

# 不同溫濕度與雞糞之組成分對蠅蛆生長與蛆粉品質之影響

張朕嘉<sup>1</sup> 黃士哲<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>屏東縣政府農業處畜產科

<sup>2</sup>國立宜蘭大學生物技術與動物科學學系

## 摘要

本試驗旨在探討，在不同之溫度與濕度環境下與雞糞中添加蛋液與飼料，對蠅蛆生長之影響。溫度養殖試驗結果顯示，1日齡蠅蛆在30°C有最佳體軀長度與重量；2日齡時35°C有最佳體軀長度，重量則無顯著差異；3日齡時30°C與35°C有最佳體軀長度與重量；濕度處理試驗分為50%、70%及90%；溫度在1日齡之前為30°C，之後轉為35°C；濕度養殖試驗結果顯示，濕度於90%時，蠅蛆會有最佳的生長表現。雞糞的養分調整試驗分別為：未添加組、1%蛋液組、2%蛋液組、1%飼料組、1%蛋液與1%飼料組及2%蛋液與1%飼料組作為處理分組。結果顯示，在生長方面，有添加養分組在蠅蛆體軀長皆較對照組者佳；而在蠅蛆體寬則無影響；在蠅蛆總重方面則僅1%蛋液與1%飼料組顯著高於對照組，其餘組別間皆無顯著差異，同時發現蛋液與飼料之間對蠅蛆生長並無交感效應的影響；最後比較對照組、1%蛋液飼養組及1%飼料飼養組之蛆粉的營養成分發現，蛋液添加組有較高的乾物質含量94.71%與粗蛋白質含量59.39%，同時所含之粗脂肪為24.54%，顯著低於其他組別，而所含之灰分4.85%，顯著低於對照組；而對照組之粗蛋白質含量則是最低為51.4%，而其粗脂肪與灰分含量都較高，分別為33.99%與6.07%，此外，其銅含量特別高，每克43.1 ppm。綜合上述，雞糞內容物所含的營養分組成會顯著影響到蠅蛆的生長性能，因此，飼料掉落對雞糞養殖蠅蛆，應有決定性影響。

**關鍵詞：**家蠅，雞糞，蛆粉

\*通訊作者。E-mail: schuang@niu.edu.tw

# Effect of Different Temperature, Humidity and Broiler Manure Composition on Maggot Growth Performance and Quality of Maggot Meal

Jhen-Jia Jhang <sup>1</sup> Shih-Che Huang <sup>2\*</sup>

1. Pingtung country government, agriture department

2. Department of Biotechnology and Animal Science, National Ilan University

## Abstract

The trial was focus on influence of different temperature and humidity and broilers manure with egg fluid and feedstuff to maggots growth and composition of maggot meal. The treatments of temperature trial indicated that the day-old maggots have the best length growth and total weight gain at 30°C; 2 days-old has the best body length growth at 35°C, but no significant different on weight gain; 3 days-old maggots have best body length growth and weight gain at 30°C and 35°C. The treatments of temperature trial were 50%, 70% and 90%; temperature were stabilized at 30°C on the first day, then adjust to 35°C after maggots grew to day-old; this trial revealed in the best maggots growth at 90% humidity. The broilers manure were treated by: no additive, 1% egg fluid, 2% egg fluid, 1% feedstuff, 1% egg fluid with 1% feedstuff and 2% egg fluid with 1% feedstuff. For the growth performance, maggots grew better in manure with additives than none; but no influence on body width; In total weights, only 1% egg fluid with 1% feedstuff group are higher than control significantly, the rest make no difference to control group. In the same time, no interaction between egg fluid and feedstuff was detected to maggots. Finally, the experiment compared the proximate composition of maggot meal made from no additive, 1% egg fluid and 1% feedstuff broilers manure maggots breeding group. Egg fluid group has higher dry matter 94.71% and higher crude protein 59.39%. Also, it contains 24.54% which was ether extract significantly lower than other treatments. And lower ash 4.85% than control group; furthermore, control group has the lowest 51.4% crude protein containment. Nevertheless there were higher ether extract and ash content in the control group, which has 33.99 and 6.07%. Also, it has high content of heavy metal copper, which are 43.1 ppm. In summary, the nutrient composition of broilers manure will significantly affect the growth of maggot and quality of maggot meal. Consequently, broilers manure with feedstuff drop in during feeding might has the best effect to maggot rearing.

Keywords: *Musca domestica*, manure, maggot meal

\*Corresponding author. E-mail: schuang@niu.edu.tw

## 壹、前言

隨著世界人口不斷上升，全球對於糧食的需求將與日俱增，同時人類對畜產品的需求也會隨之而提升。根據聯合國於 2004 年的報告指出：世界人口將從 2000 年的 61 億成長至 2050 年的 89 億，而 2016 年全球已達到 73 億人口，屆時糧食的供應將面臨短缺的問題；除了人口因素外，全球氣候變遷同樣造成了糧食的減產（Hanjra and Qureshi, 2010），人類在未來將必須在有限的水土資源下生產出足夠的食物；而在糧食減產的同時，各地區的經濟情況以及消費習慣，也將連帶的影響到糧食的價格（Schneider et al., 2011）。畜牧業為提供人類動物性蛋白質營養來源之重要產業，同時也影響著國家經濟，其中飼料費用佔了畜牧經營約 60% 的成本；由於國內飼料多仰賴進口，常受國際原物料價格波動而影響畜牧產品價格，尤其是大豆在 2014 年時價格已飆升至每公斤 18 元新台幣（財團法人中央畜產會，2015）。而隨著原物料的減產與漲價，控制飼料成本將會是未來畜牧界的重要課題。

蛋白質飼料原料為促進動物生長最主要原料之一，同時也是飼料中成本最高的部份。其中大豆粕與魚粉為台灣業界最常使用之蛋白質補充飼料原料，兩者皆多仰賴進口，其中魚粉為常用之動物性蛋白質原料，其具有高蛋白質含量以及良好的胺基酸組成等優點，因此被廣泛應用在經濟動物之飼糧中，而隨著近年海洋資源的開發以及市場經濟等原因，使得其價格有日漸上升的趨勢，在 2014 年價格已上漲至每公斤 55 元新台幣，如此價格趨勢必會提高畜產業的飼養成本，並影響其經濟利潤。因此，若期望能有效的降低飼料成本，開發出適當的魚粉及大豆的廉價替代原料，將會是未來最有發展的契機。

昆蟲為地球上分布最廣且數量最多的生物群之一，而且大多富含高量蛋白質。近年隨著人口上升與糧食減產等問題，使得科學家逐漸探討利用昆蟲作為食物來源的可能性。過去已有許多種昆蟲被科學家們嘗試利用，並作為經濟動物飼料的補充替代料（Khatun et al., 2003; Kroeckel et al., 2012; Shadreck and Mukwanise, 2014），而其中家蠅（*Musca domestica*）乃目前利用頗多之昆蟲性蛋白質源之一，其為一種雙翅目的昆蟲，它的生長週期短，發育快速，同時可以消耗禽畜廢棄物做為養分來源。家蠅幼蟲成長至

三齡期時，將含有豐富的蛋白質，據估計約在 42-60% 之間 (Feedipedia, 2015)，是一個理想替代性蛋白質飼料原料素材；而在供應量產上，此物種喜好生長於溫暖潮濕之環境，非常適合在亞熱帶地區養殖並量產。

由於家禽養殖在台灣規模甚大，據統計 2008 年產值經估計約為 650 億元，僅次於肉豬養殖，其中雞肉與雞蛋為國人在家禽產品中的主流消費產品，全台灣約有一萬三千戶的養雞場，其每年將製造出約 112 萬公噸的雞糞，而這些雞糞最後將被用於發酵堆肥，利用於田間施肥，然而堆肥處理的費用較高，肥料效果又不如生雞糞，許多蔬果農仍好使用生雞糞來施肥，此將造成環境汙染。若能夠將這些雞糞用於生產蠅蛆粉，不但能夠解決環境問題，又能創造出額外的經濟效益。而市面上各養雞場所養殖之雞種與飼料皆有所不同，所產生之雞糞營養組成也有所差異，而蠅蛆的生產勢必也會受其影響。

由於蠅蛆粉在未來的應用及發展占有極大的潛能與效益，但國內對其相關之研究甚少，本研究旨在探討不同溫度與濕度以及雞糞中破蛋與落料，對於蠅蛆養殖及蛆粉營養組成之影響。

## 貳、材料與方法

### 一、試驗動物

本試驗使用家蠅 (*Musca domestica*) 作為養殖對象，為向高雄市彌陀區中正南路一巷 78 號之紐沛新生物技術有限公司購買後繁殖所取得。

### 二、試驗材料與環境

家蠅成蟲飼養於長 47.5 x 寬 47.5 x 高 47.5 cm 之昆蟲箱內，並將其養殖在牧場內密閉空間之蛆房中。成蠅給予砂糖 (台糖二號砂糖) 與奶粉 (紅牛全脂奶粉，奕瑪國際行銷股份有限公司) 以 1:1 比例均勻混合後餵飼，飲水則供應自來水於給水器，並定期更換飼料與飲水，光週期為 12 L:12 D。

蠅蛆則飼養在蛆房中之蚊帳內，以秤盤盛裝雞糞飼養，溫度利用室內暖氣設施，依照處理需要保持恆溫；溼度則利用庭園撒水器依照處理需求使溼度恆定；光週期為 12 L:12 D。蠅蛆養殖所使用之培養基為生雞糞，乃自宜蘭大學牧場所飼養的白肉雞收集而來，雞隻平日給予自來水以及福昌高熱能肉雞後期料，採任食；實驗用之生雞糞為雞隻排出後收集密封，置於 -20°C 冰櫃中 24 h 以殺滅其中可能存在之蟲卵與生物 (Farkas et al.,1998)，隨後置於常溫 24 h 退冰備用。

當確立蠅蛆最佳溫濕度之後，將在此環境條件下進行糞便養分調整，利用全蛋液以及粒狀料來模擬雞糞中的破蛋以及落料，依照各處理混入 50 g 生雞糞中備用。使用之糞便則另外取樣 50 g 作 72 h 45°C 乾燥，並利用粉碎機粉碎過 40 mesh 製成糞粉後冷藏備用分析。

實驗用之生雞糞經由全蛋液以及粒狀飼料調配而成。試驗各處理組分別為：

- I. 對照組（純生雞糞）（Control）
- II. 全蛋液 1% 組（E1）
- III. 全蛋液 2% 組（E2）
- IV. 粒狀飼料 1% 組（F1）
- V. 全蛋液 1% + 粒狀飼料 1% 組（E1F1）
- VI. 全蛋液 2% + 粒狀飼料 1% 組（E2F1）

### 三、測定項目及分析

依 AOAC（Association of Official Analytical Chemist, 2007）之方法測定乾物質之測定。

將坩堝洗淨後置入一般熱風循環烘箱（Precision oven JA-150）乾燥 105°C 1 h，取出後放入乾燥皿中待其恢復至室溫後秤重（W1），並再次烘乾秤重後直至恆量。精秤約 1g（W）樣品粉末，再放入 105°C 烘箱乾燥 1 h，取出後放入乾燥皿待其恢復至室溫後秤重，再放入烘箱乾燥 0.5 h 後冷卻秤重，循環此步驟，直至恆重（W2），此時失重百分率即為樣品的水分含量。

$$\text{乾物質含量 (\%)} = \frac{W2 - W1}{W} \times 100$$

#### (一) 灰分之測定

將坩堝洗淨後置入一般熱風循環烘箱乾燥 105°C 1 h，取出後放入乾燥皿中待其恢復至室溫後秤重（W1），坩堝放入精秤 1g（W）樣品粉末後，置入灰化爐，先以 200°C 加熱 1 h 後，再調至 600°C 灰化 6 h 直至樣品呈灰白色，待其冷卻後取出置入乾燥皿冷卻後至室溫後秤重（W2），殘留部分即為樣品之灰分。

$$\text{灰分 (\%)} = \frac{W2 - W1}{W} \times 100 \div (\text{樣品乾物質含量 \%})$$

#### (二) 粗蛋白質之測定

秤取約 2 g 樣品（W）放入分解瓶中，加入催化劑（Selenium mixture, MERCK）約 10 g 及 20 ml 之濃硫酸（純度 96%，比重 1.84），置於分解爐上加熱 120 mins（約

450°C)，直至分解瓶內樣品呈透明，放置冷卻後上機凱氏氮蒸餾裝置 (Kjel Flex K-360 distilling unit, BÜCHI)，並以硫酸接收法進行蒸餾，最後以 0.1 N 之氫氧化鈉滴定至當量點，紀錄試驗管 (V1) 及對照管 (V2) 滴定之氫氧化鈉 ml。

$$\text{粗蛋白質}(\%) = \frac{[(V2-V1) \times 0.001401 \times 6.25/W]}{\text{樣品乾物質含量}(\%)}$$

### (三)粗脂肪之測定

精秤樣品 1 g (W) 包於無脂濾紙，置入圓筒濾紙中，放入 105°C 烘箱乾燥 2 h；將脂肪接收瓶放入 105°C 乾燥 2 h (W1) 後秤重。將圓筒濾紙裝入 Soxhlet 萃取裝置之萃取管中，並與裝有適量石油醚之脂肪接收瓶一起上機，調整水槽水溫 55°C，連續萃取 16 h，後將萃取瓶中之石油醚回收，待脂肪接收瓶內無流動之石油醚後，放入烘箱乾燥 45°C 24 h 後秤重 (W2)

$$\text{粗脂肪含量}(\%) = \frac{(W2-W1)/W}{\text{樣品乾物質含量}(\%)}$$

### (四)礦物質離子之測定

精秤 1 g (W) 之樣品並將其灰化 (步驟同灰分之測定)，將樣品連同坩堝取出，配置 3 N HCl 與 H<sub>2</sub>O 1:1 之溶液備用，於各坩堝加入 10 ml 此溶液，並煮沸 10 mins，後利用無灰濾紙過濾於定量瓶中，並用 H<sub>2</sub>O 定量至 100 ml，收集此溶液並使用原子吸收光譜儀 (A. A. Analyst 100, PERKIN ELMER) 進行鈣、磷、銅、鋅的分析，偵測之數值為當下稀釋溶液之離子 ppm 數。

$$\text{礦物質含量}(\text{ppm}) = \frac{\text{偵測數值}}{\text{樣品乾物質含量}(\%)}$$

## 四、試驗設計

本試驗使用 SAS 9.1 套裝軟體進行統計，溫溼度試驗採用完全逢機區集設計 (Randomized complete block design, RCBD)，共三種處理，因受限養殖場地大小，採集之樣品依每處理之養殖時間不同分作 4 區集，每區集 10 隻蛆，共 120 隻蛆。將 50 g 生雞糞置於秤盤中，放入種蠅箱內供產卵 24 小時，隔天取出秤盤置入蚊帳內待其孵化，養殖條件溫度設定於 25°C、30°C 及 35°C，利用室內恆溫器恆溫；濕度則固定在 70%，利用養殖空間內之庭院霧化灑水器；之後以最佳生長之溫度恆溫，將濕度分成 50%、70% 及 90%，觀察其最佳的生長溫濕度。測量標準之設定為：於每日每一糞盤中隨機選取 10 隻蛆蟲，以鋼尺測量其行進間之最大身長；重量則以每糞盤 10 隻蛆蟲的活體總重為測量值，作為蛆蟲生長表現的基準，測量完後放回原本的糞盤中，待 24 h 後繼續測量，直到其化蛹。

利用全蛋液以及粒狀料來模擬養雞場雞糞中的破蛋及落料，試驗則採用複因子完全逢機區集設計 (Factorial design of randomized complete block design, RCBD)，共六種處理，依養殖時間不同分為四個區集，每區集內含 10 隻蛆，共 240 隻蛆；此試驗蠅蛆之取得，乃將些許生雞糞置入種蠅箱內供種蠅產卵，24 h 後將剛孵化之幼蛆 (< 1mm) 取出，各處理皆盛裝 50 g 之雞糞，於每個糞盤各植入 15 隻幼蛆，以便樣品採集，每 24 h 後進行身長、體寬、總重的測量，並連續測量直至化蛹，以鋼尺測量其行進間之最大身長；保定後之體寬；每糞盤隨機選取 10 隻蛆蟲的總重，作為蛆蟲生長表現的測量基準，同時觀測蛋液與飼料對蠅蛆生長是否有顯著之交感效應。

## 參、結果與討論

### 一、家蠅養殖之環境

圖 1 為種蠅飼養於昆蟲箱內之各種情況。圖 1A 為昆蟲箱內種蠅的生長狀態，內部餌料配有糖與奶粉以及飲用水，試驗進行時將盛裝糞團之秤盤放入其中，待產卵後便會移入圖 1B 中的蚊帳供其生長發育，飼養中之光週期皆為 12 L : 12 D。圖 1C 為試驗中所使用的雞糞與秤盤，從中取出圖 1D 所示的蛆蟲，洗淨擦乾後作測量 (圖 1E)；試驗結束後任其於沙盤中化蛹，並篩出蠅蛹 (圖 1F) 釋回昆蟲箱完成世代交替。

### 二、溫度對蠅蛆生長之影響

溫度對蠅蛆生長之影響之結果，顯示於表 1 及表 2。表 1 顯示在恆定濕度 70% 時，蠅蛆於各不同溫度與日齡下的生長體長狀況，由於三個處理組在第 4 天皆全數化蛹，因此數據僅紀錄至第 3 日；從結果得知，當溫度設定在 30°C 時，第 1 日的蛆蟲會有最大的體長，第 2 日與第 3 日的體長則是在 25°C 時會顯著降低 ( $P < 0.05$ )。表 2 則為在恆定濕度 70% 時，蠅蛆在各不同溫度與日齡下的總生長體重，結果顯示，其增重方面在第 1 日，35°C 時有較低的蛆重，但在第 2 及 3 日之後都有較好的增重表現，因此最好的養殖模式應為 1 日齡前設定 30°C，之後設定為 35°C 蠅蛆會有最佳的生長表現。

家蠅的生長受到環境中的許多要素影響，而昆蟲屬於變溫動物，所以其中以溫度的影響最為劇烈，在自然環境中即可發現家蠅會在較溫暖的地區與季節大量出沒，並且伴隨著優越的活動力，由此可知家蠅在溫暖的環境中會有較佳的生長表現。過往大部份的研究文獻皆以家蠅的化蛹速度及蛹重作為生長參數的依據 (Čičková et al., 2013; Khan et al., 2012; Larrain and Salas, 2008; Pastor et al., 2011)，若要利用蠅蛆作為飼料原料必須仔細觀察蠅蛆的生長情形。

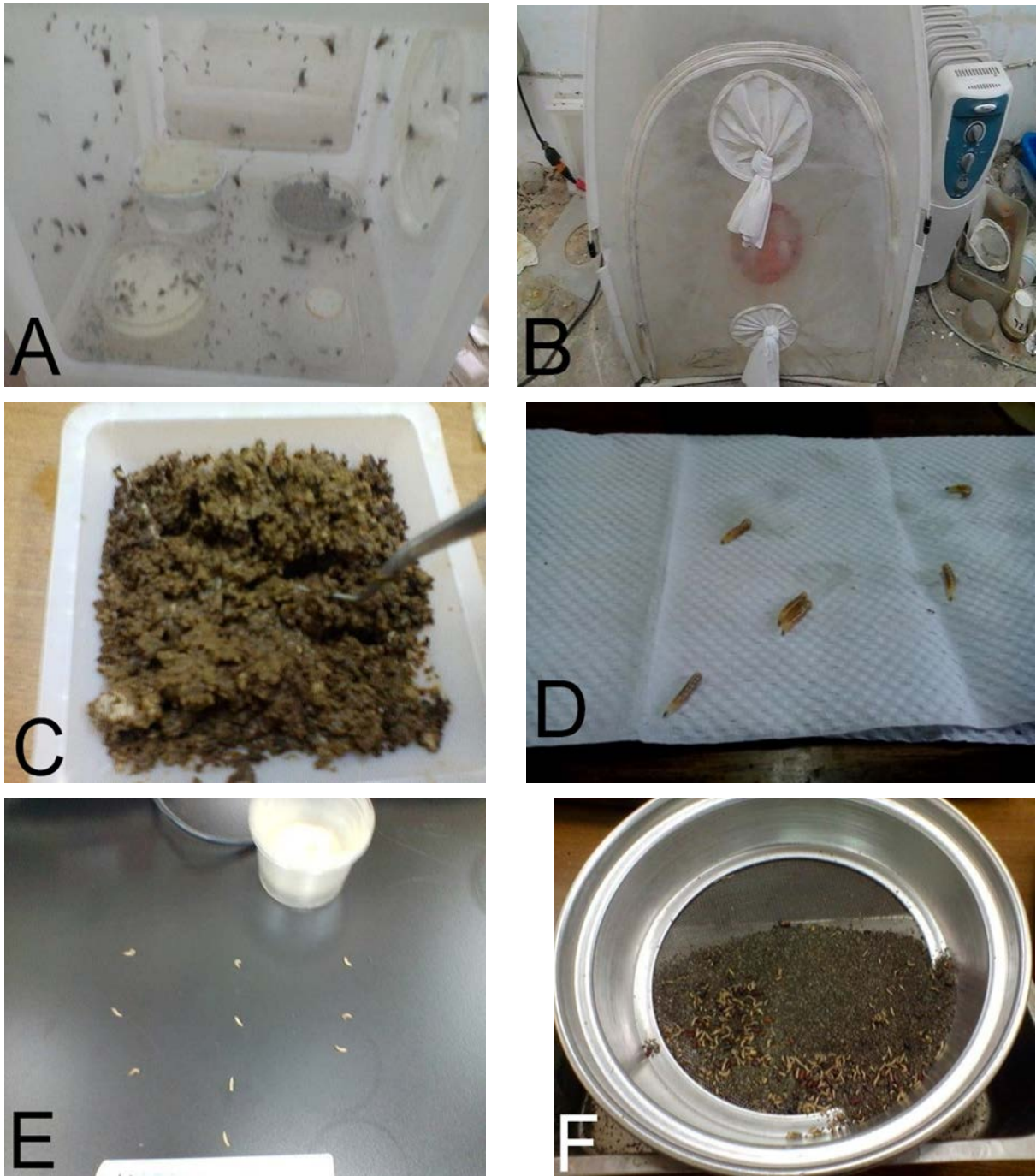


圖 1. 種蠅飼養於昆蟲箱內之各種情況：A. 種蠅於箱內情況；B. 蠅蛆生長之蚊帳；C. 養殖所用之糞盤；D. 採收之蠅蛆；E. 蠅蛆體長測量；F. 蠅蛆及蛹之收集。

Fig.1. The situation of adult fly breeding in insect boxes. A: Adults within bug dorm, B: Tent for maggots rearing, C: Manure while breeding, D: Maggots were collected, E: Measurement of maggots' body length, F: Collection of maggots and pupae.



表 1. 不同溫度下對各日蠅蛆生長長度之影響 (毫米)

Table 1. The effect of different temperature on growth of length of daily maggots (mm)

Day	25°C	30°C	35°C
1	4.6 ± 0.8 <sup>b</sup>	5.9 ± 1.6 <sup>a</sup>	4.5 ± 0.5 <sup>b</sup>
2	7.8 ± 1.0 <sup>b</sup>	8.2 ± 1.5 <sup>b</sup>	9.3 ± 0.7 <sup>a</sup>
3	9.9 ± 1.0 <sup>b</sup>	10.5 ± 1.1 <sup>a</sup>	10.7 ± 0.7 <sup>a</sup>

Values are expressed as means ± SD.

<sup>ab</sup> Means within the same row without bearing the same superscripts differ significantly ( $P < 0.05$ ).

表 2. 不同溫度下對各日蠅蛆生長總重之影響 (毫克)

Table 2. The effect of different temperature on growth of total weight of daily maggots (mg)

Day	25°C	30°C	35°C
1	31.20 ± 13.11 <sup>ab</sup>	51.55 ± 26.85 <sup>a</sup>	17.78 ± 2.04 <sup>b</sup>
2	68.93 ± 28.09 <sup>b</sup>	92.80 ± 46.00 <sup>ab</sup>	124.13 ± 22.03 <sup>a</sup>
3	128.18 ± 53.71 <sup>b</sup>	145.43 ± 57.98 <sup>b</sup>	208.05 ± 24.51 <sup>a</sup>

Values are expressed as means ± SD.

<sup>ab</sup> As footnote in table 1.

而在本試驗中發現，在低溫環境蠅蛆的發育生長較遲緩，高溫的環境對蠅蛆的生長則有正面的影響，與先前的文獻結果相同 (Barnard and Geden, 1993)，主要可能是因為蠅蛆的採食方式，利用蛋白水解酶 (proteolytic enzymes) 來分解食物，而高溫則有助於提升其酵素活性，方便採食 (Terra and Ferreira, 1994)；但是試驗結果顯示，高溫環境卻使得一日齡的蛆蟲生長較低溫環境的蠅蛆差，此結果顯示，若在高溫 35°C 的環境下，對蠅蛆的發育可能有不利的影響，因此，蠅蛆在不同時期對環境溫度的要求可能會有所不同。

### 三、濕度對蠅蛆生長之影響

濕度對蠅蛆生長之影響結果，顯示於表 3 及表 4。接續先前溫度轉換 (30-35°C) 會有最好的生長表現，1 日齡前將溫度設定恆溫於 30°C，之後再增溫為 35°C。表 3 為蠅蛆在恆溫 35°C 與不同濕度下對蠅蛆的生長體長之影響，結果顯示，當相對濕度達 90% 時，蠅蛆會有最佳體軀長度；表 4 為蠅蛆在恆溫與不同濕度下對蠅蛆的生長總重之影響，結果顯示，同樣是以相對濕度 90% 時，有最佳的生長增重。

表 3. 不同濕度下對各日蠅蛆生長長度之影響 (毫米)

Table 3. The effect of different humidity on growth of length of daily maggots (mm)

Day	50%	70%	90%
1	4.7 ± 0.9 <sup>b</sup>	6.1 ± 1.6 <sup>a</sup>	6.0 ± 0.9 <sup>a</sup>
2	9.3 ± 1.3 <sup>a</sup>	8.6 ± 1.1 <sup>b</sup>	9.7 ± 1.0 <sup>a</sup>
3	10.0 ± 0.8 <sup>c</sup>	10.5 ± 0.1 <sup>b</sup>	11.0 ± 0.8 <sup>a</sup>

Values are expressed as means ± SD.

<sup>abc</sup> Means within the same row without bearing the same superscripts differ significantly ( $P < 0.05$ ).

表 4. 不同濕度下各日蠅蛆之生長總量 (毫克)

Table 4. The effect of different humidity on growth of total weight of daily maggots(mg)

Day	50%	70%	90%
1	23.36 ± 6.45 <sup>b</sup>	47.75 ± 12.56 <sup>a</sup>	53.38 ± 3.89 <sup>a</sup>
2	146.58 ± 60.59 <sup>ab</sup>	94.26 ± 40.78 <sup>b</sup>	182.50 ± 17.70 <sup>a</sup>
3	172.15 ± 34.10 <sup>b</sup>	186.85 ± 41.30 <sup>b</sup>	274.60 ± 21.90 <sup>a</sup>

Values are expressed as means ± SD.

<sup>ab</sup> As footnote in table 1.

家蠅在自然環境中喜好利用糞便或廢棄物養分作為繁殖及幼蟲生長的條件，但在城市的環境下，則是以人類的家庭垃圾等為養分來源。而除了養分之外，家蠅的生長還會同時因為溫度、濕度及化學因子等等的因素影響，而其成蟲喜好生長於溫暖乾燥的環境，呈現較好的活動力 (Dakshinamurty, 1948) 並常在有遮蔽以及邊角的環境產卵，在人工配方與豬糞兩種基質處理下，雌蠅更喜好選擇在豬糞中繁殖，特別是添加了氨水的豬糞。環境中空氣的濕度同樣也會影響到蠅蛆的發育，蠅蛆喜好潮濕的環境，而隨著空氣中的濕度上升，糞便的保濕性提高，蠅蛆的養分利用越佳，生長表現亦趨良好，尤其是在 90% 的濕度下，蠅蛆擁有最佳的生長表現。但是在調整高濕度的環境時，必須在糞盤上加蓋，避免大量的水霧造成水淤積於糞團中造成蠅蛆淹沒，同時加溫器必須十分貼近蠅蛆以及水霧，以提供蠅蛆溫度及水霧足夠的能量氣化，本試驗雖然勉強達到所需要的環境條件，但是其飼養範圍甚小，不利大量養殖，其次高量的水氣有可能會使糞堆受潮，致蠅蛆溺斃或是逃出糞盤，在管理上需另費功夫。因此，雖然高濕度對蠅蛆生長有較好影響，但是環境配置上困難，且若管理不當可能會流失養殖的蠅蛆，造成損失，也許這就是目前養殖蠅蛆的繁殖場或是實驗室都是採用 70% 而非 90% 濕度的原因。

#### 四、不同營養分調整下之雞糞對蠅蛆生長之影響

前述溫溼度調整試驗中顯示蠅蛆在濕度 90% 時，會有較佳的生長表現，然而為達

到高溫高濕的養殖環境十分困難且耗費能源，生產成本上將所費不貲，不利於後續的大規模養殖。因此，後續之營養分調整試驗，將在濕度 70% 的條件下進行。在營養試驗中有額外添加養分的組別皆於第 3 天時化蛹，故試驗僅觀測至第 2 天。

表 5 為不同營養分調整下，試驗中各處理之糞便成分分析值，結果顯示，蛋液的添加會提高糞便之含水量，粒狀飼料則反之；而單獨添加粒狀飼料則會顯著較添加全蛋液 1% + 粒狀飼料 1% 組者提高糞便中之氮含量；而糞便中之脂肪則是以添加 2% 全蛋液 1% + 粒狀飼料 1% 組者最高；灰分則反之；其所含之灰分顯著低於其他各組；而對照組之銅含量特別高，為每克 43.1 ppm。

表 5. 不同養分調整之肉雞糞養分組成分析值 (% 乾物質)

Table 5. Composition of broilers manure with different nutrient adjustment (% DM)

(%)	Ctrl	E1	E2	F1	E1F1	E2F1
Moisture	7.13 ± 0.22 <sup>c</sup>	7.16 ± 0.04 <sup>c</sup>	7.95 ± 0.09 <sup>b</sup>	7.01 ± 0.42 <sup>c</sup>	6.84 ± 0.41 <sup>c</sup>	8.48 ± 0.15 <sup>a</sup>
Nitrogen	7.25 ± 0.51 <sup>ab</sup>	6.99 ± 0.58 <sup>ab</sup>	7.30 ± 0.26 <sup>ab</sup>	7.52 ± 0.40 <sup>a</sup>	6.70 ± 0.43 <sup>b</sup>	6.71 ± 0.16 <sup>b</sup>
Fat	4.13 ± 0.34 <sup>b</sup>	4.75 ± 0.83 <sup>b</sup>	5.21 ± 1.53 <sup>b</sup>	4.38 ± 0.29 <sup>b</sup>	4.13 ± 0.76 <sup>b</sup>	9.13 ± 0.29 <sup>a</sup>
Ash	18.11 ± 0.49 <sup>ab</sup>	18.57 ± 0.21 <sup>a</sup>	17.37 ± 0.10 <sup>d</sup>	17.93 ± 0.39 <sup>bc</sup>	17.53 ± 0.16 <sup>cd</sup>	16.53 ± 0.29 <sup>e</sup>
Cu (ppm)	43.1 ± 0.0 <sup>a</sup>	32.3 ± 0.0 <sup>b</sup>	10.9 ± 0.0 <sup>d</sup>	32.3 ± 0.0 <sup>b</sup>	32.2 ± 0.0 <sup>b</sup>	18.2 ± 6.3 <sup>c</sup>
Zn (ppm)	294.3 ± 12.4 <sup>b</sup>	258.5 ± 21.5 <sup>c</sup>	217.3 ± 0.0 <sup>d</sup>	250.9 ± 12.4 <sup>c</sup>	336.3 ± 24.8 <sup>a</sup>	255.0 ± 12.6 <sup>c</sup>

Ctrl= no additive; E= 1% egg fluid; E2= 2% egg fluid; F1= 1% feed.

abcde Means within the same row without bearing the same superscripts differ significantly ( $P < 0.05$ ).

不同營養分調整下之雞糞，對蠅蛆 1 日齡及 2 日齡之生長影響結果，顯示於表 6、表 7 及表 8。表 6 為添加不同養分對雞糞中蠅蛆體長之影響，結果顯示，添加養分的組別都比未添加的組別，有較好的生長表現；但是額外添加養分的組別之間體長皆沒有顯著差異。表 7 為添加不同養分對雞糞中蠅蛆生長體寬之影響，各組之間無任何差異。表 8 為添加不同養分對雞糞中蠅蛆生長總重之影響，在培養後第 1 日時並無任何差異，但在第 2 日齡時添加全蛋液 1% + 粒狀飼料 1% 組之增重顯著高於對照組，而在養分調整組之間則無任何差異，而在此試驗中亦發現，蛋液與粒狀料對蠅蛆生長之交感作用不顯著，同時，雖然蠅蛆在額外添加養分的糞便中會比無添加來的有更好的生長表現，但是在蛋液或是粒狀料的添加上，蠅蛆的生長並沒有明顯的差異，因此後續研究將繼續探討蛋液以及粒狀飼料添加於糞便中是否會對蠅蛆所含之養分組成造成影響。

表 6. 不同糞便對蠅蛆生長體長之影響 (毫米)

Table 6. Maggots body length from different manure (mm)

Day	Ctrl	E1	E2	F1	E1F1	E2F1	E*F
1	6.1 ± 1.3 <sup>b</sup>	6.7 ± 1.7 <sup>a</sup>	6.3 ± 1.6 <sup>ab</sup>	6.7 ± 1.6 <sup>a</sup>	6.8 ± 1.9 <sup>a</sup>	6.5 ± 1.6 <sup>ab</sup>	0.2186
2	10.7 ± 0.9 <sup>b</sup>	11.0 ± 1.0 <sup>ab</sup>	11.0 ± 1.1 <sup>ab</sup>	11.1 ± 0.9 <sup>a</sup>	11.1 ± 0.8 <sup>a</sup>	11.2 ± 0.9 <sup>a</sup>	0.5808

Values are expressed as means ± SD.

ab As footnote in table 2.

Ctrl= no additive; E1= 1% egg fluid; E2= 2% egg fluid; F1= 1% feed. E\*F stands for the (Pr > F) value between egg fluid and feedstuff to maggots.

表 7. 不同糞便對蠅蛆生長體寬之影響 (毫米)

Table 7. Maggots body width from different manure (mm)

Day	Ctrl	E1	E2	F1	E1F1	E2F1	E*F
1	1.0 ± 0.2	1.1 ± 0.3	1.1 ± 0.2	1.1 ± 0.2	1.1 ± 0.3	1.1 ± 0.2	0.7301
2	1.9 ± 0.3	1.9 ± 0.2	1.9 ± 0.2	1.9 ± 0.2	2.0 ± 0.2	1.9 ± 0.2	0.1941

Values are expressed as means ± SD.

Ctrl= no additive; E1= 1% egg fluid; E2= 2% egg fluid; F1= 1% feed. E\*F stands for the (Pr > F) value between egg fluid and feedstuff to maggots.

表 8. 不同糞便對蠅蛆生長總重之影響 (毫克)

Table 8. Maggots total weight from different manure (mg)

Day	Ctrl	E1	E2	F1	E1F1	E2F1	E*F
1	53.0 ± 18.6	63.5 ± 31.9	53.9 ± 25.4	69.2 ± 28.8	64.4 ± 35.1	64.0 ± 30.2	0.4798
2	228.9 ± 39.0 <sup>b</sup>	246.1 ± 61.7 <sup>ab</sup>	249.2 ± 35.9 <sup>ab</sup>	248.8 ± 46.6 <sup>ab</sup>	254.8 ± 37.9 <sup>a</sup>	238.5 ± 33.2 <sup>ab</sup>	0.1281

Values are expressed as means ± SD.

ab As footnote in table 2.

Ctrl= no additive; E1= 1% egg fluid; E2= 2% egg fluid; F1= 1% feed. E\*F stands for the (Pr > F) value between egg fluid and feedstuff to maggots.

基質養分對蠅蛆養殖有不同程度之影響，於先前研究顯示，利用肉雞糞養殖蠅蛆時比利用奶粉混合酵母粉人工配方養殖，有更佳的生長表現 (Liao, 2013)，同時生長的速度也遠比以往的養殖法快速，而本試驗利用雞糞養殖之蠅蛆的生長結果，如預期在額外添加養分時發育較為良好，但是添加蛋液的組別與添加飼料的組別之間並沒有顯著差異，故若於飼養蠅蛆時，可利用此額外添加養分，對於蠅蛆之生長將具有相當助益。

目前許多文獻均顯示，蠅蛆之應用在未來的發展，將著重於更優良的蛋白質組成與其粗脂肪內所含脂肪酸之成分，以及降低蠅蛆粉所含的重金屬含量，而從本實驗結果可以發現，適量混合破蛋蛋液或落料於雞糞中，將能有效的改善其營養成分組成。利用蠅

蛆分解禽畜廢棄物，以產生替代性蛋白質飼料原料是未來可行的趨勢，若能建立最佳養殖環境並提供品質優良的蛆粉，將使其更富有商機潛力。

## 肆、結論

家蠅於不同溫度與濕度對其生長之影響的結果顯示，蛆蟲在一日齡前於 30°C 會有最好的生長表現；之後則是在 35°C 時會有最好的生長表現。而相對濕度則是在 90% 時對蠅蛆有最好的生長影響，但是其濕度條件達成困難且耗能成本高昂，不利於大規模養殖，故以 70% 最有利於商業化蠅蛆養殖。

不同營養分調整下之雞糞對蠅蛆生長之影響中能發現，於純雞糞中額外添加蛋液或粒狀飼料皆能顯著提升蠅蛆之生長表現，但是在額外添加組別間對其生長並無顯著影響，此結果顯示，雞糞中參雜之破蛋或是落料對蠅蛆之生長有正面的幫助，但兩者的功效是沒有差異的。

綜合以上試驗結果可以得知，最有效率的蠅蛆養殖條件為溫度第 1 日 30°C 之後轉換為 35°C；相對濕度則恆定於 70%；基質以摻有蛋液或飼料之雞糞養殖，而所生產之蠅蛆有良好的生長表現。

## 參考文獻

財團法人中央畜產會。2015。畜禽產品物價統計月報

Barnard, D. R., and C. J. Geden. 1993. Influence of larval density and temperature in poultry manure on development of the house fly (Diptera: Muscidae). *Environ. Entomol.* 22: 971-977.

Čičková, H., M. Kozánek, I. Morávek, and P. Takáč, 2012. A behavioral method for separation of house fly (Diptera: Muscidae) larvae from processed pig manure. *J. Econ. Entomol.* 105: 62-66.

Dakshinamurty, S. 1948. The common house-fly, *Musca domestica* L., and its behaviour to temperature and humidity. *B. Entomol. Res.* 39: 339-357.

Feedipedia. 2015. House fly maggot meal. <http://www.feedipedia.org/node/671>.

Hanjra, M. A., and M. E. Qureshi. 2010. Global water crisis and future food security in an era of climate change. *Food Policy.* 35: 365-377.

Hwangbo, J., E. C. Hong, A. Jang, H. K. Kang, J. S. Oh, B. W. Kim, and B. S. Park. 2009.

- Utilization of house fly-maggots, a feed supplement in the production of broiler chickens. *J. Environ. Biol.* 30: 609-614.
- Khatun, R., M. A. R. Howlider, M. M. Rahman, and M. Hasanuzzaman. 2003. Replacement of fish meal by silkworm pupae in broiler diets. *Pakistan J. Biol. Sci.* 6: 955-958.
- Khan, H. A. A., S. A. Shad, and W. Akram. 2012. Effect of livestock manures on the fitness of house fly, *Musca domestica* L.(Diptera: Muscidae). *Parasitol. Res.* 111: 1165-1171.
- Kroeckel, S., A. G. E. Harjes, I. Roth, H. Katz, S. Wuertz, A. Susenbeth, and C. Schulz. 2012. When a turbot catches a fly: evaluation of a pre-pupae meal of the black soldier fly (*Hermetia illucens*) as fish meal substitute growth performance and chitin degradation in juvenile turbot (*Psetta maxima*). *Aquaculture* 364/365: 345-352.
- Larraín, P., and C. Salas. 2008. House fly (*Musca domestica* L.) (Diptera: Muscidae) development in different types of manure. *Chil. J. Agr. Res.* 68: 192-197.
- Liao, W. R. 2013. Effect of replacing fish meal with magmeal on growth performance and haematological parameters in broilers. Master's thesis. Ilan University.
- Pastor, B., H. Čičková, M. Kozánek, A. Martínez Sánchez, P. Takáč, and S. Rojo. 2011. Effect of the size of the pupae, adult diet, oviposition substrate and adult population density on egg production in *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). *Eur. J. Entomol.* 108: 587-596.
- Schneider, U. A., P. Havlík, E. Schmid, H. Valin, A. Mosnier, M. Obersteiner, and S. Fritz. 2011. Impacts of population growth, economic development, and technical change on global food production and consumption. *Agricult. Sys.* 104: 204-215.
- Shadreck, D., and T. Mukwanise. 2014. Effect of including some insects as feed supplement on broilers reared in Zimbabwe. *Int. J. Poult. Sci.* 13: 42-46.
- Terra W. R., and C. Ferreira. 1994. Insect digestive enzymes: properties compartmentalization and function. *Comp. Biochem. Physiol.* 109B: 1-62.

106年 12月 12日 投稿  
107年 3月 22日 接受