

行政院國家科學委員會補助
大專學生參與專題研究計畫研究成果報告

* *****
* 計 畫
* : 蔬果廢棄物堆肥成品之有機電池技術開發
* 名 稱
* *****

執行計畫學生： 陳怡靜
學生計畫編號： NSC 100-2815-C-041-006-E
研究期間： 100年07月01日至101年02月28日止，計8個月
指導教授： 盧明俊

處理方式： 本計畫涉及專利或其他智慧財產權，2年後可公開查詢

執行單位： 嘉南藥理科技大學環境資源管理系

中華民國 101年03月31日

目錄

| | |
|------------------|----|
| 摘要..... | 02 |
| 第一章 緒論..... | 03 |
| 1-1 前言..... | 03 |
| 1-2 研究動機及問題..... | 04 |
| 第二章 文獻回顧與探討..... | 06 |
| 2-1各類再生能發電..... | 06 |
| 2-2 各類電池..... | 08 |
| 2-3 碳之基本質..... | 09 |
| 第三章 研究方法與步驟..... | 11 |
| 3-1 研究方法與步驟..... | 11 |
| 3-2 研究方法概述..... | 13 |
| 3-3 研究步驟..... | 14 |
| 第四章 結果與討論..... | 18 |
| 第五章 結論 | 26 |
| 第六章 誌謝 | 27 |
| 參考文獻..... | 28 |

摘要

現今垃圾廢棄物是每個國家主要的環保問題之一。隨著科技的日新月異，人們的飲食也跟著日漸精緻、浪費，過量的人口以及過度的浪費造成了大量的廚餘、垃圾產生，台灣地區每日廚餘產生量約為 4,000 公噸，平均每人每天製造 1.1 公斤以上垃圾，其中廚餘垃圾包括一般剩菜、剩飯、果皮、菜葉、蛋殼、茶葉、肉類等，高達家庭垃圾的百分之三十以上，如果處理不當，任意丟棄或焚燒處理，除耗費能源，將造成二次公害污染，目前全國的科學家皆致力於開發新能源，如果我們可以有效的回收廚餘轉成有用的能源和其他可以重複使用的產品，不僅可以減少垃圾量以及避免耗費不必要的能源，對於減少溫室氣體的排放更是大有幫助。

本研究利用家庭垃圾中的生廚餘所產生的有機液態肥進行發電，利用水果電池的電解原理來測量，將生廚餘所產生的有機液態肥當成電解質，再加上導電體就能產生電壓，使我們可以有效的利用。本研究依序進行步驟：首先，先取得家庭垃圾中的生廚餘所產生的有機液態肥，利用電解原理測量有機液態肥的電流量，再藉由改變各種變因，例如固體導體的材料，導體介質，使用哪些蔬果所產生的液態有機肥等等，利用三用電錶來測量其電流量找出最利於發電的條件。有機液態肥電池不僅可以廢棄物再利用，且不造成環境汙染、價格低廉，更不用擔心丟棄之後對環境造成影響，亦相當具有環保概念。

關鍵詞：垃圾零廢棄、生廚餘、廚餘電池

第一章 緒論

1-1 前言

國內包括廚餘之生物性有機廢棄物產生量極為龐大，若未妥善處理將造成嚴重之環境污染，根據行政院環境保護署(2009)「中華民國環境保護統計年報」資料顯示，我國 98 年度一般廢棄物產生量為 774.8 萬公噸(97 年度為 753.7 萬公噸)，平均每人每日垃圾產生量為 0.920 公斤(97 年度為 0.896 公斤)，廚餘回收量為 72.1 萬公噸(97 年度為 69.1 萬公噸)，資源回收量為 273.8 萬公噸(97 年度為 242.8 萬公噸)，巨大廢棄物回收量為 6.5 萬公噸(97 年度為 4.4 萬公噸)，一般廢棄物再利用率(包括巨大廢棄物、廚餘、資源垃圾)為 45.49%(97 年度為 41.97%)⁽¹⁾，近幾年國門的生活本質逐漸上升，飲食也是逐年精緻導致大量的廚餘產生，如圖 1 所示廚餘占總垃圾的比例是逐年升高。

隨著環保意識抬頭廚餘的回收量也是逐年上升，若可以將廚餘物質回收再利用，不但可以減輕垃圾處理壓力，更能減少廚餘腐敗招來蚊蠅，造成垃圾場臭味及滲出水等汙染，還可以減少使用廁所清潔劑以及降低焚化廠廢氣排放的環境污染問題。

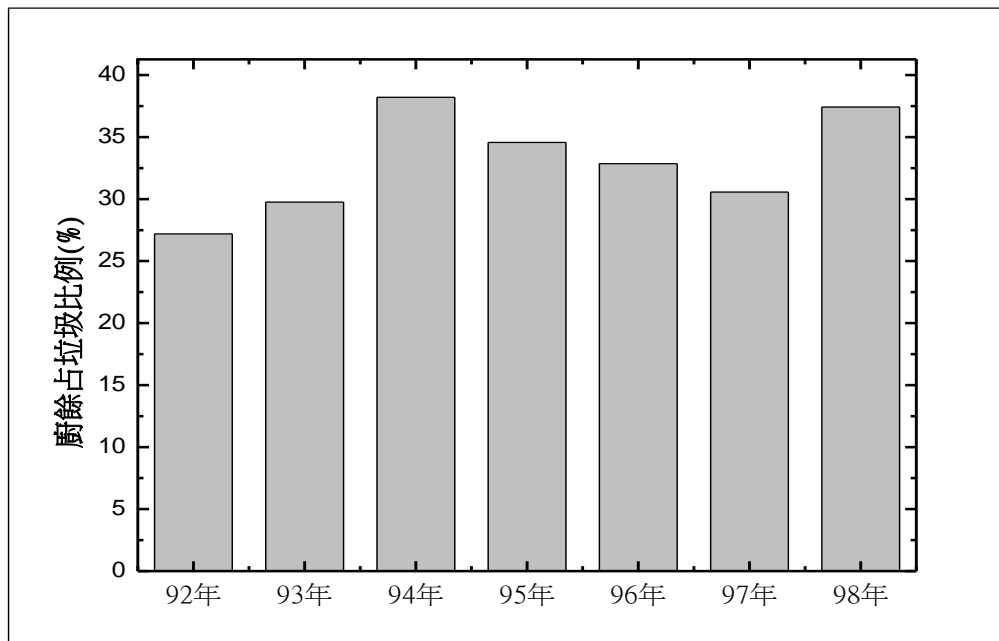


圖1 台灣歷年來廚餘占總垃圾比例變化

政府將廚餘分為「生、熟」兩類。目前廚餘再生利用的主要途徑有兩種：經高溫蒸煮後當作養豬飼料，以及經由堆肥化過程當作廚餘堆肥或培養土。過去社會將熟食廚餘回收當作家庭禽畜動物飼料，現今社會餐廳多，熟食廚餘量大，經由環保回收系統，轉交養豬戶，經高溫蒸煮後當作飼料。目前環保署所推動廚餘回收過程中仍遭逢以下重要困難點：(1)超過 75%之回收廚餘仍然依賴養豬為主要資

源化管道，但廚餘養豬政策並不為農政主管機關及 WHO 所接受。(2)逐漸普及之廚餘堆肥化處理方式，則面對製程臭味控制、腐熟時間過長及堆肥產品市場通路等問題之挑戰。(3)目前所行之廚餘堆肥化政策，只將水份濾乾後之廚餘固體物進行堆肥化處理，其過程中所產生之大量餿水，則是暫時儲存，再利用水肥車抽至廢水廠處理或直接排放至下水道，這兩種方式都會造成二次環境污染及增加處理成本。許多社區或家庭在廚餘回收上，採用小型廚餘桶或是快速醱酵機設備，往往因廚餘堆肥化過程不良、時間過短，導致最終成品無法直接利用，或是出現二次環保污染等問題而影響廚餘回收的成效，為解決前述問題，開拓廚餘之新資源化管道為目前當務之急。台南市環境保護局推廣的「機不可失」社區廚餘堆肥精進計畫本是教導社區如何正確的進行廚餘堆肥及再利用，本研究配合台南市環境保護局所推廣的「機不可失-廚餘堆肥再利用」，希望以社區為單位將廚餘收集進行再次利用。

1-2 研究動機與研究問題

由於民生富裕與國人飲食習慣的關係，國民日常生活產生的垃圾中，往往含有極高比例的「廚餘」，包括剩飯菜、菜葉、果皮、食物殘渣等物質，約佔一般家庭垃圾量的二至三成，但是，廚餘由於含水份高，且鹽份也高，故不適合焚化處理。而若送到掩埋場，將可能造成臭味及滲出水污染問題，也不合適。而另一方面，既然廚餘含有豐富的有機成份，若能回收再利用，不但可減輕垃圾處理壓力，更符合廿一世紀資源永續經營之環保潮流⁽¹⁾。根據台灣環境保護聯盟的資料所示，在一般垃圾中，可回收的資源垃圾佔百分之九十以上，有效回收紙類、塑膠、鐵鋁罐及玻璃等資源垃圾，再回收高達百分之三十以上的廚餘後，根本不必再蓋焚化爐了⁽²⁾。如果我們可以有效的回收廚餘轉成有用的能源和其他可以重複使用的產品，不僅可以減少垃圾量以及避免耗費不必要的能源，對於減少溫室氣體的排放更是大有幫助，而且有機液態肥不只可施肥栽種，連用在馬桶也是益菌多多，可以把汙水處理池裡的『黃金』吃的光光，如果定期倒液肥到馬桶，連抽化糞池的錢都省了，真是一舉多得呢⁽³⁾！

目前國人使用完一般鹼性電池後因為只有一至兩顆，往往都會有種才一顆沒有關係的心態就把一般電池直接丟入垃圾桶，疏不知電池對環境的污染有多嚴重，雖然大地環境有自淨能力，但受到重金屬污染的土地要經過十年、三十年甚至一百年才能完全恢復，以一顆1號乾電池為例，若被棄置能使一平方公尺的土壤永久失去利用價值；而一顆鈕扣型電池，則可以是6百噸的水受到污染，相當於一個人一生的用水量，這種破壞對環境及經濟利益上都是一種極大的損失。而受到汙染的土地可能因為生物累積性的問題，而殘留在生物體中的重金屬藉由食物鍊的途徑進入到人類體內導致人類細胞病變，世世代代都要忍受重金屬的折磨，而為了環境衛生、整潔、人類健康著想，我們要使用於自然回歸於自然的理念，以不要破壞大自然為主，也不要有人定勝天的心態，避免產生再次及三次污染這樣

我們的生活環境還有土地才能得到永續經營及利用⁽⁴⁾。

由虎尾科技大學光電與材料研究所廖重賓教授與楊秉晃、陳俊郎學生組成研究團隊，發明全球首創「葉綠素有機電池」的報導而來⁽⁵⁻⁷⁾，而在普通化學實驗的課本裡⁽⁸⁾有水果電池的DIY，水果電池的發便原理用在蔬菜生廚餘回收來提煉『蔬果有機肥』(粉狀)或回收『生廚餘液態肥』電池，應用它於小型電器內所使用電池之替代品，如此的結合可減低一般電池或鹼性電池等之使用量而達到節能減碳、維護環境、降低污染、提升回收再利用和再生能源之價值是符合現今環保潮流，此種「生廚餘有機電池」不用擔心丟棄之後對環境造成影響，亦相當具有環保概念。

在科技日漸發達以及人民生活品質越來越好越富裕的同時，大量的生活垃圾、廢棄物及廚餘也帶來了環境問題，因此垃圾零廢棄成為研究的重點。根據環保署統計資料，自2006年推動全國各縣市全面實施廚餘回收以來，迄今為止，每天的廚餘回收量平均可達1,800噸以上，已成為台灣大宗的生物性廢棄物來源之一⁽³⁾。由政府推行回收廚餘再利用等活動，來增高一般家庭還有餐廳的廚餘回收率，同時也減輕焚化爐焚燒垃圾的燃料量，而植物是我們日常生活中最不可或缺的食材，以蔬菜水果來講是個既健康又具有調味和調色的天然原料，本研究利用我們在烹飪或煮菜前，在洗菜、剝除葉子，或去除外皮時，利用我們將要丟掉蔬果生廚餘的每一個部分(例如:根、莖、葉或果皮等...)回收再利用⁽⁴⁾，利用生廚餘致造成肥料的過程，收集生廚餘所產生的有機液態肥為發電液，然後將它製做成電池即為蔬果生廚餘液態肥的有機電池。因此本研究採用電解方法來找出生廚餘所產生的有機液態肥進行發電是否可行，以及研究生廚餘該如何組合才能有效的提高電能，同時也推動國內多利用生質能這種豐富的可再生能源，廚餘電池不僅可以廢棄物再利用更能發展小型的新的替代能源，可取代一般電池對環境造成之污染。

第二章 文獻回顧與探討

2-1 各類再生能發電

再生能源係指隨著大自然的運轉而永不枯竭的能源，如風力能、水力能、太陽能、地熱能、生質能、海洋能等能源。生質能為全球第四大能源，僅次於石油、煤及天然氣，是目前最廣泛使用的新能源，約佔世界所有新能源應用的 2/3。將之與太陽能、風能相較，都具有取之不盡，用之不竭的特性，但生質能更具技術成熟、經濟效益高之優點。國內每年約有 600 萬公噸的有機廢棄物，是為發展台灣生質能能源的基礎，同時也是有效推動生質能發電的關鍵。

生質能也稱為生物質能，是利用燃燒貯存於動植物或動物糞便的化學能量（很多被利用的生質都是林漁農牧及民生廢棄物），釋放出熱能，我們以這些熱能推動發電機，以產生電力。由於科技越來越先進，我們可以運用不同方法甚至是更節能的轉化過程，例如氣化及使用厭氧分解，來產生生質能⁽⁹⁾。根據我國對生質能利用之發展與規劃，2004 年台灣地區廢棄物能源利用的發電裝置容量將達 512MW，其中又以垃圾焚化發電 450MW 最多，其他尚包括少量的沼氣發電與其他發電項目，至 2010 年垃圾焚化發電更將提高至 535MW。由此可知，台灣地區應用生質能發電以垃圾焚化發電最具潛力，故在生質能的推廣與利用上，應以廢棄物能源利用為主要目標。

目前台灣主要生質廢棄物依特性可大致區分為：

1. 垃圾焚化發電：

城市居民每人所傾倒廢棄的垃圾中，有一大部分都可作為能量的來源。市區的垃圾平均一公噸中即含有相當於 200 公斤煤的能量，而美國人平均每年每人要生產 650 公斤的垃圾。西德的慕尼黑靠著焚燒垃圾可產生所需電力的 10%，巴黎的三座焚化爐每年要燃燒 100 萬噸的垃圾。我國以內湖焚化廠成效最好，目前已將其產生的部份剩餘電力回售給台電公司。

2. 高水分廢棄物：

如果菜廢棄物、豬糞尿、各行業有機廢水、生活廢水等，此類廢棄物處理技術以中溫及高溫厭氧醱酵為主，廢物轉為沼氣。如台糖竹南養豬廠利用豬排泄物，予以轉化產生沼氣，設立首座沼氣發電廠，預計發電 180KW。

3. 垃圾掩埋場沼氣發電：

如高雄西青埔垃圾場，與澳洲可寧衛能資公司合作運用沼氣發電，八十九年正式點火，每小時發電量可達五百萬瓦，成為國內最大的沼氣發電廠，預估該垃圾場產生的沼氣氣量，可供廿年的發電使用。

有效的回收廚餘轉成有用的能源和其他可以重複使用的產品，這種方式就是屬於生質能中的其中一種。

地球只有 1 個，如何愛護地球留給後代子孫 1 個乾淨、永續的生存環境，是目前各國政府積極努力的目標。以往農村社會，收集餒水餵豬是一極為普遍的行為，但是在越發達的都市，餒水的收集行為容易形成髒亂，而遭致民眾抗議同時

也破壞市容。所以 90 年以前，台灣大部分地區的廚餘都是當作垃圾拿去焚化爐或掩埋⁽⁹⁾。自 90 年度起行政院環境保護署，即補助各鄉、鎮、市建立廚餘清運回收再利用系統，以促使各鄉鎮市全面推動廚餘回收。此項工作自 92 年度起奉行政院核定列入「挑戰 2008 國家發展重點計畫—綠色產業—資源再生利用計畫」，由環保署編列經費積極全面推動。迄 95 年 3 月底全國 319 鄉鎮已全面進行廚餘回收，初步已獲具體成效；為妥善處理廚餘並配合「垃圾零廢棄」的政策，自 96 年起納入環保署「96 至 101 年公共建設計畫：一般廢棄物資源循環推動計畫」中推動⁽³⁾。

環保局表示，部分社區很早即力行回收廚餘，但廚餘有味道、難處理等因素，讓許多民眾裹足不前，始終難以推廣，但今年初以提供免費菌種、粗糠推行廚餘堆肥再利用，將熟的、生的廚餘，加以分類，煮過的熟廚餘，用來餵豬，菜葉、果皮等生廚餘再利用成堆肥，或者是可以與豬、牛等禽畜糞便混合共同進行堆肥化，以產製可供植物利用，農地吸收的有機肥等多樣好處，吸引許多社區、學校機關響應，目前就有 55 個單位申請執行，每月利用廚餘製作的有機固、液態肥就達 3、4000 公斤，並不斷研發新的環保品，不只有回收肥皂、有機液態肥，還有可通馬桶水管的環保酵素及清潔地板的環保皂乳，其中，環保清潔劑的費用就比市售清潔劑價格至少便宜 4 成。鑽研利用廚餘製作環保皂、有機肥多年的福民社區環保志工林玉春指出，以福民社區為例，光是社區回收的廚餘，就可製作包括環保皂、環保洗碗精、環保酵素、環保皂乳、有機液態肥、有機肥料等多種環保品，其中，環保酵素稀釋過後，倒進水管或馬桶，不僅能讓管線通順，還能產生益菌分解「糞便」，使化糞池臭味減少，也較容易清潔。除此之外，更可以利用微生物分解進行厭氧醱酵，以轉換為沼氣等再生能源，因此，回收廚餘之再利用方式非常多樣化⁽¹⁰⁾。

對於回收廚餘再利用的方法，例如：

1. 化廚餘為炊用氣體 — 菲律賓一座國家實驗室開發了一種經由自然發酵過程，將廚餘轉變成可用氣體的環保輕便式沼氣消化槽，能貯存超過 211 公升的可生物分解的廚餘。其發酵過程僅需一夜的時間，而所產生的氣體大約可以維持一天的炊煮所需⁽¹¹⁾。
2. 化生質廢棄物和廚餘為可用能源 — 加州大學大衛斯分校的張瑞紅教授 (Ruihong Zhang)，已開發出一種利用細菌將廚餘、農作殘餘物和其他有機物轉變成氫氣和甲烷的厭氧消化槽，這些產生的氣體可用來發電或作為運輸工具的燃料。由該大學開始施行的「沼氣能源計畫」(Biogas Energy Project)，被認為是美國這種新科技首度大規模的示範。每公噸廚餘可望產生足夠的能源，供應加州十個普通家庭一天的用電所需。張教授的系統與其他主要用於都市廢水處理廠和禽畜飼養場的厭氧消化槽，有三個主要不同之處：其一，它能處理包括廚餘、庭園修剪的枝葉、動物糞便和稻草等更為廣泛的固態和液態廢棄物；其二，相較於其他消化槽，它的效率比較高，僅需一半的時間就可以將垃圾轉化為能源；其三，它能產生氫氣和甲烷兩種潔淨的氣體，而其他消化槽則只能產生甲烷⁽¹²⁾。

我國也有利用廚餘進行有效利用之方法，如：逢甲大學化學工程系發表的「以生物程序進行廚餘轉化產氫之研究(A Study on Hydrogen Production from Kitchen Waste with Biological Processes)」，根據資料顯示，由於廚餘含有大量的碳水化合物，適合作為生物產氫之基質來源。厭氧醱酵產氫程序因可將環境廢棄物中的有機質轉化成氫氣，兼具廢棄物減量及能源再生之功能，因此被認為是較具經濟效益之途徑，此研究針對本土篩選之產氫菌群進行一系列的醱酵產氫研究，並已獲得豐碩之成果⁽¹³⁾，等等針對回收廚餘之再利用方式非常多。

2-2 各類電池

市面上電池的種類有非常多，有一般電池、可充電電池、化學電池、乾電池、液體電池、燃料電池。化學電池是通過氧化還原反應，把正極、負極活性物質的化學能，轉化為電能的一類裝置。化學電池又分為兩類，第一類為一次性電池也是一般電池 (Primary Battery) 俗稱「用完即棄」電池，常見的電池包括鹼錳電池、鋅錳電池、鋰電池、鋅電池、鋅空電池、鋅汞電池、水銀電池、氫氧電池和鎂錳電池；第二類為二次性電池，是一般的可充電電池又稱蓄電池、二次電池，常見的有鉛酸電池、鎳鎘電池、鎳鐵電池、鎳氫電池、鋰離子電池(Li-ion)、鋰高分子(Li-Polymer)等。其優點是循環壽命長，它們可全充放電兩百多次，有些可充電電池的負荷力要比大部分一次性電池高。普通鎳鎘、鎳氫電池使用中，特有的記憶效應，造成使用上的不便，常常引起提前失效⁽¹⁴⁾。

乾電池和液體電池的區分僅限於早期電池發展的那段時期。最早的電池由裝滿電解液的玻璃容器和兩個電極組成。後來推出了以糊狀電解液為基礎的電池，也稱做乾電池。

現在仍然有「液體」電池。一般是體積非常龐大的品種。如那些做為不間斷電源的大型固定型鉛酸蓄電池或與太陽能電池配套使用的鉛酸蓄電池。對於移動設備，有些使用的是全密封，免維護的鉛酸蓄電池，這類電池已經成功使用了許多年，其中的電解液硫酸是由矽凝膠固定或被玻璃纖維隔板吸附的⁽¹⁴⁾。

燃料電池是一種將燃料的化學能透過電化學反應直接轉化成電能的裝置，燃料電池是利用氧氣或空氣在陽極進行氧化反應，而陰極部分則是以氫或者是煤氣等為主，在電極表面反應產生電能、熱能及水。燃料電池又被稱為連續電池，特色是陰陽兩極並無活性物質的存在，而是透過外部的系統提供，所以只要持續地提供活性物質，電池就可以持續的放電⁽¹⁴⁾。

燃料電池一電解液的不同可分為：1.磷酸燃料電池 (PAFC)，2.熔融碳酸鹽燃料電池 (MCFC)，3.固態氧化物燃料電池 (SOFC)，4.鹼性燃料電池 (AFC)。其中以 PAFC 發展歷史最久⁽¹⁵⁾。

其實，所有的水果，甚至一般的植物、動物都含有某些電解質，都可以當做電池。例如，使用銅線和鋅線做為電極，以數位三用電表測量若干蔬菜和水果電池電壓的結果：小蕃茄 0.92V、蔥（白色部份）0.72V、香蕉 0.88V（電極穿過外皮插入肉中）等等各種水果所含電解質都不相同，因此所顯示的電壓亦不相同。

雖然水果電池產生的功率不大，但是對於小功率的產品（例如鬧鐘、LED）仍然可以產生功效⁽¹⁶⁾，例如市面上再賣的馬鈴薯電池水果電池—只要將兩個馬鈴薯(水果)插上導線，就可使內建的液晶時鐘運作。由於馬鈴薯(水果)本身帶有含磷的酸性物質，在把鍍鋅及鍍銅的電極分別插入馬鈴薯(水果)後，用銅絲再把馬鈴薯(水果)連接起來便可產生微弱的電量，這電量就足以驅動液晶時鐘了。本產品不附馬鈴薯(水果)，請自備。當然啦！您也可以利用蕃茄、橘子、葡萄等各種水果替代，甚至用兩罐汽水也可以做成電池⁽¹⁷⁾。

表一 電池的兩極

| | 正極 | 負極 | 電力 |
|------|------|--------|--------|
| 乾電池 | 碳 | 鋅 | 1.5V |
| 水銀電池 | 鐵 | 汞合金 | 1.3V |
| 鉛蓄電池 | 二氧化鉛 | 鉛 | 2V |
| 鹼性電池 | 氫氧化鎳 | 鐵與鎳的混合 | 1.2V |
| 伏特電池 | 銅 | 鋅 | 1.1V |
| 水果電池 | 銅 | 鋁 | 約 0.4V |

在 2009 年搞笑諾貝爾獎的生物學獎得主的研究項目，就是透過從熊貓排出的糞便裡提取細菌，以幫助更有效地分解廚餘⁽¹⁸⁾。此外，美國加利福尼亞大學戴維斯分校的華裔生物農業工程學系的張瑞紅教授有研究利用廚餘來發電的研究計劃⁽¹⁹⁻²⁰⁾。這個計劃開發出一種利用細菌將廚餘、農作殘餘物和其它有機物，利用厭氧消化槽使之轉變成與一般沼氣成份相近的氫氣和甲烷，這些產生的氣體可用來發電或作為運輸工具的燃料⁽²¹⁾。根據這項研究的發現，八年以來每周從灣區收集到八噸的廚餘中，其主要成分如菜莖、魚骨等材料，平均每一噸所生產的電力，可為 10 個加州一般耗電量的家庭提供所需的電力⁽¹⁹⁾。

2-3 碳之基本質

不同的碳化溫度所得碳化物之 Ph 值也不盡相同，在溫度 400°C 附近低溫碳化之木碳為微酸性。溫度 600°C-700°C 以上高溫碳化之木碳則為鹼性。因此，在低溫下碳化之木碳可吸著鹼性之 Ammonia 或 Amino 類化合物，而在高溫下碳化之木碳則可吸著有機酸或無機酸。另外，竹材即使在低溫下碳化，亦屬鹼性。

一般，碳化最高溫度為 400-700°C 之黑木碳之比表面積為 350-400m²/g，碳化最高溫度為 1000°C 為 200-250m²/g。以柳杉粉末進行碳化，並與市售活性炭進行比較，顯式木碳之面積在碳化溫度 1000°C 時有最大值，而此時約為活性炭的一半。⁽²⁹⁾

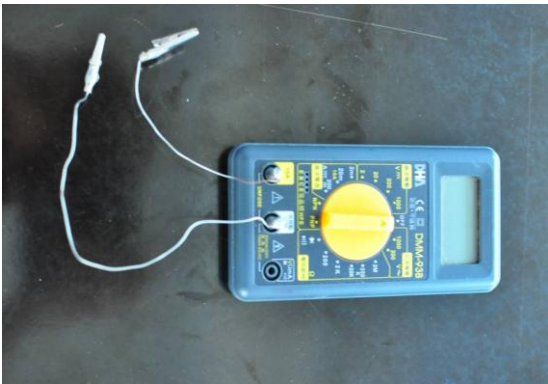

表二 不同溫度所得碳的比表面積

| 種類 | 碳化溫度(°C) | 比表面積(m ² /g) |
|------|----------|-------------------------|
| 木材粉末 | - | 0.541 |
| 木炭 | 200 | 0.194 |
| | 600 | 1.127 |
| | 1000 | 616.6 |
| | 1400 | 306.8 |
| | 1800 | 280.5 |
| | 2200 | 103.4 |
| 活性炭 | - | 1209 |

第三章 研究方法及步驟

3-1 研究設備與器材

3-1.1 實驗中使用的儀器

| 儀器設備名稱 | 儀器設備照片 | |
|--|--|-------|
| <p>1. DMM-93B 三用電錶</p> |  | |
| 分析項目 | 電壓(V) | 電流(A) |
| <p>2. SC-110 手提式 微電腦 導電率測定儀</p> |  | |
| 分析項目 | 導電度($\mu\text{S}/\text{m}^2$) | |
| <p>3. TS-1 手提式 酸鹼度 氧 化還原 溫度測定儀</p> |  | |
| 分析項目 | pH 值 | |

4. ORP 氧化還原測定儀



分析項目

氧化還原電位(mv)

5. 元素分析儀



分析項目

碳、氫、硫、氧、氮元素含量檢測

6. 超音波震盪器



分析項目

去除活性碳孔洞雜質

7. 烘箱



分析項目

去除活性碳水分

8. 精密電子磅秤



分析項目

測量液肥重量

9. 溫度計



分析項目

測量固肥發酵溫度

3-1.2 依照環保署公告之標準檢測方法

| 項目 | 標準方法編號 |
|-------------------|---------------|
| 水中導電度測定方法－導電度計法 | NIEA W203.51B |
| 水中鹽度檢測方法－導電度法 | NIEA W447.20C |
| 水中氨氮檢測方法－靛酚比色法 | NIEA W448.51B |
| 碳、氫、硫、氧、氮元素含量檢測方法 | NIEA R409.21C |

3-1.3 實驗中使用的導體介質

- | | |
|-------|------------------|
| 1. 竹炭 | 5. 鎂帶 |
| 2. 銅片 | 6. 錫片(我們將錫粒熔為片狀) |
| 3. 鐵片 | 7. 氯化鈉(NaCl) |
| 4. 鋁片 | 8. 液肥 |

3-1.4 實驗器材：

- | | |
|---------|---------------|
| 1. 燒杯 | 9. 老虎鉗 |
| 2. 量杯 | 10. 電線(單一銅線) |
| 3. 電子天秤 | 11. 電線(多條單芯線) |
| 4. 滴管 | 12. 鐵罐 |
| 5. 攪拌棒 | 13. 發光二極體燈 |
| 6. 塑膠夾子 | 14. 砂紙 |
| 7. 尺 | 15. 剪刀 |
| 8. 焊槍 | 16. 麵包板 |

3-2 研究方法概述

當電荷(電子或離子)從一處移動至另一處時，就產生電流，利用電荷(電子或離子)的移動就會產生電流的原理，在導線中移動的電荷是電子，在溶液中導電的流動物質是離子，物質失去電子是氧化反應，獲得電子為還原反應，依電荷守恆定律，電子的得與失不能單獨進行，故氧化還原反應必同時發生，所以在電子的失去與獲得的過程中就會產生電流。

一般金屬有較大的游離傾向，將游離傾向較大的 M1 浸入游離傾向較小的 M2 如圖 1 所示，將兩個不同的金屬片 M1 和 M2 插入生廚餘所產生的有機液態肥，作為兩電極，並依原理將兩個不同金屬片和鉤錶相連⁽²²⁾。

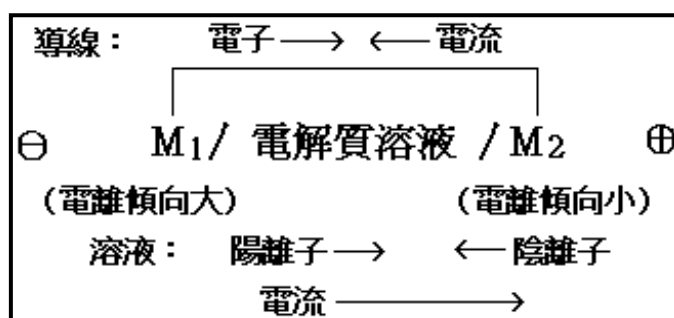


圖 1 電流的流動方向

金屬 (M) 在任何水溶液中都有電離的傾向，將電離傾向較大的金屬 M1 (如銅)，浸入於電離傾向較小的金屬 M2 (如銀) 之鹽溶液 (M_2n^{2+}) 時，前者溶解變成 M_1n^{+} 離子，而金屬 M2 會析出在 M1 上面。假若將 M1 和 M2 同時插入於同一電解質溶液，並將二金屬連結在電壓計上，可測量這電池的電壓⁽¹⁶⁾。如下：

M1 所釋放出來的電子沿著導線到達 M2；M2 是正極，M1 是負極，故電流由 M2 沿著導線流動至 M1。溶液中的導電由陽離子和陰離子擔任：陽離子往正極 M2 移動，因陽離子帶正電荷，其移動方向即是電流的流動方向；陰離子往負極 M1 移動，因陰離子帶負電荷，其移動方向與電流的流動方向相反。總之，溶液中電流由負極 M1 流動至正極 M2⁽¹⁶⁾。

電池需要利用兩種金屬，使其成為正極與負極，在它們之間，則置有鹽酸或鹼液等導電性的物質，這些物質一般稱為電解質。電解質可以游離出金屬離子，一般說來，任何金屬接觸到電解質，都會放出電子，成為帶正電的離子。這個離子化的傾向程度，隨著金屬的性質而異，電離傾向小的金屬，如金、銀、鉑等，是貴金屬，電離傾向大的金屬，如鎂、鋅等，是賤金屬⁽¹⁶⁾。如圖 2 所示。

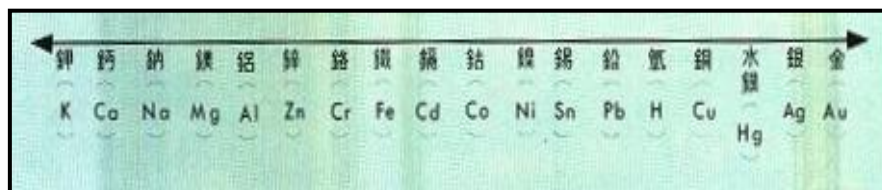


圖 2 金屬的離子化傾向 (向左漸大，向右漸小)⁽²⁵⁾

本研究利用各種不同的固體導體及導體介質來測量有機液態肥所產生的電流量。研究中採用不同的金屬片如：做為有機液態肥的導體及分別加入不同的導體介質來進行比較何種組合為最佳條件之有機液態肥發電。

(1)先家庭垃圾中的各種不同生廚餘組合所產生的有機液態肥。

例如：水果比較多的有機液態肥或是蔬菜比較多的有機液態肥等等。

(2)用砂紙將石墨、各種金屬、鐵釘等磨亮去銹。

(3)取不同的固體導體以不同的配對做電流的比較。

(4)各種金屬電極的電壓計算方法

$$(\text{電池電壓}) = (\text{正極電壓}) - (\text{負極電壓})$$

(5)以三用電錶來確認是否有電流量。

(6)插入金屬電極後宜等待 1-2 分鐘，使其電離到達平衡後才測量穩定電壓（可測至小數第三位），否則電壓會一直增加或減少（即是不安定）。

(7)取不同的導體介質以不同的組合做電流的比較。

(8)看加入介質後電能是否有增強。

1. 研究方法

(1) 實驗前都必須先用砂紙將石墨、各種金屬、鐵釘等磨亮去銹。(銅、鋁、鎂...金屬表層易形成氧化膜，干擾電極反應，因此必須先磨光才可進行實驗。)

(2) 嘗試使用新鮮的蔬果進行發電，例如：橘子（或檸檬）發電。

a. 利用碳棒和鋅片插入橘子或檸檬中。

b. 用鱷魚夾連接碳棒、鋅片和三用電錶觀察是否有電壓產生？

c. 改變碳棒和鋅片的距離是否影響發電的電壓。

d. 將鋅片換成鎂帶或是改成其他金屬，再試試看是否電壓值會改變。

e. 嘗試使用多個水果進行串連或並連，是否能讓 LED 燈亮起。

(3) 使用不同的溶液嘗試是否依樣可以發電，例如：食用醋。

a. 利用燒杯裝約 2 / 3 滿的醋（食用醋）。

b. 利用鱷魚夾接線，夾住碳棒和一小片鋅片，插入醋酸之中，利用三用電錶測試看看，有沒有電壓產生（建議用電表上較少直流電壓重測）。

c. 改變碳棒和鋅片的距離，觀察發電電壓是否受影響。

d. 改變碳棒和鋅片浸泡在醋裡的面積，觀察電壓值是否變化。

e. 將接線與 LED 發光二極體連接起來，觀察 LED 會不會發亮。

(4) 將各種組合的有機液態肥進行發電實驗。

(5) 先將其他混雜物分離出來，有機液態肥先經由過濾，以除去雜質。

(6) 在一個燒杯中倒入有機液態肥八分滿。

(7) 利用鱷魚夾接線，夾住碳棒和一小片鋅片，插入有機液態肥之中，利用三用電錶測試看看，有沒有電壓產生

- (8) 改變碳棒和鋅片浸泡在醋裡的面積，觀察電壓值是否變化。
- (9) 將接線與 LED 發光二極體連接起來，觀察 LED 會不會發亮。
- (10) 根據表二各種不同的固體導體組合以及導體面積的改變往下推導。

表三 各種不同的固體導體⁽²³⁾

| 金屬電極名稱 | | 金屬電極名稱 | |
|--------|--------|--------|--------|
| 陰極(正極) | 陽極(負極) | 陰極(正極) | 陽極(負極) |
| 銅 Cu | 鉛 Pb | 鉛 Pb | 錫 Sn |
| 銅 Cu | 鋁 Al | 鋁 Al | 鎂 Mg |
| 銅 Cu | 錫 Sn | 鋁 Al | 鐵 Fe |
| 銅 Cu | 鎂 Mg | 錫 Sn | 鐵 Fe |
| 銅 Cu | 鐵 Fe | ... | ... |

離子移動的速度和電壓成正相關，當電壓愈大時離子移動的速度愈快，藉由改變不同的離子化合物、電解質、電壓等變因，來找出哪些組合可以使有機液態肥產生較佳的導電度。

第四章 結果與討論

先將竹碳及備長碳以完整的塊狀進行電壓、電流導電度的比較，如圖3所示，備長碳的電壓及電流明顯高於竹碳。兩種竹碳最大的不同是在於溫度及木質，備長碳其所使用的木質比較堅硬，密度比較高，其製作是在高溫悶窯達1200°C之下形成，所以其硬度幾乎和鋼一樣，而一般的竹炭製作是在高溫悶燒600至800°C，這樣製作出來的竹炭，其炭化程度不高，不會改變其分子結構，所以是不會導電，因此實驗中所使用的碳棒以備長碳或活性碳為主。

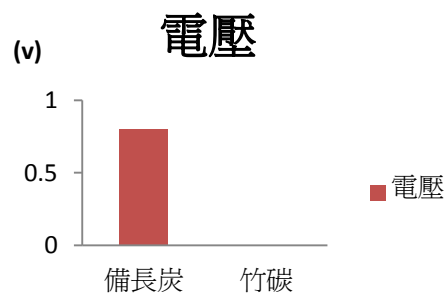
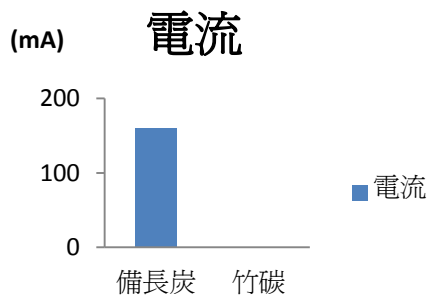


圖3a 備長炭及竹碳電流量比較

圖3b 備長炭及竹碳電壓量比較

以銅、鋁、鐵、鎂、錫、備長碳、等各種導體介質進行搭配，如表四。利用導體介質兩兩一組接觸橘子果肉或檸檬果肉等新鮮蔬果中，使用三用電表、導電度測定儀等儀器測量其電壓、電流、導電度等相關數據。在日常生活中所用的一號、二號、三號、及四號電池都有1.5伏特的電壓，一號電池有1.8安培的電流，三號電池有1安培的電流，而四號電池則有0.7~0.9安培左右的電流。要使小型環保電池應用在小家電上其電壓及電流至少要有四號電池的標準。由表三可以發現其電流大部分都為無法測出，只有銅跟鋁、備長碳跟鋁及備長碳跟鎂有微量的電流量約0.001-0.002毫安培左右，而其電壓比較如下：備長碳與鎂>備長碳與鋁>銅與鋁>鋁和鐵>鋁與鎂>其他組合，其電壓數值分別為1.846V > 0.813V > 0.484V > 0.228V > 0.185V > 0.148V，其中是以備長碳跟鎂的組合為最高有1.846伏特。有此可以知道備長碳跟鎂帶的組合為最佳。

表四 各種導體介質進行搭配

| 正極金屬 | 負極金屬 | 電壓(v) | 電流(mA) |
|------|------|-------|-------------|
| 銅 | 鋁 | 0.484 | 0.001 |
| 鋁 | 鐵 | 0.228 | - |
| 備 | 鋁 | 0.813 | 0.001 |
| 備 | 鎂 | 1.846 | 0.001-0.002 |
| 錫 | 鋁 | 0.148 | - |
| 鋁 | 鎂 | 0.185 | - |

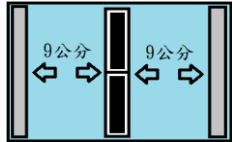
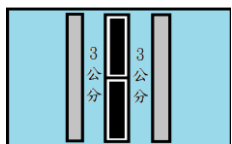
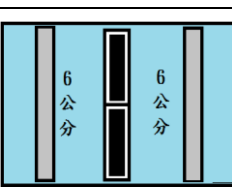
使用不同的現有蔬果，以菜市場亦取得的為主，再搭配不同的導體介質下去進行電壓、電流的量測，如表五。根據數據顯示電壓以柳丁+高麗菜為最高，柳丁次之，檸檬酸再次之，其他蔬果電壓值大多在0.9-0.4伏特之間。再將電壓最高的前三種材料以表三中所得出的最佳組合導電介質進行檢測，其電壓有明顯的提高，檸檬酸的電壓提升最多，提升了0.465伏特，次之柳丁+高麗菜提升0.33伏特，柳丁最次僅提升0.076伏特。其電流大部分都為無法測出，以備長碳跟鎂的組合搭配檸檬酸所得的電流量最高有0.03毫安培，而搭配備柳丁+高麗菜的電流量0.02毫安培次之，再搭配柳丁的電流量為最低僅有0.001毫安培，其他水果如蘋果、西瓜及番茄皆沒有電流量，其數值皆為0.000毫安培。

表五 不同蔬果及不同導電介質電壓電流比較

| 材料 | 導體介質 | 電壓(v) | 電流(mA) |
|---------|--------|-------|--------|
| 柳丁 | 銅片+鎂片 | 1.754 | - |
| | 備長炭+鎂片 | 1.83 | 0.001 |
| 高麗菜葉 | 銅片+鋁片 | 0.468 | - |
| 檸檬酸 | 銅片+鎂片 | 1.585 | 0.002 |
| | 備長炭+鎂片 | 2.05 | 0.03 |
| 柳丁+高麗菜葉 | 銅片+鎂片 | 1.92 | 0.001 |
| | 備長炭+鎂片 | 2.25 | 0.02 |
| 蘋果 | 銅片+鋅片 | 0.974 | - |
| 西瓜 | 銅片+鋅片 | 0.783 | - |
| 番茄 | 銅片+鋅片 | 0.77 | - |

實驗中取忠孝里配合政府目前所行之廚餘堆肥化政策，自行進行廚餘固體物堆肥化處理所產生的液肥其導電度為16.59 ms/cm，pH值為3.7未達政府堆肥規範pH值4.0-9.0，推測可能是該桶廚餘發酵時間還不夠長。將6條鎂與備長碳以不同距離分別以9公分、6公分及3公分，如表六，測量單一電壓、總電壓、單一電流及總電流。根據圖4所示發現單一電壓與總電壓以及單一電流與總電流趨勢皆相差不大，6條鎂與12條鎂皆是相距6公分的電壓及電流為最高，相距9公分次之相距3公分為次。6條鎂不管距離多少電壓都比12條鎂的電壓還要來的高，可能是12條鎂放在100ml的液肥中有過飽和的狀況。

表六 6條鎂/12條鎂帶與備長碳不同距離相關數值的變化

| | | | | | | | | |
|--|------|--------|------|----------------------------|------|------|------|------|
| 導電度:16.59 ms/cm | | pH:3.7 | | 農委會農糧署雜項堆肥規範 pH:4.0~9.0 | | | | |
| 6條鎂/12條鎂 | 單一電壓 | | 總電壓 | | 單一電流 | | 總電流 | |
|  | 1.94 | 1.8 | 2.01 | 1.89 | 0.3 | 0.24 | 0.22 | 0.11 |
|  | 1.81 | 1.73 | 1.9 | 1.86 | 0.22 | 0.16 | 0.32 | 0.29 |
|  | 2.00 | 1.82 | 2.17 | 1.92 | 0.49 | 0.26 | 0.58 | 0.32 |

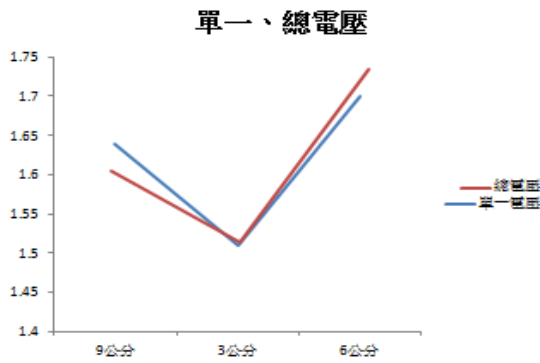


圖4a 6條鎂單一、總電壓變化

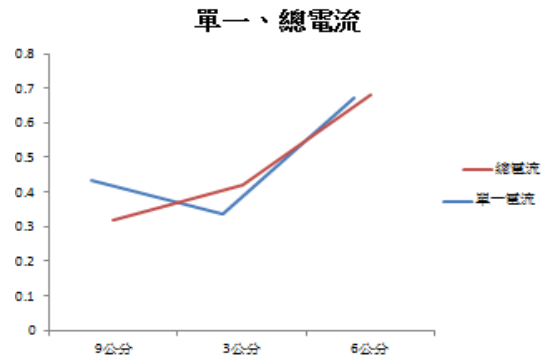


圖4b 6條鎂單一、總電流變化

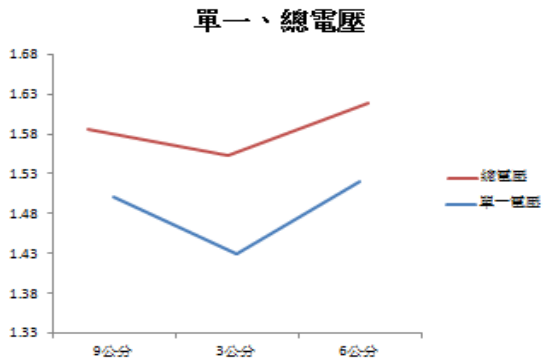


圖4c 12條鎂單一、總電壓變化

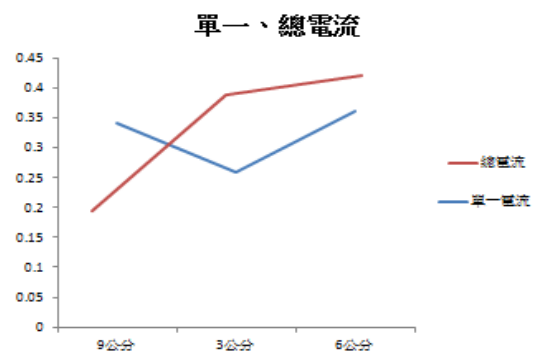


圖4d 12條鎂單一、總電流變化

實驗中為了增加鎂的接觸面積，我們將鎂片以環形方式進行聯皆如圖5所示。之後取備長碳跟鎂置於液肥中一個禮拜，觀察時間的改變是否會使導電度、電壓、電流等數值有所不同。圖6為備長碳跟鎂電壓及電流的變化，可以清楚的看出電壓在最後一天有些微的上升。電壓在第一天為1.22V，而最後一天的電壓則有1.25V，但是電流卻沒有明顯的變化大約都在0.06~0.08毫安培左右跳動，至於，溫度、pH值及導電度都沒有明顯的改變其數值大約都是在10.11~10.12ms/cm之間，如表七所示。其液肥數值經一個禮拜的靜置並沒有明顯的變化，可能是一飛發酵時間不夠，而液肥靜置時有沉澱物出現，可能是液肥本身就有的雜質或是堆肥時所使用的木削、咖啡渣等。



圖5a 增加鎂片接觸面積



圖5b 備長碳跟鎂片測量情形

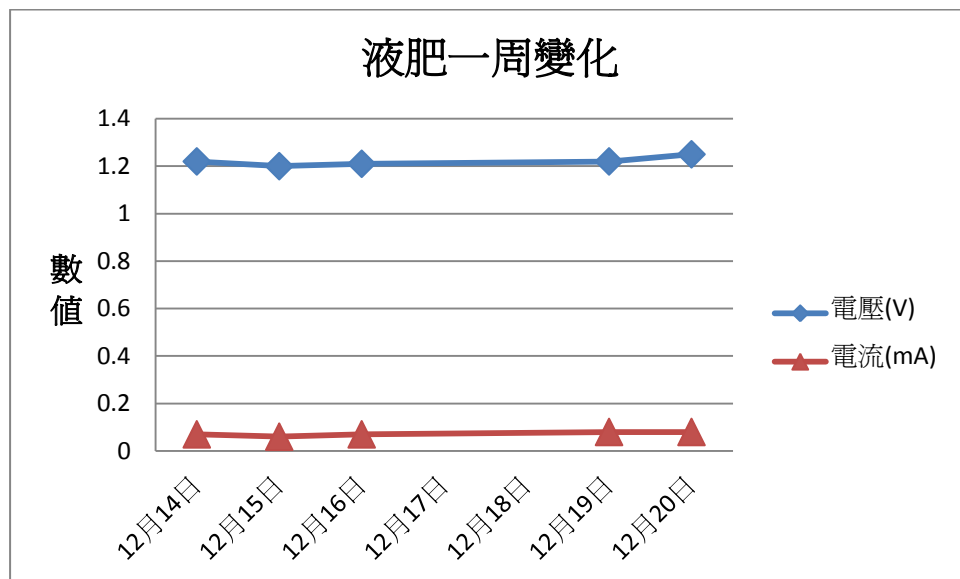


圖6 液肥一周電壓、電流變化

表七 液肥一周變化

| 檢測項目 | 12月14日 | 12月15日 | 12月16日 | 12月19日 | 12月20日 |
|------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 導電度(ms/cm) | 10.12 | 10.12 | 10.12 | 10.11 | 10.11 |
| pH值 | 4.82 | 4.82 | 4.82 | 4.82 | 4.83 |
| 溫度(°C) | 22.3 | 22.1 | 22.5 | 23.3 | 21.9 |
| 電壓(V) | 1.22 | 1.2 | 1.21 | 1.22 | 1.25 |
| 電流(mA) | 0.07 | 0.06 | 0.07 | 0.08 | 0.08 |

實驗期間將社區自行以鳳梨皮堆肥，所產生之液肥進行水中氨氮檢測方法—靛酚比色法，將樣本重複比對其檢測結果經計算後如下表八，將其結果對照表九。社區自行生產的負離笑訴須經稀釋對其作物影響程度為”稍微茂盛”~”過於茂盛、有時減產”。其導電度為10.21ms/cm，酸鹼值為4.82，有達農委會農糧署雜項堆肥規範的pH4.0~9.0，電壓為1.22伏特，電流為0.07毫安培。

表八 鳳梨液肥氨氮濃度檢測




| | 分析值 | 濃度 | 稀釋倍數 | NH ₃ -N (mg/L) |
|----------|-------|--------|------|---------------------------|
| Sample 1 | 0.149 | 0.1470 | 25 | 3.68 |
| Sample 2 | 0.151 | 0.1489 | 25 | 3.72 |
| Sample 3 | 0.159 | 0.1566 | 25 | 3.92 |

表九 氨氮濃度對作物之影響表

| NH ₃ -N (mg/L) | 作物生長及產量之影響 |
|---------------------------|------------|
| 1 以下 | 無影響 |
| 1~3 | 稍微茂盛 |
| 3~5 | 過於茂盛、有時減產 |
| 5~10 | 減產 |
| 10 以上 | 大幅減產 |

由於實驗所需要液肥必須清楚知道其廚餘成分，而社區所堆的廚餘其成分並沒有詳細記錄，所以本實驗室自行以市場易取的蔬果進行堆肥及詳細記錄，所堆廚餘資料成分如下表十所示。分別為 A、B、C 三桶，A 桶材料有高麗菜 4.25 Kg + 柳丁 0.25Kg + 鳳梨 0.25Kg；B 桶材料有鳳梨 2Kg + 柳丁 3.46Kg；C 桶材料只有柳丁 5.46kg，以上堆肥程序皆有依照環保局公告標準堆肥流程進行。

表十 自行堆肥之詳細材料記錄

| | A 桶 | B 桶 | C 桶 |
|----|---|--|---|
| |  |  |  |
| 蔬菜 | 高麗菜 4.25 Kg | 0 | |
| 水果 | 0.5 Kg (柳丁 0.25Kg+ 鳳梨 0.25Kg) | 鳳梨 2Kg 柳丁 3.46Kg | 柳丁 5.46kg |
| 木屑 | 0.18 Kg | 0.18 Kg | 0.18 Kg |

本實驗於每周採集液肥一次，分析項目包含液肥體積，導電度、液肥溫度、室溫、液肥酸鹼值、液肥ORP、碳氮比、電壓及電流等，如下表十一所示。發現三桶在第一週都沒有液肥產生；第二週開始B桶產生約6克重的液肥，導電度為7.87 us/cm，液肥酸鹼值為3.7未達農委會農糧署雜項堆肥規範的pH4.0~9.0，液肥氧化還原電位為330mv，電壓為1.65v；第三週一直到第七週都只有B桶有產生液肥，A桶跟C桶一直到第八週才產生液肥，初步猜測可能是B桶皆是多水分的水果廚餘，所以比較容易產生液肥，觀察到第五週發現另外兩桶廚餘狀況良好且潮濕，但並未產生廚餘，當時第一週到第五週溫度為19°C-23°C之間，所以推測可能是因為天氣溫度太低不利於菌的活化，之後將三桶廚餘桶移置到易照的到太陽的地方，移放位置後第八週其餘兩桶都很順利的產生液肥了。

酸鹼值的變化是因含碳有機物會被分解轉化成二氧化碳，其會伴隨著中間產物有機酸揮發，所以酸鹼值會下降，待酸化期結束甲烷化反應進行後，酸鹼值應該會上升。而實驗中的三桶液肥的酸鹼都在3.7-3.8之間跳動，一直未達堆肥規範的pH4.0~9.0，估計可能堆肥時間不夠久，桶內的酸化期還未結束。

導電度在我國雜項有機液肥規範當中，並無規範標準，但根據文獻指出，導電度大於4dS/m，將會不利於植物生長，而實驗液肥導電度由第一週到第七週皆在5.0-8.16 ms/cm之間，第八週開始有明顯的上升，皆無大於4dS/m。A桶液肥放置冰櫃中保存，取出後檢測其導電度有17.63 ms/cm，比常溫下的狀態要高出0.66 ms/cm，且電流量及氧化還原電位也都有增加的趨勢，電流由1.02毫安培上升到1.5毫安培，氧化還原電位則是由77mv上升到110mv，由這兩點變化可以知道溫度的高低對於液肥的電壓、電流量是有影響的。將液肥發電反應後檢測其氧

化還原電位為-350mv，靜置一段時間後(約半小時至一小時)其氧化還原電位會慢慢回升至100mv左右，電流也是同此情形，反應後電流量會下降靜置一段時間後與氧化還原電位一樣會慢慢回升。根據資料顯示四號電池有0.7~0.9安培左右的電流，而要使小型環保電池應用在小家電上其電壓及電流至少要有四號電池的標準。目前實驗數據顯示，低溫下的單一液肥電流量有達到此標準，但常溫下的液肥則尚未達到。將液肥並聯，如圖7所示，電流有達到2.0 -2.1毫安培。

後續仍會將三桶廚餘堆肥開蓋曝氣之後持續堆置，使桶內菌活化，部將廚餘桶完全密封，使其與社區廚餘桶相近，持續發酵至完全腐熟。

表十一 三桶廚餘液肥檢測數據

| 編號 | 液肥重 (g) | 導電度 (ms/cm) | 液肥 溫度 | 液肥 pH | 液肥 ORP (mv) | 液肥 電壓 (v) | 液肥 電流 (mA) |
|------|------------|----------------|----------|----------|-------------------|-----------------|------------------|
| A-W2 | 0 | | | | | | |
| B-W2 | 5.84 | 7.87 us/cm | 22 | 3.7 | 330 | 1.65 | - |
| C-W2 | 0 | | | | | | |
| A-W3 | 0 | | | | | | |
| B-W3 | 39.40 | 5.95 | 18.8 | 3.65 | 321 | 2.11 | - |
| C-W3 | 0 | | | | | | |
| A-W4 | 0 | | | | | | |
| B-W4 | 40.746 | 7.15 | 15.8 | 3.61 | 153 | 2.16 | - |
| C-W4 | 0 | | | | | | |
| A-W5 | 0 | | | | | | |
| B-W5 | 45.551 | 7.68 | 20.1 | 3.61 | 33 | 2.06 | - |
| C-W5 | 0 | | | | | | |
| A-W6 | 0 | | | | | | |
| B-W6 | 37.9125 | 7.89 | 22.8 | 3.66 | 29 | 2.12 | - |
| C-W6 | 0 | | | | | | |
| A-W7 | 0 | | | | | | |
| B-W7 | 33.193 | 8.16 | 25 | 3.64 | 024 | 2.07 | |
| C-W7 | 0.899 | | | | | | |
| A-W8 | 7.1171 | 75.8 us/cm | 24 | 3.72 | 133 | 2.05 | |
| B-W8 | 21.3354 | 7.82 | 24 | 3.63 | 061 | 1.98 | |
| C-W8 | 0.1504 | - | - | - | - | - | |
| A-W9 | 61.4526 | 16.86 | 23.3 | 3.74 | 077 | 2.12 | 1.02 |

| | | | | | | | |
|-------|---------|----------------|------|------|---------|------|------|
| B-W9 | 35.2426 | 8.17 | 23.1 | 3.61 | 074 | 2.02 | 0.02 |
| C-W9 | 4.5618 | 19.15 us/cm | 23.6 | 3.86 | 086 | 1.97 | 0.01 |
| A-W10 | 60.297 | 17.36 | 10.4 | 3.77 | 114 | 2.01 | 1.5 |
| B-W10 | 16.85 | 8.17 | 18.8 | 3.67 | 93 | 2.13 | 0.02 |
| C-W10 | 10.433 | 2.67 | 21.3 | 3.85 | 144 | 2.02 | 0.01 |
| A-W11 | 84.545 | 17.63 | 15.8 | 3.85 | (-350) | 2.00 | 1.7 |
| B-W11 | 23.725 | 8.7 | 18.5 | 3.65 | 100 | 2.07 | 0.03 |
| C-W11 | 8.152 | 3.63 | 22.5 | 3.79 | 200 | 2.14 | 0.02 |



圖 7 A 桶液肥並聯電流

第五章 結論

1. 經實驗發現竹碳與備長碳不同，竹碳是完全不能到導電的介質，烤肉用木炭炭燒溫度只有400-500°C是完全無法導電的，使用市面上的備長碳或竹碳的導電度都比木碳來的佳。
2. 由於一般家庭不易有鎂帶所以也可以選擇備長碳或活性碳與鋁的組合，鋁罐比鐵罐的導電性好、容量大、液肥多的導電性也會比較好，且容易取得。
3. 在製作簡易環保電池時不建議使用對環境衝擊大的有毒金屬物質，以免對環境造成二度汙染。
4. 政府對於一般廚餘液肥有所規範，要將液肥用作物或清潔劑等最好符合農委會農糧署雜項堆肥規範行使用。
5. 使用最佳組合備長碳跟鎂帶，分別以6條鎂帶與12條鎂帶以9公分、6公分及3公分的距離放置測量其電壓及電流量，發現相距6公分的備長碳跟鎂帶電壓、電流量大於相距9公分及3公分的備長碳跟鎂帶電壓、電流量，由此可知液肥對於導電介質也是有飽和、過飽和及未飽和的關係。
6. 將液肥溫度在零下低溫、加熱、置於常溫下，放置在冰箱的液肥導電度比常溫時還要高，可以知道溫度較高低的液肥其導電度也會比較高。
7. 此研究在廚餘垃圾減量，降低廢棄物處理負荷，同時減少焚化廠及掩埋場之各項公害防治支出，延長掩埋場使用壽命、提高焚化爐效率，也希望可降低、替代常見的一般電池包括鹼錳電池、鋅錳電池、鋰電池、鋅電池、鋅空電池、鋅汞電池、水銀電池、氫氧電池和鎂錳電池等等，以達到減少一般電池對環境所造成的污染，節省公害防治支出，間接降低廢液對環境的衝擊。

第六章 誌謝

本研究謝謝國家科學發展委員會給予^生機會，通過大專生申請計畫，過程中非常感謝許菁珊老師的指導並供所有研究所須之裝備、設施和空間及C401實驗室夥伴們無怨無悔的付出，讓此份計畫結案報告書得以順利如期完成。僅此謝忱。

參考資料

1. 九十八年資源回收再利用年報，
http://waste1.epa.gov.tw/download/important/news/20100819_3146_98%E5%B9%B4%E5%BA%A6%E8%B3%87%E6%BA%90%E5%9B%9E%E6%94%B6%E5%86%8D%E5%88%A9%E7%94%A8%E5%B9%B4%E5%A0%B1.pdf(搜尋日期 101 年 3 月 22 日)
2. 臺中市環境保護局-廚餘回收網，
<http://recycle.epb.taichung.gov.tw/KitchenWaste/>（搜尋日期100年2月26日）。
3. 台灣環境保護聯盟
<http://www.tepu.org.tw/?p=1005&page=2>（搜尋日期 100 年 2 月 26 日）。
4. 行政院環境保護署
<http://www.epa.gov.tw/>（搜尋日期 100 年 2 月 26 日）。
5. 林義凱，蔬果及有機液態肥電池-免緊張手電筒，2009 嘉南藥理科技大學健康創意競賽，環境資源管理系。
6. 公民新聞，記者栗田美保／雲林電訪報導，日期 2008-11-06 00:06:34
<http://www.peopo.org/portal.php?op=viewPost&articleId=25987>。（搜尋日期 100 年 2 月 26 日）。
7. 聯合新聞網，記者王彩鸞／台北報導，更新日期:2008/10/29 15:50，
<http://tw.news.yahoo.com/article/url/d/a/081029/2/18hu2.html>。（搜尋日期 100 年 2 月 26 日）。
8. 今日新聞，更新日期:2009/09/25 15:13，
<http://tw.news.yahoo.com/article/url/d/a/090925/17/1rst4.html>。（搜尋日期 100 年 2 月 26 日）。
9. 姜仁章、郭素卿，普通化學實驗，高立圖書有限公司，第 137-143 頁(2008)。
10. 認識再生能源，<http://teacher2.hkjh.kh.edu.tw/haubrey/energy/e2.htm>（搜尋日期 100 年 2 月 26 日）。
11. 廚餘變身清潔劑-環保又省錢，
<http://ecolife.epa.gov.tw/blog/post/1161617>（搜尋日期 100 年 2 月 26 日）。
12. 化廚餘為炊用氣體，<http://www.ebc.org.ph/>（搜尋日期 100 年 2 月 26 日）。
13. New Technology Turns Food Leftovers Into Electricity, Vehicle Fuels，
http://www.news.ucdavis.edu/search/news_detail.lasso?id=7915（搜尋日期 100 年 2 月 26 日）。
14. 林屏杰、李國興，以生物程序進行廚餘轉化產氫之研究，逢甲大學化學工程系。
15. 姜仁章、郭素卿，普通化學實驗，高麗圖書有限公司。

16. 電池，
<http://www.phy.ntnu.edu.tw/demolab/html.php?html=Notes/electronics/battery>
(搜尋日期 100 年 2 月 26 日)。
17. 水果電池，<http://hk.geocities.com/csss4j/00.htm> (搜尋日期 100 年 2 月 26 日)。
18. 馬鈴薯電池/水果電池，
<http://bear123.web66.com.tw/web/NMD?postId=330282> (搜尋日期 100 年 2 月 26 日)。
19. 空啤酒樽獲選最佳撲頭武器 防核胸圍奪搞笑諾獎，星島日報，2009-10-03
20. UC Davis News & Information : New Technology Turns Food Leftovers Into Electricity, Vehicle Fuels
21. 米大学、残飯や廃棄物を使った発電プロジェクトを開始，
<http://www.itmedia.co.jp/news/articles/0610/26/news015.html> (搜尋日期 100 年 2 月 26 日)。
22. 化垃圾為潔淨能源新加坡和美國新聞組報導，
http://www.godsdirectcontact.us/sm21/gbnews/184/ga_46.htm (搜尋日期 100 年 2 月 26 日)。
23. 科技產業資訊室，
http://cdnet.stpi.org.tw/techroom/market/energy/2008/energy_08_009.htm (搜尋日期 100 年 2 月 26 日)。
24. 馬麗，海洋溫差發電前景誘人，溫差 1°C 600億千瓦電，解放日報，93.8.30。
25. 日本化學會編：「樂趣中學化學-簡單的示範實驗」P.159.化學同人(1984)。
26. 小小發電廠，高愛迪斯，第二十二期。
27. 水果電池，科學眼雜誌第 22 期。
28. 九十八年資源回收再利用年報，
http://waste1.epa.gov.tw/download/important/news/20100819_3146_98%E5%B9%B4%E5%BA%A6%E8%B3%87%E6%BA%90%E5%9B%9E%E6%94%B6%E5%86%8D%E5%88%A9%E7%94%A8%E5%B9%B4%E5%A0%B1.pdf(搜尋日期 101 年 3 月 22 日)
29. 碳之基本性質，
<http://www.kristech.com.tw/article/ability.htm>(搜尋日期 101 年 3 月 23 日)