中華民國第56屆中小學科學展覽會作品說明書

國中組 生活與應用科學科

第一名

030814

「糞」力而為

- 開發生物活體系統分解豬糞可行性之研究

學校名稱:彰化縣立陽明國民中學

作者:

指導老師:

國三 賴一宏

蔡名峯

國一 賴宥妘

陳信穎

關鍵詞:豬糞、蠅蛆、高床式豬舍養殖

得獎感言

築夢踏實—我與科展

暑假過後,我將成為彰化高中的新鮮人。為了圓夢去年獲得團體合作獎的遺憾,以及為自己國中生涯留下完美的句點,同時也是傳承學校的優良傳統,很開心的,今年我與國一的 妹妹聯手合作再度挑戰全國菁英,爭取並獲得了最高榮譽。

雖說為了比賽早已充分準備,但是會場上臨陣時,在緊張氛圍下,評審老師們專業且犀利的提問,仍然讓我們緊張萬分。就在如此的氣氛下,聽見了有老師談及我去年的作品,當下真是莫名感動,除了感謝老師去年的肯定外,更激勵著我們今年的表現。此外,當我們以冰棒棍所製成的模型屋進行流程演示後,老師還幽默問起我們,如何辛苦吃冰以達到收集大量的冰棒棍。其他還有諸如對飼養蒼蠅恐懼的克服,以及豬舍實際考察的辛苦,都是老師們共同的好奇話題。

從科展的過程中我們學習到了,研究要細心、要有耐心,條理更需要清楚,而且環境跟 我們是如此的接近,脣齒相依又息息相關,只要動動腦,就可以讓環境變得更好。此外,經 由科展也讓我們體驗了大型比賽的壓力,以及學習如何抗壓、釋壓,對我們長大後工作於社 會上,相信會有很大的助益。

對於科展研究之起頭,古今之發明往往源自於日常所需,無論是解決問題或是增加方便, 科展之題材與創意亦是如此。例如,我們的研究就是起因於想要改善豬糞臭味,在研究摸索 中進而想要再利用豬糞,最後發展了不產生廢水,又可以增加經濟收入的高床式養殖處理系 統。所以只要好好觀察我們的周遭,大膽地假設問題所在,再細細地思考推究原因,時時地 細心紀錄,耐心地反覆推敲,相信最後終會開花結果,水到渠成,得到自己滿意的答案。

連續兩年科展的參與,從生物科到生活應用科,充滿了許多甘苦談的回憶。從飼養無數密密麻麻的蠅蛆開始,到蒼蠅的養殖、產卵、孵化、蠅蛆培育,一連串的循環,我們體驗了大自然的神奇奧妙,也了解到尊重生命的可貴。在實際觀察豬舍的過程中,我們也了解到豬農的辛勞與無奈,同時深刻地體會到經濟發展對環境的衝擊,以及環境的脆弱與人類應盡的努力。對我們而言,科展,不只是一個獎項,更是提供思考啟蒙的契機。



一年來,我們走訪了許多豬舍…豬,真的很可愛。



連續兩年,感謝陳信穎老師都在我們臨陣前,為我們加油打氣。



企圖心創造非凡!兩年來感謝蔡名峯老師的用心指導…我們做到了!

摘要

本研究以豬糞、蠅蛆為對象,以自行培養之蒼蠅及蠅蛆,在高床式豬舍養殖環境,將蠅蛆置入豬糞中,以蠅蛆分解豬糞進行實驗。

研究結果顯示:

- 1. 觀察以蠅蛆作用活體系統用於豬糞處理之研究,確實可行。
- 2. 檢驗豬糞中之 VOCs 含量,推算豬糞腐熟及肥料腐熟的程度,證明其有效快速腐熟。
- 3. 分析蠅蛆分解豬糞後肥料成分,經過種植鮮花及蔬菜之差異,證明確實有經濟效益。
- 4. 由文獻探討蠅蛆之成分,經過蠅蛆飼養餵食雞隻之差異,證明確實有其經濟效益。

此一方法既省水不沖洗豬舍,又可解決動物糞便之主要環保問題,避免二次污染,且可將豬糞利用轉換得到良好之肥料及飼料,再次回饋農、畜牧業,有利於推廣,真是一舉數得。

壹、 研究動機

隨著人類農牧環境的演變,目前的畜牧業大都採取高密度養殖,雖然高密度養殖帶來更 高的經濟效益,但卻也製造更多的環境汙染,例如:豬糞帶來的空氣與水的污染。

在國中生物課本中有提到,自然界中具有清除者,清除者主要的功能為:以動植物的遺體或是土壤中的有機物為食。此外自古以來之農業社會即有著使用動物糞便為堆肥之概念,由此可見其所含成分之肥沃。因此,以動物糞便來養殖昆蟲之概念,於理論上確實可行。因此本組認為蠅蛆或許可以做為清除豬糞的角色,所以本組計劃從飼養蒼蠅以取得蠅蛆的方式、探討蠅蛆對於豬糞之作用情形,並從中設計出利用糞便之可行系統。

此外,去年做著科展的研究,養著蒼蠅,心裡油然而生對於利用生物達到環境保護的意識。如果利用蠅蛆食用糞便中養份之特性,並且設計出蒼蠅飼養、豬糞收集、蠅蛆收集、肥料產出等之系統,使之方便推廣應用於畜牧養殖,不僅可以處理動物糞便污染之問題,其所附加產生之蠅蛆及肥料,亦可為農業帶來額外的收入。

現行根據行政院農委會(2011)與許桂森(2011)的資料統計,台灣一年飼養豬隻產生的豬糞約有43萬噸,雖然目前具有可以減少豬糞污染的方式。例如:固液分離槽、厭氧處理槽以及好氧處理槽等方式,但是根據董淑慧(1993)所調查,**受限於裝置設備的金額以及畜牧業者便宜行事的心態**,豬糞處理不善便加以排放,還是常常造成環境污染,令人憂心。為了達到驗證所設之理論,其方法唯有透過身體力行之實際操作。經過文獻考察及討論,本組確認了方向為:

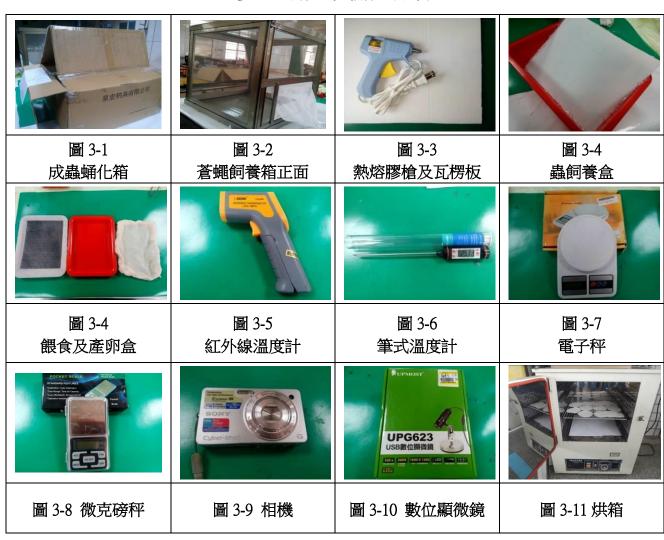
- (一)研究主軸:利用蠅蛆作用於豬糞之系統研究。
- (二)研究主角為家蠅、豬糞。

- (三)環境保護之糞便污染處理為主軸,進而追求其可能產生之附加價值。
- (四)研究簡便、低污染、便於推廣之方法。

貳、研究目的

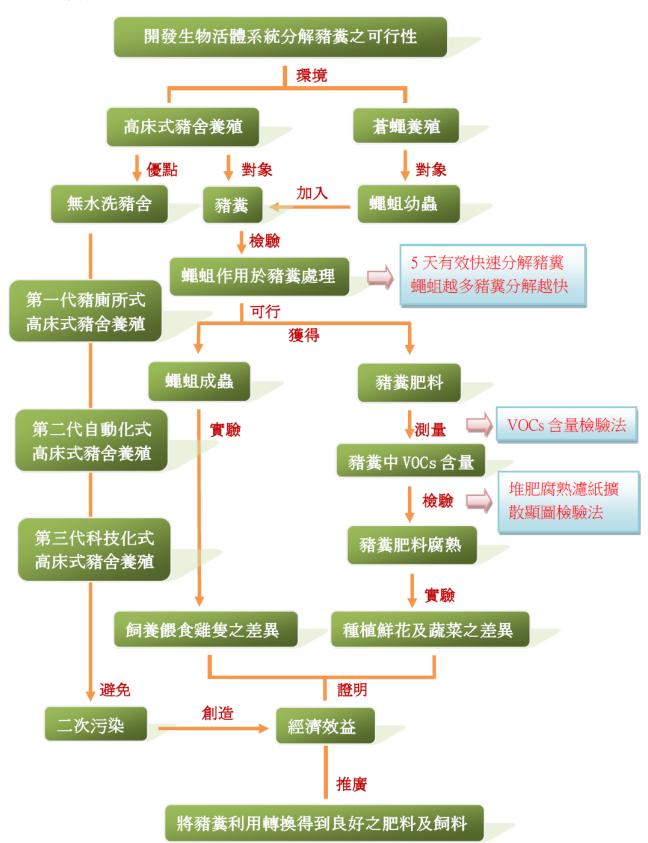
- 一、 觀察以蠅蛆作用活體系統用於豬糞處理之研究
- 二、 探討豬糞中之 VOCs 含量
- 三、探討豬糞腐熟及肥料腐熟
- 四、探討豬糞肥料種植鮮花及蔬菜之差異
- 五、 探討蠅蛆飼養餵食雞隻之差異

參、 研究設備與器材



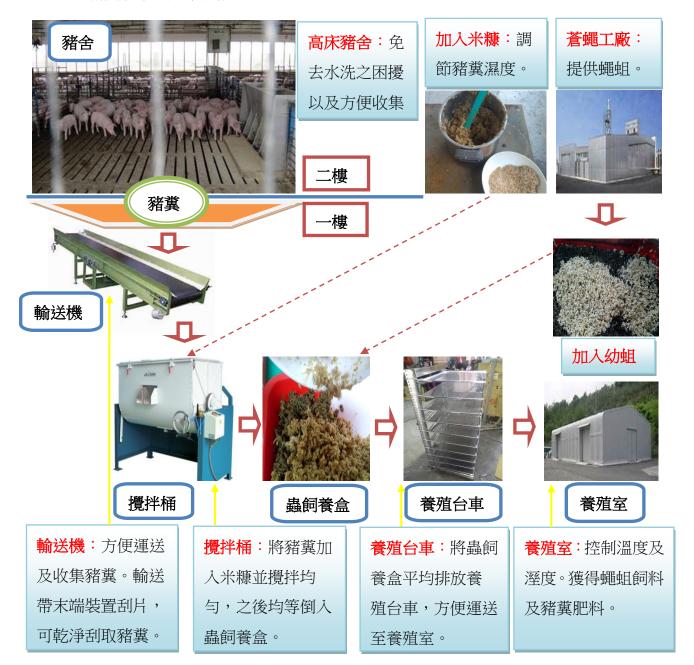
肆、研究過程與方法

一、 實驗研究流程圖



二、 豬糞收集運用系統圖:

圖 4-1 豬糞收集運用系統概念圖



(一):利用高床式豬舍養殖收集豬糞:(參考附件)

將高床式豬舍養殖落下之糞便,經豬舍下方漏斗形狀收糞孔(不沾黏鐵氟龍材質)收集 後,以輸送機輸送(途中進行糞尿分離)至攪拌桶,以方便在一樓進行豬糞攪拌。

(二):豬糞中加入米糠攪拌:

加入米糠攪拌。根據賴一宏等(2015)資料,其目的是為了避免豬糞黏稠的特性,妨礙 蠅蛆的生長,利用米糠調節豬糞的相對濕度,營造蠅蛆生存的空間。其比例依豬糞的相對濕

度而有所改變,大約為豬糞:米糠=5:1。

(三): 倒進蟲飼養盒, 置入養殖台車:

將上述攪拌均勻之豬糞倒入蟲飼養盒。根據賴一宏等(2015)資料,蟲飼養盒之高度約為20cm,內置豬糞高度約為15cm,兩邊設計斜坡以利蠅蛆蛹化時爬出。隨後加入預先由蠅卵孵化培養之蠅蛆幼蟲(可由豬農自行培養或由蒼蠅工廠提供),並放置於養殖台車。

(四):推入飼養室,靜待蠅蛆爬出,豬糞熟成:

飼養室的目的,除可不受天候影響,並可控制溫度及濕度外,如**負壓除臭**還可以避免臭味的外洩。參考國中生物第二冊第四章,養殖台車推入飼養室內,利用蠅蛆結蛹時,有往上爬以尋求乾燥的特性,靜待其5天後長成結蛹時爬出。爬出後的蠅蛆直接掉至養殖台車下方之收集袋,收集後蠅蛆作為飼料。蠅蛆分解後的豬糞即熟成為肥料,為避免豬糞肥料中殘留蠅蛆而造成二次污染,處理上連同米糠打碎後作為肥料。如此便不會有蠅蛆及蠅蛹殘留於豬糞中孵化,造成蒼蠅滿天飛之環境問題。

三、 選用豬糞研究的原因:

(一):豬隻餵食的食物與消化率:

在台灣大多數的養豬場,豬隻都以餵食植物性原料豆粉、全脂豆粉飼料之情況下,依據 行政院農業委員會畜產試驗所畜產專訊,廖宗文(2009)資料顯示,餵食飼料**豬隻之消化率** 約為 70%,也就是意味著約有 30%的蛋白質養份將殘存於豬糞中。故其所產生之可利用經濟 價值也相對較大。

(二)環境汙染大:

依據中國畜牧學會會誌,洪與郭(2001)顯示,40~60kg及80~100kg之豬隻,每頭豬每天平均之糞便約為1kg及1.5kg,假設1,000隻豬之養豬場,其體型各佔半,則每天將產生約1,250kg 豬糞。再加上台灣養豬習慣不像歐美的高床養殖,因為採用了水洗方式,所以每天清洗豬舍的結果,產生了大量的廢水,造成河川環境的污染及口蹄疫等病媒的流竄及傳播。

(三)現行處理上的問題:

雖然目前具有例如:固液分離槽、厭氧處理槽以及好氧處理槽等方式,可以減少豬糞污

染。但是受限於裝置設備的金額以及畜牧業者便官行事的心態、豬糞還是常常造成環境污染。

四、 選用家蠅(Musca domestica)的原因:

本研究使用家蠅做為實驗蒼蠅的類型,其學名為 Musca domestica,由於家蠅是常見的蒼蠅,常常出現在我們的生活之中,因此選擇家蠅進行實驗是最好的方式。





圖 4-2 家蠅(Musca domestica)

圖 4-3 家蠅卵

正在產卵的家蠅及家蠅卵,照片來源:研究者自行拍攝

五、 蒼蠅之飼養與觀察:

飼養環境的建立

1.飼養空間

- ① 成蟲蛹化箱。使用一個 60×60×30 cm 之紙箱,將其上部內摺部分對向豎起相靠,使其製造出空隙以為通風,加以紙箱冬暖夏涼兼吸收水份之特性,以增加乾燥蛹化過程中因蟲體聚集所產生之濕熱。
- ② 蒼蠅飼養箱。設計以60cm 立方體之鋁窗組裝網箱(內表面積為60cm×60cm×6=21600 cm,每隻蒼蠅預估佔用4cm,約可飼養五千多隻蒼蠅),於箱子側邊留置一個25cm之操作口,開口處加裝洗衣袋,利用洗衣袋拉鍊開關,以方便東西進出管理。

2.飼養環境

① **產卵盒**。15×10×5 cm 之產卵盒,參考崔岩、崔春月、侯曉東(2008)研究,設置產床,以隔日之豆渣或加糖麵粉,利用其產生之發酵氣味。產床之內餡外平均包覆布塊,以方便蒼蠅產卵於布上並便於採收。

- ② **幼蛆培養盒**。250cc 之不透光免洗碗,內置米糠加豆渣,加以牛奶拌勻。將採收之蠅卵放入,等待孵化為幼蛆,器皿上面加蓋子密合以防爬出,蓋子中間開孔以透氣,防豆渣等蛋白質發酵之悶熱。
- ③ **蟲飼養盒**。20×15×10 cm 之實驗盒,內置實驗用之豬隻糞便與培養之幼蛆。利用蠅蛆長成後有往上爬出成蛹之特性(認為<mark>高處及趨光多為乾燥之生物本能</mark>),盒內置斜板以利爬出,斜板上設計溝道以方便蠅蛆魚貫爬出。

3. 飼養示意說明

圖 4-4 蒼蠅飼養示意說明圖



水盒: 將面紙浸濕以方 便蒼蠅飲水。 **餵食盒**:利用**虹吸原理**將 布浸濕以方便蒼蠅進食。



拉鍊式洗衣袋操作口:方便開關管理。

蒼蠅羽化盒:將待羽化 之乾燥蠅蛹置於盒內。 放入蒼蠅飼養箱。

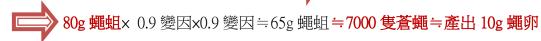
產卵盒:產床之內餡外 平均包覆布塊。利用發 酵原理誘致其產卵。

六、 計算蠅卵產出之數量:

培養購入的蠅蛆,計算飼養蒼蠅數量及蠅卵質量

- 1. 加細米糠蠅蛆秤重 200g-細米糠 60g-盒子重量 60g=80g
- 2. 篩除米糠、死蠅蛆、過小顆蠅蛹≒成蛹 72g≒**成蛹率 90%**

- 4. 隨機取樣 200 顆,觀察**羽化率≒90%** → 8000 顆×90% = **7000 隻蒼蠅**



七、 豬糞的處理:

本研究將新鮮的豬糞約500g與米糠約20g一同進行攪拌,以降低豬糞的相對濕度,以利蠅蛆活動於豬糞中,隨後利用電子秤秤重,使每個實驗組的豬糞量相同。



圖 4-5 豬糞的處理

豬糞先加入米糠後,進行攪拌,讓米糠可以吸收豬糞的水分。 並以電子秤秤量豬糞的質量。

隨後依實驗設計秤量0.1、0.2、0.3、0.4g的蠅卵質量所孵化之蠅蛆幼蟲,倒入每盒約500g 豬糞中讓蠅蛆在豬糞中生存,並分解豬糞中的有機物質。最後由豬糞的腐熟度及蠅蛆的大小 體型判斷得知:0.3g的蠅卵質量所孵化之蠅蛆幼蟲,倒入每盒約500g豬糞,為分解豬糞數量之 最適當比例。

表 4-1 蝇蛆分解豬糞之比例表

蠅卵質量所孵化之蠅蛆幼蟲	500g 豬糞分解效果
0.1g	蠅蛆太少,致分解腐熟不完全
0.2g	蠅蛆太少,致分解腐熟不完全
0.3g	蠅蛆剛好,分解腐熟完全
0.4g	蠅蛆太多,養份不足,體形瘦小





圖 4-6 蠅蛆的秤量

左圖:幼蛆培養盒。 右圖:將幼蛆由幼蛆培養盒倒入蟲飼養盒。 將實驗設計秤量0.1、0.2、0.3、0.4g的蠅卵質量所孵化之蠅蛆幼 蟲,倒入豬糞中讓蠅蛆在豬糞中生存,並分解豬糞中的有機物質。





圖 4-7 蠅蛆的實驗

左圖:放入0.1、0.2g的盒子,因蠅蛆太少,致分解腐熟不完全。右圖:放入0.4g的盒子,因蠅蛆太多,致養份不足,體形瘦小。

八、 檢驗豬糞腐熟之方法:

本實驗利用蠅蛆分解豬糞的有機物質,使得豬糞得以腐熟,並可做為天然農業堆肥。因 此觀察豬糞腐熟的程度,是本研究一個重要的變項。由於受限於國中實驗室的儀器與設備, 因此我們採用簡宣裕、張明暉、劉禎祺(2005)所提出的**堆肥腐熟濾紙擴散顯圖檢驗法**。其 做法為:

(一):將濾紙先以0.5%硝酸銀溶液浸泡,並以烘箱以40℃烘乾待用。

(二): 隨後秤量5公克的豬糞堆肥,並加入50毫升的1%氫氧化鈉,隨後震盪5小時後,使用 離心機以3000rpm轉速離心。

(三): 用棉花棒沾取上清液,並滴點於濾紙中央,即可從濾紙上圖形分布,判斷腐熟的情形。

判斷的依據為下:

	新鮮豬糞	腐熟豬糞
擴散圖正中央	顏色為白色至粉紅色	顏色為紅色至紫色
擴散圖中間帶	形狀為環狀	形狀為不規則狀
擴散圖邊緣	邊緣為非鋸齒狀	邊緣為鋸齒狀



左圖:1 將沾滿硝酸銀的濾紙置於 烘箱中以 40℃烘乾備用。



右圖:2 將浸泡 1%氫氧化鈉的豬糞 進行離心。



圖 4-8 堆肥腐熟濾紙擴散圖檢驗法 左圖:3利用棉花棒將上清液滴入 濾紙中央。

九、 檢驗揮發性有機化合物(VOCs)降低之方法:

豬隻糞便可能產生之空氣污染物,根據簡宣裕、張明暉、劉禎祺(2005),有因糞便發酵分解所產生之二氧化碳(CO2)及硫化氫(H2S);有因糞便中未消化蛋白質中之含氮物分解氨氣(NH3);有因硫化氫、氨、揮發性脂肪酸、酚類等揮發性物質所組成之臭氣(Odor)等問題。是故有機物的腐敗臭味來源即多為糞便中之有機物質發酵所致,這也是導致豬糞產生惡臭的原因。根據賴一宏等(2015)資料,利用外借的檢驗儀器,檢驗原理是利用所謂氣體檢測器,將成分上有些可燃性、有毒有害氣體都有電化學活性,可以被電化學氧化或者還原。利用這些反應,可以分辨氣體成分、檢測氣體濃度。



圖 4-9 VOCs 檢測情況

左圖: VOCs 檢測儀。 右圖: 密閉箱子檢測。

十、 豬糞肥料成份分析:

分析蠅蛆作用後之豬糞肥料中,植物所需成份之構成。因學校無此精密設備,故本組委由外部檢驗單位代為檢驗。檢驗方法及結果如下:(100g 單位)

(一): 氦含量測定

1. 使用 Elementarvario EL 元素分析儀分析

- ①分析原理:儀器分析方法是利用垂直式燃燒管,將欲分析之物質盛於錫金屬容器內,置於樣品自動供給器上,利用重力原理,定期加入1150℃左右燃燒管,在錫之助燃下使樣品瞬間燃燒溫度高達1800℃,促使樣品足以完全燃燒,再經過銅還原處理後,生成之N₂、CO₂、H₂O混合物經過特殊之分離管分離後,可利用熱傳導偵檢器(TCD)分別測定其含量,再經資料處理機運算,即可自動列計碳、氫、氦及硫之重量百分比。
- ②分析流程:樣品不須前處理,依照儀器操作說明置入樣品呈盤,電腦自動顯示分析結果。

(二):鉀、磷含量測定

1. 使用 HORIBA ULTIMA2 ICP-AES 感應耦合電漿原子發射光譜儀(ICP-AES)

①分析原理:將樣品霧化後 以氫氣流送至電漿火炬,使試樣在感應偶合電漿中進行原子化與激發。各激態原子所發 射的譜線則經由單光器或多色儀分光,以檢測各發射

譜線之波長與強度。ICP-AES 可用於試樣中所含元素之定性分析,並可同時測定試 樣中多種元素之含量。

②分析流程:1配製鉀、磷標準品以製作檢量線。2.將適量樣品以鹽酸消化3.將消化後的樣品依照儀器操作步驟上樣分析,由檢輛線換算濃度。



圖 4-10 元素分析儀器圖片



圖 4-11 咸應耦合電漿原子發射光譜儀

十一、 豬糞肥料培養花卉蔬果之成效:

豬糞肥料培養花卉蔬果實驗中,依據行政院農業委員會輔導之農產品行情報導系統統計 資料,重要農產品批發市場交易之前十名排行榜,菊花及園妹菜為歷年所見。因此考量 其四季天候性及民生普及性,我們選用了一般常見的菊花及園妹菜做為實驗的主角。

(一): 菊花實驗

- 1.選用第五週大小,各為15公分高到16公分高的未結苞菊花,在菊花準備開始結苞前時期進行施肥。分為1對照組及2實驗組,每組各10盆進行實驗,實驗數據取其平均數。
- 2.依市售肥料建議各添加20公克。對照組中加入一般市售肥料,實驗組1加入豬糞肥料,實驗組2加入未放蠅蛆之曬乾豬糞並且每天給予三組相同的時間日照及水份。
- 3. 每週固定時間,以尺測量對照組及實驗組之生長高度,並記錄有無花苞產生。
- 4.對比記錄生長高度及花苞數量。

(二):圓妹菜實驗

- 1.購得之圓妹菜種子,每小杯一粒種子分種於布丁杯,共五十杯。等待種子發芽後, 選取約相同大小且各有兩葉之菜苗30株,移種較大之盆栽。分為1對照組及2實驗組, 每組各10盆進行實驗,實驗數據取其平均數。
- 2.依市售肥料建議各添加20公克。對照組中加入一般市售肥料,實驗組1加入豬糞肥料,

實驗組2加入未放蠅蛆之曬乾豬糞並且每天給予三組相同的時間日照及水份。

- 3. 每週固定時間,以尺測量並記錄對照組及實驗組之生長高度及葉子數量。
- 4.對比記錄生長高度及葉子數量。





圖 4-12 以尺測量對照組及實驗組高度

左圖:菊花 。 右圖:圓妹菜。

十二、 實驗以蠅蛆做為雞隻營養添加物:

實驗選用孵化後之雛雞為對象

- 1. 選取孵化後,體型大小重量皆為一致之雛雞各十隻,分為對照組及實驗組。
- 2.將蠅蛆加熱煮後,裝入洗衣袋並甩動,利用離心力原理脫水,並放入烤箱烘烤。烘 乾之蠅蛆加以磨粉備用。
- 3.每天固定時間早晚餵食一次,對照組飼料中為一般市售玉米飼料,實驗組中加入飼料比例20%(參考市售建議)的蠅蛆飼料粉末。兩組飼料餵食重量相同。
- 4. 連續6週,每週固定時間,以磅秤測量並記錄對照組及實驗組之生長重量。
- 5. 對比記錄生長重量及情況。



圖 4-13 將牧場雞隻分為對照組及實驗組

左圖:對照組。 右圖:實驗組。

伍、 研究之結果與討論

實驗一 觀察以蠅蛆作用活體系統用於豬糞處理之研究

一、 研究目的:

利用蠅蛆食用糞便中養份之特性,設計出蒼蠅飼養、豬糞收集、蠅蛆收集、肥料產出等之系統,使之方便推廣應用於畜牧養殖。除了解決動物糞便污染之主要問題,所產生之蠅蛆飼料及有機肥料,亦可為農業帶來額外的經濟收入。根據台灣經濟研究月刊,楊玉婷(2014)資料,台灣2013年有機食品產值為46.8億元台幣,且逐年成長;此外,潘紅平(2013)資料,以蠅蛆餵食畜牧的市場亦蓬勃成長已為經濟規模。故豬糞經蠅蛆作用所附加產生之飼料及肥料是有其經濟效益。

二、 實驗結果:

(一) 觀察高床設計:

参考歐美之高床式豬舍養殖,設計為二樓式高床養殖,因為糞便排泄物可直接落於下方空間,除了可直接收集利用外,免沖洗豬舍還可以避免產生大量的廢水,以及減少豬隻因沖水而生病。廢水的減少也可以避免病煤經污水而散播。

(二) 觀察蠅蛆收集:

設計台車上活動養殖盤,兩旁出口處各設計有一60°斜板,以及如吸管般寬度之溝道。 利用蠅蛆成蛹時,會往高處爬尋求乾燥之特性,設計斜板及溝道幫助蠅蛆更輕易地爬出。台車下方設計收集袋,以方便收取落下之蠅蛆。此外,台車亦可做為密閉式,如此可兼顧收集蠅蛆分解豬糞期間之沼氣。

(三) 觀察自動化豬糞收集處理:

提案豬糞從豬舍開始,一連串自收集、攪拌、養殖台車、養殖室之程序,都由自動化 偵測、啟動,並於密閉負壓空間完成。以避免空氣之二次污染。

(四)產業應用:

- 1 實驗得知: 飼養≒7,000 隻蒼蠅,集中於 5 天生產,總共收取≒10g 蠅卵,產出≒500g 蠅蛆。
- 2 實驗得知:0.3g的蠅卵質量所孵化之蠅蛆幼蟲,倒入每盤約500g豬糞,為分解豬糞數

量之最適當比例。0.3g蠅卵:500g豬糞最為理想。

- 3 文獻得知: 40~60kg 及 80~100kg 之豬隻,每頭豬每天平均之糞便約為 1kg 及 1.5kg, 假設 200 隻豬之小型養豬場,其體型各佔半,則每天將產生約 250kg 豬糞。 試算出 250kg 豬糞÷0.5kg 豬糞×0.3g 蠅卵=150g 蠅卵/養豬場每天自給所需。
- 4 實驗得知:7,000 隻蒼蠅≒產出 10g 蠅卵。每天自給需要 150g,則需要≒100,000 隻 蒼蠅。
- 5 實驗得知:80g 蠅蛆≒7,000 隻蒼蠅,因此 100,000 隻蒼蠅需要≒1,100g 蠅蛆。
- 6 實驗得知:10g 蠅卵產出≒500g 蠅蛆,則養豬場每天需求 150g 蠅卵,可以產出≒7,500g 蠅蛆。
- 7 實驗得知:7,500g 每天產出-1,100g 每天培養蒼蠅所需≒6,400g 每天蠅蛆經濟收入。

(五)觀察經濟產出:

1 養豬場可依照自身所需,於場內飼養蒼蠅。依據實驗得知可設計約2萬隻蒼蠅容量之飼養箱,如此每天需要5個飼養箱。又因為蒼蠅從蠅蛆、蠅蛹、蒼蠅到產卵,約需 10天,所以需要10天一循環的利用飼養箱飼養蒼蠅。如:第一天的A箱5個,到了第十一天A箱再次循環放入新的蠅蛆成蛹。



圖 5-14 蠅蛆的生活史

幼蟲到結蛹約需要3天。羽化到交配約需2天。產卵約5天。

(六)提案系統化經營:

對於無法自行養殖蒼蠅的養豬場,我們提案設計了如下圖 5-15 的工廠概念。

圖 5-15 系統化經營概念圖

蒼蠅工廠

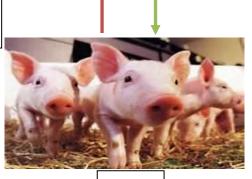
提供養豬場所 需之蒼蠅卵



工廠的利潤:

幼蛆(飼料、高蛋白提煉) 蛹殼(飼料、甲殼素提煉) 蒼蠅(飼料、提煉酵素)

- →提供蒼蠅幼蛆分解豬糞
 - →供應蒼蠅成蛆獲取利潤



養豬場的利潤:

解決豬糞問題(污水、臭味) 獲得有機肥料(豬糞+米糠) 部分蠅蛆分紅(利益分配)

養豬場

(七)豬糞收集運用系統圖及系統化經營概念圖模型:





圖 5-16

左圖:豬糞收集運用系統圖。 右圖:系統化經營概念圖。

三、 研究討論:

從高床式的養豬設計、豬糞收集、放置養殖台車,到進入養殖室收成,期間利用蒼蠅生活史的特性,培養生生不息可以再利用的蒼蠅及蠅蛆,並將蠅蛆放入豬糞中以獲得飼料及肥料。這樣的系統如能夠廣泛推廣於各個養豬場,則可以根本解決因豬糞所帶來之環境污染問題,更可以為環境創造出循環生生不息的資源。

實驗二 探討豬糞中之 VOCs 含量

一、 實驗目的:

探討蠅蛆對於豬糞中VOCs的濃度變化之影響,觀察蠅蛆對於豬份除臭之影響。

二、實驗結果:

為了讓實驗變因可以達到更好的控制,以下列出本實驗的研究控制,根據賴一宏等(2015)資料,自變項設計為 10g 蠅蛆。如下表 5-1 所示。

表 5-1 蠅蛆清除豬糞 VOCs 能力之研究變因表

自變項	依變項	控制變項
蠅蛆的有無	VOCs 濃度	相同時間測量
		皆為250公克的豬糞
		皆加入米糠攪拌
		皆收集 24 小時的氣體

表 5-2 不同實驗操作箱中 VOCs 濃度量測數據

		各別	測量箱	中的揮	發性有機	幾化合物	泗濃度(雪	單位: r	opm)	
天數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
對照組	69.6	67.9	65.2	63.7	60.3	59.4	57.8	53.5	51.9	49.8
10g 蠅蛆	69.6	56.0	35.4	23.7	9.7	8.5	6.4	3.9	2.7	2.1

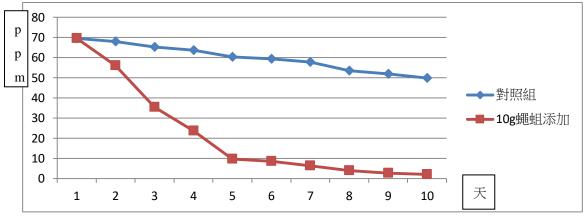


圖 5-17 VOCs 濃度量測數據

依據實驗,很明顯在第五天濃度降到個位數 9.7ppm。

三、 實驗討論:

由實驗中可以明白地得知,隨著蠅蛆的成長變大,豬糞中之 VOCs 濃度在第五天時也達到了**有效快速的下降**。另外的實驗組則下降相當緩慢。此外,根據賴一宏等(2015)資料也同樣指出:加入的蠅蛆越多,豬糞腐熟越快,則 VOCs 下降的程度也越快。

實驗三 探討豬糞腐熟及肥料腐熟

一、實驗目的:

探討蠅蛆對於豬糞堆肥腐熟之影響,並觀察蠅蛆是否能加速肥料的腐熟。並以儀器分析豬糞中的成分。

二、 實驗結果:

為了讓實驗變因可以達到更好的控制,以下列出本實驗的研究控制,如下表 5-3 所示。

表 5-3 蝇蛆對於豬糞堆肥腐熟之影響研究變因表

自變項	依變項	控制變項
蠅蛆的有無	豬糞堆肥腐熟程度	相同時間測量
	豬糞堆肥成分分析	皆取5公克的豬糞
		皆加入50毫升的氫氧化鈉
		靜置時間皆為5小時





圖 5-19 五天後豬糞肥料腐熟示意圖

左圖:未腐熟的濾紙圖示。最外圍為非鋸齒狀,中間為環狀圖形。右圖:腐熟的濾紙圖示,最外圍為鋸齒狀,但中間為非環狀圖形。

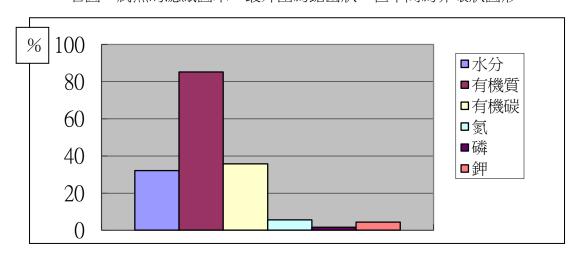


圖 5-20 蠅蛆作用後之豬糞肥料成份表

實驗五天後的豬糞肥料成分(100g): pH 值 6.5、水分含量 32.1 %、有機質含量 85.2%、有機碳含量 35.8 %、氮含量 5.6 %、磷 1.5%、鉀 4.3%。

三、 實驗討論:

由實驗的濾紙圖示可以得知,未腐熟豬糞的濾紙圖,其最外圍為非鋸齒狀,中間為環狀圖形。腐熟的濾紙圖示,最外圍為鋸齒狀,但中間為非環狀圖形。且依據實驗,很明顯在第五天有顯著變化。此外,肥料成份表中顯示出,**腐熟後的豬糞已經具備植物生長所需之養分**。

實驗四一探討豬糞肥料種植鮮花及蔬菜之差異

一、 實驗目的:

本研究探討蠅蛆作用後之豬糞肥料,對於鮮花及蔬菜之影響,並觀察豬糞肥料、一般肥料(非有機肥料)與曬乾豬糞於添加上之差異。

二、 實驗結果:

為了讓實驗變因可以達到更好的控制,以下列出本實驗的研究控制,如下表所示。菊花在種植後的第五週起開始施以肥料,並觀察其高度及開花現象。圓妹菜則是從幼苗開始起,觀察其成長高度及葉片長成。

表 5-5 觀察 菊花中豬糞肥料添加之差異影響研究變因表

自變項	依變項	控制變項
不同的營養添加物	高度 (cm/株)	相同的實驗植物
		加於實驗對象表層
		相同時間日照
		相同水份

表 5-6 實驗操作中菊花生長量測數據

週數	第5週	第6週	第7週	第8週	第9週
對照組(一般肥料)	15.6	16.3	17.5	19.7	21.3
實驗組1(豬糞肥料)	15.6	17.1	18.9	20.1	22.8
實驗組2(乾燥豬糞)	15.6	15.3	14.1	13	13
			(:	平均高度(cm/株)

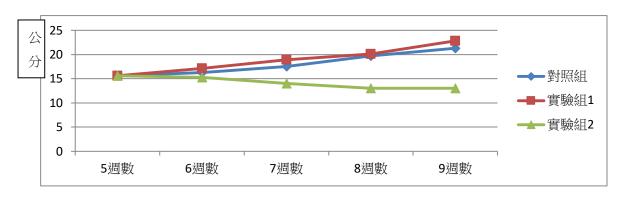


圖 5-21 菊花添加豬糞肥料,高度之成長差異表

表 5-7 實驗操作中菊花花苞生長量測數據

週數	第5週	第6週	第7週	第8週	第9週
對照組 (一般肥料)	0	2	10	15	20
實驗組1(豬糞肥料)	0	2	7	13	17
實驗組2(乾燥豬糞)	0	0	0	0	0
				(平均花苞	數/株)

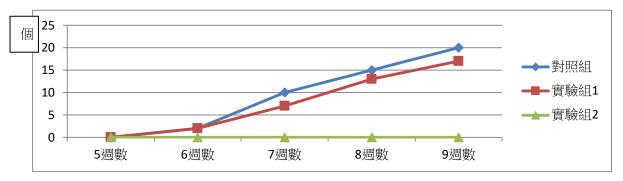


圖 5-22 菊花添加豬糞肥料,花苞之成長差異表



圖 5-23 菊花。 左圖:豬糞肥料。 右圖:一般肥料。

表 5-8 觀察圓妹菜中豬糞肥料添加之差異影響研究變因表

自變項	依變項	控制變項
不同的營養添加物	高度(cm/株)	相同的實驗植物
		加於實驗對象表層
		相同時間日照
		相同水份

表 5-9 實驗操作中圓妹菜生長量測數據

週數	第1週	第2週	第3週	第4週
對照組(一般肥料)	3.5	5.8	9.1	13.7
實驗組1(豬糞肥料)	4.9	7.4	10.3	15.2
實驗組2(乾燥豬糞)	1.8	0.6	0	0
			(平均高)	度 cm/株)

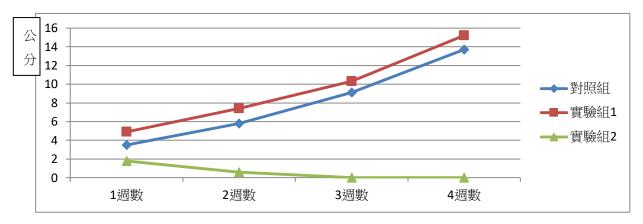


圖 5-24 圓妹菜添加豬糞肥料,高度之成長差異表

表 5-10 實驗操作中圓妹菜葉子生長量測數據

PC PC-08/40/(11 P-1//10/10/10/1	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	.424		
週數	第1週	第2週	第3週	第4週
對照組 (一般肥料)	5	8	11	15
實驗組1(豬糞肥料)	6	11	15	18
實驗組2(乾燥豬糞)	3	1	0	0
			(平均	葉數/株)

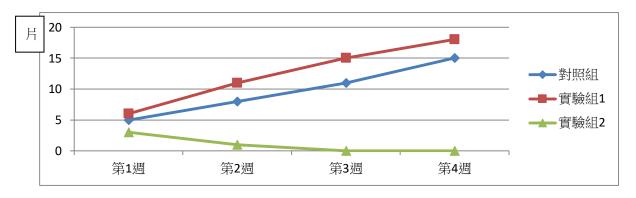


圖 5-25 圓妹菜添加豬糞肥料,葉數之成長差異表



圖 5-26 圓妹菜

左圖:一般肥料。 右圖:豬糞肥料。

三、 實驗討論:

研究者定時進行一連串的記錄分析,記錄該實驗組植物生長的情形。 根據實驗結果,添加蠅蛆作用後的豬糞肥料,得到兩個發現:

(一)施肥後之成長明顯增快:

由上述之實驗中,菊花一開始的高度,對照組、實驗組平均皆為 15.6 公分,兩者幾乎是一樣的大小。經過五週的施肥長成後,對照組為 21.3 公分,實驗組 1 為 22.8 公分,實驗組 2 因已枯死為 13 公分。圓妹菜一開始的高度與葉數,對照組、實驗組平均皆為 1.8 公分與 2 葉,兩者幾乎是一樣的大小。經過五週的施肥長成後,對照組為 13.7 公分與 15 葉,實驗組 1 為 15.2 公分與 18 葉,實驗組 2 因已枯死為 0 公分沒有葉子,有著明顯的差異。

(二)添加肥料後,鮮花的花苞長成較為多,蔬菜的長成較為好:

菊花添加肥料後之花苞,經過五週的施肥長成後,對照組為 15 個,實驗組 1 為 18 個,實驗組 2 則已枯死。添加肥料的實驗組 1,花朵的色澤及大小也都稍微勝於對照組。

(三)環境清潔,無臭味:

在實驗期間,我們針對加入肥料之實驗組 1,觀察其味道及環境有無污染現象。發現並沒有如加入有機堆糞肥料般的臭味,其附近周遭環境也沒有蒼蠅、果蠅等蟲類紛飛。實驗組2則有著異味,其附近周遭環境也有昆蟲類紛飛。

由此實驗可以得知:加入蠅蛆作用後的豬糞,可以讓實驗對象的植物成長的較快,花苞 結的較多,蔬菜葉子也可以長的較肥肉大片。加入蠅蛆作用後的豬糞,並不會造成植物有因 為太鹹而枯死之現象,證明<u>蠅蛆作用後的豬糞肥料是完全腐熟的肥料</u>。

實驗五 探討蠅蛆飼養餵食雞隻之差異

一、 實驗目的:

在前述的研究過程中,我們建立一個良好培育蠅蛆的方式,可以培育出許多的蠅蛆。因 此本研究將蠅蛆水煮、乾燥並磨粉後,加入雞隻飼料內,探討對於雞隻飼養之影響,觀察蠅 蛆飼料之成份以及有無添加蠅蛆飼料之差異。

二、 實驗結果:

為了讓實驗變因可以達到更好的控制,以下列出本實驗的研究控制,如下表 5-11 所示。

表 5-11 觀察蠅蛆飼料餵食雞隻之差異研究變因表

自變項	依變項	控制變項
是否添加蠅蛆	質量(g/隻)	以10隻為一組取平均值
		相同時間測量
		飼料添加 20%的蠅蛆

表 5-12 實驗操作中雞隻每週餵食數據

週數	第1週	第2週	第3週	第4週	第5週	第6週
每日飼料	30	35	40	45	50	60
本次實驗雞隻為土雞類之古早雞種(平均餵食飼料 g/隻)						

表 5-13 實驗操作中雞隻每週生長量測數據

週數	第1週	第2週	第3週	第4週	第5週	第6週	
對照組	30	150.5	283.0	396.7	550.1	723.8	
實驗組(20%蠅蛆豬糞)	36	194.9	350.4	521.3	689.6	822.1	
(平均質量 g/隻)							

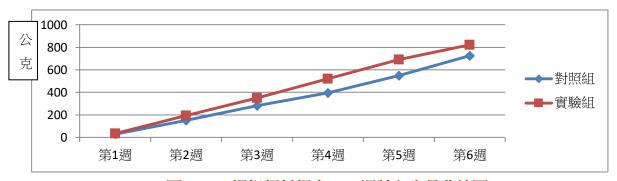


圖 5-27 蠅蛆飼料餵食 2~6 週齡之生長曲線圖





圖 5-28 雞隻磅重示意圖

對照組。左圖:第 1 週 30g。右圖:第 2 週 151g。





圖 5-29 雞隻磅重示意圖

實驗組。左圖:第1週36g。右圖:第2週195g。

三、 實驗討論:

研究者每週進行記錄分析,記錄該實驗組依變項動物生長的情形。 研究結果發現:

(一) 促進成長,提升品質:

觀察比較沒有餵食蠅蛆的對照組與餵食蠅蛆的實驗組,如圖表所示,可以發現在實驗的 6週後,實驗組的身形明顯比對照組來的重,成長較好,肌肉組織也顯得結實。

(二) 降低發病率,美化色澤:

實驗過程中的小雞,實驗組的顏色,比對照組的色澤度明顯光澤。並且一般在小雞飼養中之預防性用藥,如點眼、點鼻、噴霧、飲水、穿刺等,即使實驗組不用藥也相對好飼養。

根據慧典市場研究報告網(2009),可以得知蠅蛆是一種高蛋白、高脂肪、氨基酸含量全面的昆蟲資源,被稱為"動物的營養寶庫",並且可以進行加工,使其具有更好的經濟價值。 蠅蛆蛋白含量約為53.2%,動物所需氨基酸種類齊全,用於雞隻或動物之飼養,可以促進成長,提升品質,降低發病率及美化色澤。

陸、結論

(一) 觀察高床式豬舍養殖, 蠅蛆分解豬糞的系統, 是有效可行的方法

根據本組的研究觀察結果,限定高床式養殖豬舍的豬糞收集使用,提出對於對現階段使用上的建議與改良。

1.不產生廢污水,才是真正環保:

對於現在養豬場普遍的傳統式豬舍,由於豬隻的排泄物與其生活同為一室無法分隔,所以造成豬隻躺滾而滿身豬糞,致臭氣沖天。為保持豬隻乾淨,不得不每天以大量清水清洗豬舍及豬隻,產生大量的污水。建議新設的養豬場可全面採用高床式設計,另外對於舊的養豬場,可以鼓勵逐步翻新採用,唯有達到**不產生廢污水,才是真正的環保**。

2.可以完全再生利用,才是真正的環保:

現在的處理方式,水洗後的豬糞,因養份的留失,只能在最後的廢水處理階段,產生養份價值較低的纖維肥料。對比本組的系統設計,在最後階段產生了高附加價值的蠅蛆及養份價值高的豬糞肥料,真是**值得大力推廣豬農使用**。

(二)豬糞腐熟後肥料的經濟價值

經實驗以 VOCs 含量檢驗法、堆肥腐熟濾紙擴散顯圖檢驗法檢測蠅蛆作用於豬糞,得知可以有效且快速地縮短豬糞腐熟所需的時間。相對於自然界的腐熟需要 25 天左右,加入蠅蛆可以縮短至 5 天就達到快速有效腐熟。蠅蛆以豬糞中的有機物為食,經過蠅蛆的大量消耗,將發出惡臭的有機物分解成無味道的蠅蛆糞便。除環保上主要解決豬糞產生的問題外,實驗中將其應用在花卉、蔬菜之栽培,可比一般市售肥料獲得更佳的效果,故未來應鼓勵取代化學肥料,推廣有機豬糞肥料之使用,使環境更加綠能美化。

(三) 蠅蛆在農牧及其他的經濟價值

表 6-1 蠅蛆的成分表,慧典市場研究報告網(2009),蠅蛆擁有高利用價值的蛋白質,除了實驗中提供動物飼養上餵食的飼料,增加動物養殖上的收益。此外其所含有之完整的氨基酸,更可以為人類所需營養提供補助。清朝楊時泰的本草述鉤元一書也說明,蠅蛆又名"五穀蟲",是自古中醫治療痢疾等之藥方,此外與實驗相同地,研究文獻上也提到,餵食蠅蛆之動物多不易生病。這證明了蠅蛆含有高價的經濟效益,值得探討及深入研究。

表 6-1 蠅蛆的成份表

分 析值(100g)%	礦物質	分析值 (mg/100g)
4.4	磷	886
53.2	鈣	374
26.9	鎂	177
5.6	亞鉛	76
) 5.0	可溶性無氦物	1 4.9
	4.4 53.2 26.9 5.6	4.4 磷 53.2 鈣 26.9 鎂 5.6 亞鉛

(四)對豬農的利多誘因

利用高床式養殖蠅蛆分解豬糞系統,可能因為需進行養殖農舍的變更改建、機具設備的 增置等,先期投資上的要因令豬農裹足不前。對此,蠅蛆分解豬糞**可提供豬農在豬糞問題上 有效可行的解決方法**,再加上**蠅蛆及豬糞肥料販賣的附加經濟價值**,將可對豬農形成決定進 行現況改善的一個強大利多誘因。

(五)未來的展望

隨著地球資源之枯竭,及人類發展之需求,要求達到**循環生生不息**,真正實現綠能定義的綠能環保概念越來越受到提倡及重視,而蠅蛆的力量可輕易地將人們厭惡的垃圾,轉變成為果實稻米香的資源,使豬糞經循環再利用成為良好的綠能肥料。

展望未來推行**自動化管理及處理**,在高床式養殖豬舍的豬糞收集及其使用系統,**從豬舍中豬糞產出而產生污染開始到最後推入養殖室,其間處理都由設備自動化管理**,亦包括豬舍使用**密閉負壓**的室內空間,除了可控制溫度及濕度外,更可使得豬糞及其臭味不出室外,不**會對環境再產生二次污染**,達到真正的環保。

柒、参考資料及其他

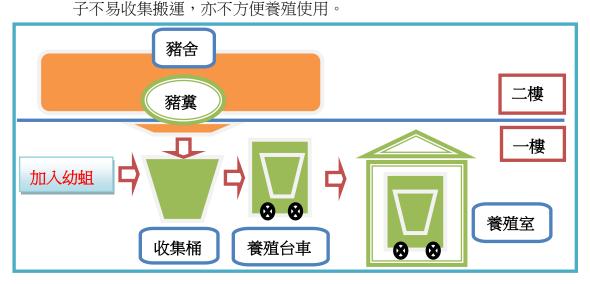
- 一 鍾楊聰等譯(2005)・生物學・臺北:偉明圖書。(原著出版年:2001年)
- 二 行政院農委會 (2011)·農業廢棄物排放量·台北:行政院。
- 三 許桂森(2011)・畜禽産業現況與轉型之策略・台北
- 四 簡宣裕、張明暉、劉禎祺(2005) · 推肥品質之判斷 · 行政院農業委員會農業試驗所 · 取自 http://ir.tari.gov.tw:8080/handle/345210000/3037
- 五 行政院農業委員會畜產試驗所恆春分所・取自 http://cancer.tlri.gov.tw/hengchun/
- 六 家蠅-維基百科・取自 http://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%AE%B6%E8%A0%85
- 七 家蠅-百度百科·取自 http://baike.baidu.com/view/175046.htm
- 八 賴一宏等(2015)· "<u>「蛆」之若悟</u>"·中華民國第 55 屆中小學科學展覽會國中組生物 科·國立臺灣科學教育館·台北。
- 九 廖宗文(2009) · "植物性蛋白之營養價值及在畜禽飼料之應用" · 行政院農業委員會 畜產試驗所畜產專訊第四十六期 · 取自 http://www.tlri.gov.tw/Book/Issue/issue46.htm#4
- + 洪與郭 (2001)・中國畜牧學會會誌 第 38 卷 第 2 期・取自 http://www.csas.org.tw/upload/file/20150511134319635.pdf
- 十一 行政院環保署 (2014)・廚餘養豬再利用・台北:行政院・取自 http://www.epa.gov.tw/ ct.asp?xItem=9130&ctNode=31520&mp=epa
- 十二 吳坤烈 (2015) 坤德畜牧場 取自 http://www.kunde-farms.com/index.htm
- 十三 董淑慧(1993)・養豬戶豬糞尿廢水處理採用行為之探討・台灣大學・台北。
- 十四 崔岩、崔春月、侯曉東(2008)・林業實用技術 2008年第9期・青島農業大學・青島
- 十五 楊玉婷 (2014)·台灣經濟研究月刊 2104年第 37 卷第 3 期·台北。

附件:

第一代 豬廁所式高床式豬舍養殖

優點:利用豬廁所與高床結合,免水洗,可收集豬糞後再利用。

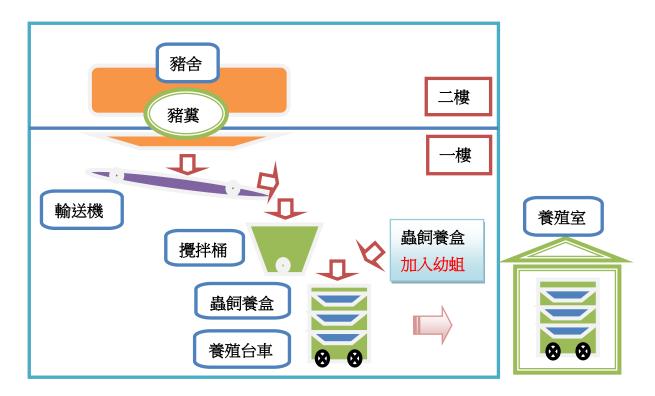
缺點:豬不一定會在固定處上廁所,無法有效解決豬舍髒亂問題。且各個豬舍皆放置桶 不不是收集物源,亦不亦便養殖使用。



第二代 自動化式高床式豬舍養殖

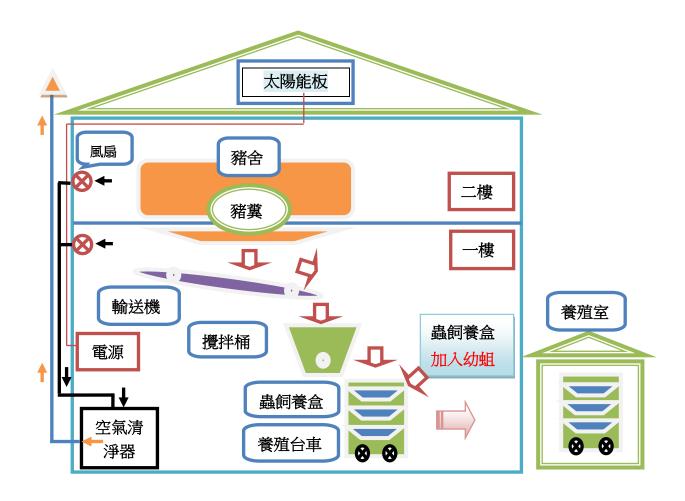
優點:豬糞可從高床下設置的收集斜孔開始,以輸送帶將落下豬糞送至攪拌桶,加入米糠攪拌後倒入蟲飼養盒,再加入蠅蛆後置於養殖台車,最後台車推入養殖室,其間過程可大量使用自動化,以減少再次污染。

缺點:自動化使用電力仍然不夠環保,而且其過程豬糞臭味還是有外洩之虞。



第三代 科技化式高床式豬舍養殖

優點:豬舍大多設在人煙稀少,日照遮蔽物充足之處,故可在豬舍的屋頂上方設置太陽 能板,利用綠能發電供給自動化設備使用。而且,太陽能板的設置亦可為豬舍降 溫,改善豬舍環境。此外,可增設負壓抽氣,以避免臭味外洩。



【評語】030814

此項作品極具創意與實際的應用,且兼具環保觀念與永續經營 的概念。學生發想與參與程度很高,值得鼓勵。