mater-Bi biodegradable trash bag (0.03mm in thickness ,white in colour)

* : Household de-liquid ** : Household with liquid

表5. 添加裝有去水或不去水廚餘之生物分解垃圾袋堆肥化後之有機質利用於盆植小白菜栽培採收後之主要及次要元素含量分析

Table 5. Macro and micro elements content of pai-tsai grown in organic matters incorporated with household & biodegradable trash bags

地點 Location	處理 Treatment	主要元素 Macro-elements					次要元素 Micro-elements			
		N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn
		(%)					(ppm)			
佳里試區 Chia-Li location	對照	3.62	1.38	5.86	2.24	0.61	223.8	85	23.8	72.5
	去水廚餘*	3.29	1.37	5.77	2.74	0.59	187.5	88.8	30	105
	含水廚餘**	4.15	1.27	5.33	2.12	0.53	208.8	65	123.8	68.8
台南本場試區 Tainan location	對照	5.06	0.67	4.77	1.75	0.5	190.8	88.0	7.08	81.3
	去水廚餘*	5.14	0.67	4.81	1.71	0.48	182.5	127.1	6.67	116.3
	含水廚餘**	5.02	0.63	4.84	1.56	0.48	299.6	114.6	5.00	90
台南崇誨社區 Tainan Chung- hui location	對照	5.76	0.67	0.67	1.68	0.85	125	77.5	7.50	118.8
	去水廚餘*	5.58	0.75	0.37	1.96	0.88	109	107.5	6.25	116.3
	含水廚餘**	5.65	0.76	0.96	1.99	0.88	104	105.0	5.0	113.8

* : Household de-liquid ** : Household with liquid

四、生物分解垃圾袋填裝廚餘堆肥化後之有機質利用於田間結球高苣栽培

本試驗供試結球高苣於91年10月1日種植，同年12月5日開始採收，迄12月17日結束採收後，調查得知：去水廚餘及對照試區所採收的植株單粒重與可溶性固形物並無顯著差異（表6）；採收後之結球高苣主要元素氮、磷、鈣及鎂之含量以對照處理較高（表6），次要元素（錳除外）亦以對照處理較高，且顯著偏高（表6），是否為取樣誤差，仍待一步探討。

表6. 添加裝有去水廚餘之生物分解垃圾袋堆肥化後之有機質利用於田間結球高苣栽培採收後之產量及主要、次要元素含量分析

Table 6. Growth and content of macro & micro elements of head lettuce grown in field mixed with organic matters incorporated with household & biodegradable trash bags

處理 Treatment	單株重 Weight/plant (g)	可溶性固形物 Total soluble solids (Brix°)	主要元素 Macro-elements					次要元素 Micro-elements			
			N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn
對照 CK	0.652a*	1.75a	3.40	2.70	0.93	2.09	0.78	12,813	187.5	33.8	26.8
去水廚餘 Household de-liquid	0.598a	1.85a	3.20	0.59	1.48	0.95	0.59	205	76.3	7.5	875

*：同一直欄內英文字母相同者表差異不顯著（P=5%）

*：Means within each column followed by the same letter are not significantly different at 5% level

**：種植-採收期：91年10月30日~91年12月5日~91年12月17日

**：Planting-harvesting:30/10/2002~5/12~17/12/2002

結 語

目前在台灣，由於沒有做好垃圾分類，因之廚餘與一般垃圾送往掩埋場或焚化處理。依據德國的經驗，每噸垃圾以焚化方式處理需花費9,300元新台幣，掩埋方式需花費6,200元新台幣，而以堆肥化處理，則僅需3,565元新台幣。由於廚餘中具有豐富的無機鹽如氮與磷等，若將之視為資源垃圾再以適當方法處理，如能以堆肥化處理，不但花費最少，且可以得到有機肥的回收；非但對於台灣地區之掩埋場及焚化爐設施的使用年限的延長有莫大的幫助外，也可減少大眾對於掩埋場及焚化爐設立的排斥及抗爭，因此廚餘堆肥化應該是很值得鼓勵的措施。在韓國及日本已經實行廚餘回收，身為開發中國家的我們應積極朝有機廢棄物回收處理努力，因此台灣地區針對廚餘問題，必須規劃整體處理系統，包含收集分類、運輸及最後的處理工作，因此本研究初步結果將提供一可行方法，並結合資源化利用及永續發展，期望解決日益嚴重的垃圾問題。初步調查得知：廚餘去水分後再放入生物分解垃圾袋進行堆肥化處理，在堆肥化後30~35天生物分解垃圾袋完全分解，而廚餘未先去除水分再裝入生物分解垃圾袋進行堆肥化處理，在堆肥化後45~50天生物分解垃圾袋完全分解。且去除水分之廚餘經堆肥化後所得的有機質產品，其鈉的含量顯著減少，將產品利用於盆植作物栽培，其植株生育及產量均優於含水廚餘及對照處理。

誌 謝

本研究承行政院農業委員會補助經費(91農科-1.4.1-南-N3)，試驗用廚餘及後續堆肥化，承台南縣新市鄉嗎哪有機農場王宗益先生，台南市崇誨社區張秀琴女士及台南縣佳里鎮佳興農牧廢棄物處理中心代為收集及處理，堆肥化後之產品承本場土壤肥料研究室分析，特一併致謝。

引用文獻

- 1.台東市公所.2000.推動家庭廚餘轉化有機肥執行情形及成果報告.PP.3.
- 2.李文智.李孫聰.林亭好等.1997.垃圾減量---將廚餘變成有機肥料.第十二屆廢棄物處理技術研討會論文集.P.243-247.
- 3.李月寶.1998.農家有機廢棄資源處理與應用.台南區農業改良場技術專刊 89-9 (N0.81).台南區農業改良場編印.PP.10.
- 4.李育義.1999.有機肥料推廣現況及品質管理(堆肥製造技術).行政院農業委員會農業試驗所特刊第88號. P.17-26.
- 5.林財旺.1999.禽畜糞堆肥之製造(堆肥製造技術).行政院農業委員會農業試驗所特刊第88號. P.107-142.
- 6.林鴻淇.1994.堆肥材料.堆肥化過程與堆肥品質.堆肥技術及其利用研討會論文集.中華生質能源學會印.P.35-48.
- 7.林承謨.1999.生物可分解技術資訊.美國穀物協會編印.PP.55.
- 8.林殿琪.2002.論台灣家庭廚餘堆肥現況與未來發展探討—以宜蘭縣廚餘堆肥經驗為例.國立台灣大學環境工程研究所.碩士論文.PP.138
- 9.邱政文譯.1999.美國堆肥協會"可供堆肥塑膠之認定"計畫.生物可分解塑膠技術資訊 .P.29-33.
- 10.洪明龍，2000，家庭廚餘與下水污泥共同堆肥之資源化研究。碩士論文。國立台灣大學環境工程學研究所.PP.116
- 11.洪嘉謨.沈韶儀、林財旺.2003.廚餘堆肥化處理-(1)基本認識.豐年社53(4):20-26
- 12.洪嘉謨.沈韶儀、林財旺.2003.廚餘堆肥化處理-(2)場房規劃及實例簡介.豐年社53(6):22-29
- 13.袁紹英.1994.廢棄物堆肥化過程的微生物作用.堆肥技術及其利用研討會論文集.中華生質能源學會印.P.67-75.
- 14.郝龍斌.2002.環境白皮書(九十年報).行政院環境保護署.P.170-193.
- 15.高銘木.謝翠玲.李春樹.2000.廚餘堆肥化之技術應用.生物可分解材料研討會論文集.中華民國環保生物可分解材料協會編印.P31-43.
- 16.梁永芳.1991.分解性塑膠研究現況介紹.科學發展.19(5):673-682.
- 17.黃基森.1999.有機廢棄物堆肥化處理現況及對策.第一屆廢棄物清理實務研討會論文集 .P.34-42.

- 18.陳彩蓮.1999.「廚餘做堆肥觀摩會」紀實.主婦聯盟新主張.138：1-2.
- 19.陳曼麗.2000.台北市廚餘回收試驗分享.主婦聯盟綠主張.155：1-4.
- 20.張皇珍,段晉義.1998.台灣地區十年來垃圾質量及處理現況檢討報告.第一屆廢棄物清理實務研討會論文集. P.241-250.
- 21.楊紹榮.2000.生物分解垃圾袋在有機廢棄物堆肥化之應用報告. 台南區農業改良場技術專利89-5(NO.103).台南區農業改良場印. PP.31.
- 22.楊紹榮,黃山內.2000.生物分解垃圾袋在有機廢棄物堆肥化之研究. 台南區農業改良場研究彙報 37:86-96.
- 23.楊紹榮.2001.生物分解塑膠在園藝作物栽培利用之研究.台南區農業改良場研究彙報.38：30-44.
- 24.楊紹榮,黃瑞彰,黃山內.2002.生物分解垃圾袋填裝廚餘堆肥化之研究.台南區農業改良場研究會報.39:1-10.
- 25.劉淑惠.2002.垃圾曙光.財團法人自然環境保護基金會印製.PP.101.
- 26.謝怡奕.2000.推廣廚餘回收之回顧與前瞻-以成醫宿舍為例.台南環境.6：23-26.
- 27.鄧銘等.1999.堆肥與生物可分解塑膠考察團出國報告.P.42-43.
- 28.簡宣裕,鄭智馨,張明暉.1999.堆肥品質鑑定方法（堆肥製造技術）.行政院農業委員會農業試驗所特刊第88號.P.73-82.
- 29.鄭凱尹.2001.高溫厭氧消化廚餘之研究.國立屏東科技大學環境工程與科學系碩士論文. PP.99.
- 30.鄭憲章.2001.台北市北投區文化里自主廚餘堆肥處理階段成果報告、台北市社區生活環境關懷協會 編印.PP.21.
- 31.福田 和彥,野長瀨三樹.1996.生分解性 課題.化學經濟 43(12):45-53.
- 32.大島一史.2002.生物分解 最新動向 (Lacea) 市場開發Polyfile · 39(457)：24-26.
- 33.Bastiol, C. and G. Giovanni. 2000. Mater-Bi starch-based materials in the separate collection of municipal solid waste. Proceeding of the Second International Conference on Solid Waste Management . P.501-510.
- 34.Chefetz, B, Hatcher, P. G., Hadar, Y., and Chen, Y., 1996. Chemical and biological char act characterization of organic matter during composting or municipal solid waste,J. Environ. Qual.,25:776-785.
- 35.Gonzalez-Vila F.J., and Madtes C., 2000. November. The state of garbage in America. Biocycle. P.41-48.
- 36.He, X.T., Traina, S.J., and Logan, T.J., 1992. Chemical structural characteristics of humic acids extracted from composted municipal waste, J. Environ. Qual, 318-329.
- 37.Shin,H.S.and S.K.Han.2000.堆肥處理之應用與相關政策.第二屆廢棄物清理實務國際研討會論文集.P.41-42.

Evaluation of De-liquid Treatment of Household Waste Incorporated with Biodegradable Trash Bags under Composting¹

Huang, J.C. and S.R.Yang²

Summary

Effect of treatment of household (de or with liquid) incorporated in biodegradable trash bags under composting on degradation rate of trash bags and chemical properties as well as application in crops of organic matter were evaluated in this study. Results indicated that biodegradable trash bags incorporated with household (de-liquid) degrade completely 30-35 days after composting, while the same bags incorporated with household (with liquid) degrade completely 45-50 days after composting. The Na element of organic matters obtained from biodegradable trash bags incorporated with household(de-liquid)was 35.7% less than the same bags incorporated with household (with liquid) .The growth for leafy vegetable also was better in the former treatment compared to that the same bags incorporated with household (with liquid) .

Key words : Biodegradable trash bags, Household, De-liquid ,Composting
Accepted for publication : 22 July, 2003.

1.Contribution No.293 from Tainan District Agricultural Station,COA. This research was supported by the Council of Agriculture,Executive Yun,under the project of 91 AST-1.4.1-S-N3

2.Assistant Researcher, and Horticulturist, respectively, Tainan District Agricultural Improvement Station,COA. 350,Section 1,Linsen Road, Tainan,701.Taiwan,Republic of China