

主題名稱：黑水蛇養殖雞-餵食黑水蛇對雞蛋營養成分影響之研究探討

摘要

藉由特殊黑水蛇繁殖燈，我們建立一個室內黑水蛇繁殖生態，可以穩定的產出蟲卵及幼蟲。從蟲卵的孵化、幼蟲、預蛹、成蟲到交配產卵整個黑水蛇的生命周期，均在室內完成。接著本實驗並將所繁殖的黑水蛇來餵養雞，並探討用黑水蛇養殖雞是否能提升雞蛋品質，我們發現在生化性質分析部分，吃黑水蛇的雞生的雞蛋其總蛋白量比市售白蛋還要高 56%，膽固醇也比市售白蛋高了 63%，DHA 濃度是市售白蛋的五倍，以上皆達到統計上的顯著差異，在物理性質部分，黑水蛇的雞蛋也有最高的蛋黃細數及蛋殼厚度。本研究結果指出將黑水蛇來餵養養殖的雞，可增加其雞蛋的營養價值，我們的發現為未來的養殖業提供一個未來很好的發展方向。

探究題目與動機

黑水蛇在室外養殖技術已經是非常普及了，但是戶外養殖常常有很多天候因素或鳥類等天敵的偷食。由於黑水蛇幼蟲對溫度及溼度非常敏感，所以我們希望能研究出一個室內養殖黑水蛇的生態環境，以便能在室內養殖環境控制適當溫溼度及避免自然界的天敵，可以一年四季穩定的產出蟲卵及幼蟲。黑水蛇已被證實是可以處理大量廚餘的環保生物，所以可用以高效處理餐廚廢物或畜牧廢棄物(如豬牛雞牲畜屍體)，也可以提供養殖業優質蛋白質飼料。

探究目的與假設

- 一、黑水蛇的生態觀察及紀錄
- 二、研究並打造出黑水蛇室內繁殖生態的技術。
- 三、逐步克服室內養殖黑水蛇遇到的難題。
- 四、將黑水蛇餵養放山雞，並研究黑水蛇對雞蛋營養成分的影響。

探究方法與驗證步驟

一、研究器材

實驗生物材料及藥品	黑水蛇幼蟲及蟲卵、蛋雞、活性炭(除臭)、益生菌、乾麥片、發酵豆渣(幼蟲飼料)
實驗器皿耗材	網室、溫溼度計、密林盆、鐵絲網黑水蛇室內養殖燈、加溼器(或手動噴霧器)、密封收納箱:黑水蛇室內養殖裝置 冰棒棍、橡皮筋:黑水蛇集卵器
實驗儀器	筆記型電腦、解剖顯微鏡 (MICROTECH S-730L-SY)、四位數電子天秤、離心機、光譜儀



圖1.黑水蛇卵\幼蟲



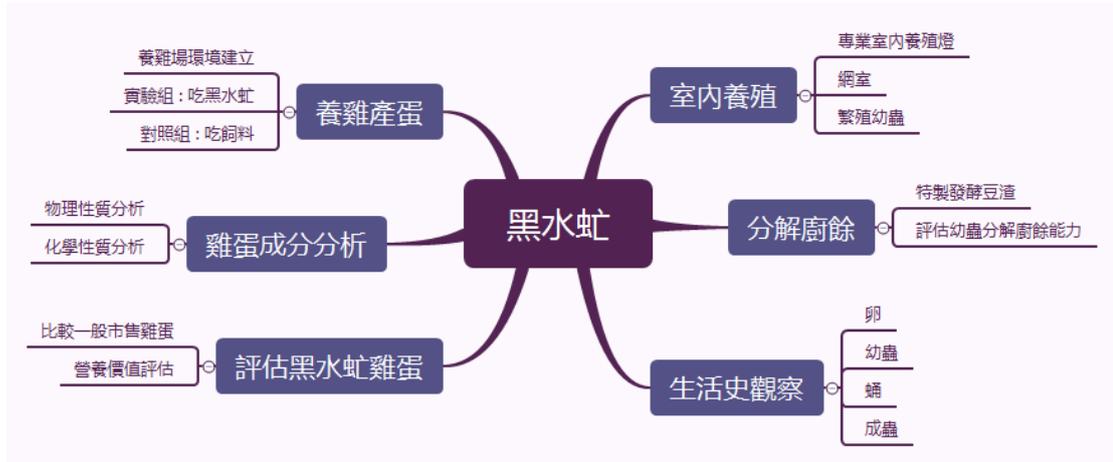
圖2.黑水蛇室內養殖燈



圖3.四位數天平/離心機

二、實驗方法

實驗發展架構圖：想問的問題 => 黑水虻如何室內繁殖? 黑水虻餵雞是否可以提升雞蛋營養價值與品質?



(一)黑水虻的生態觀察及紀錄

1. 黑水虻室內養殖方法

- (1) 準備網室:架設 120*195*145 cm 的紗網
- (2) 放置密林盆:密林盆用來養殖黑水虻幼蟲

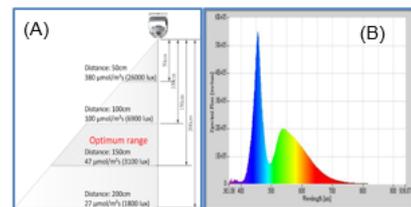


圖4. (A)適合養殖黑水虻之光波段藍綠光譜(昆蟲誘引光譜)、(B)UV 365nm/390nm紫外線光譜



圖5.黑水虻室內養殖裝置



圖6. 與山林相連的開放式養雞場環境 (A) 黑水虻組雞籠 (B) 飼料組雞籠 (C) 雞籠四周皆有鐵網圍住 (D) 雞隻有時會跳上跳下, 四處走動曬太陽

(二)以黑水虻幼蟲養雞

1. 養雞環境布置

- (1) 為了確保雞蛋的品質以及實驗的準確度, 我們在桃園大溪有一個專門配合的養殖場, 我們每星期探訪養雞場, 並收集雞蛋。
- (2) 我們的養雞場是採用開放式的養殖環境, 雞隻可以自由在雞舍裡走動, 並非一般蛋雞一直關在雞籠裡。
- (3) 雞籠的大小約為 長 x 寬 x 高 = 2 x 1.5 x 2 公尺, 四面皆有鐵網防止雞走到外面, 上面則有遮雨棚。

2. 養雞餵食

我們養殖的蛋雞分成 2 組，分別如表：

組別	雞隻數	餵食頻率	飼料內容
實驗組	4隻	每兩天餵食一次	500公克的玉米+500公克的綜合飼料+200公克的黑水蛇幼蟲
		每兩天餵食一次	500公克的玉米+500公克的綜合飼料



圖7. 養雞餵食 (A)市售之玉米飼料 (B)黑水蛇幼蟲當飼料 (C)每日收集雞隻生的雞蛋

(三)雞蛋物理性質及生化性質檢測

1、生化性質檢測

- (1) 總蛋白量測定：Bradford assay kit
- (2) 總膽固醇測定：COD-PAP Method kit
- (3) DHA 測定：DHA ELISA kit

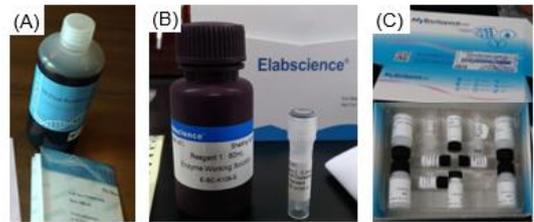


圖8. 生化性質檢測試劑 (A) Bradford assay kit (B) COD-PAP Method kit (C) DHA ELISA kit

2、物理性質測試

- (1) 蛋重
 - (a) 用四位數天平測量
- (2) 蛋黃顏色分析
 - (a) 用 Imgej 測量蛋黃顏色並分析其
- (3) 蛋黃係數(yolk index)
 - (a) 測量蛋黃高度、蛋黃直徑
 - (b) 將蛋黃高度值除以蛋黃直徑值
- (4) 蛋殼厚度
 - (a) 用螺旋測微器測量每顆蛋 30 次
 - (b) 算出算術平均數畫統計圖

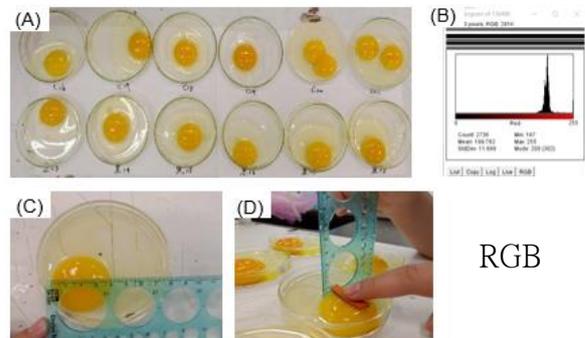


圖9. 物理性質測試 (A) 蛋黃顏色分析 (B) Image J分析RGB (C) 測量蛋黃直徑 (D)測量蛋黃高度

RGB

結論與生活應用

一、收集孵化後的幼蟲之解決方法

(一)幼蟲需要餵食適當的飼料，我們用發酵豆渣餵食(飼料含水量 70%為最適宜，過乾幼蟲無法有效進食，過溼都會導致幼蟲大量逃離易造成死亡)，由於卵不可潮溼，幼蟲一孵化又需要飼料，所以我們設計了一個裝置如圖 10：



圖10. 將刮下來的蟲卵放在鐵絲網上面

(二)黑水蛇繁殖

我們利用黑水蛇成蟲交尾(圖 11A)後並習慣將卵產在乾燥且寬度約 1-2mm 的深長形細縫的集卵器步驟：

1. 將六片冰棒棍用橡皮筋纏繞 (每格都要用橡皮筋綁緊) 後放入網室(如圖 11BC)
2. 設計出符合黑水蛇成蟲產卵特性的集卵器讓發酵食物的濃郁氣味上方放置特製的集卵器，成功收集到大量的黑水蛇蟲卵(如圖 11D)

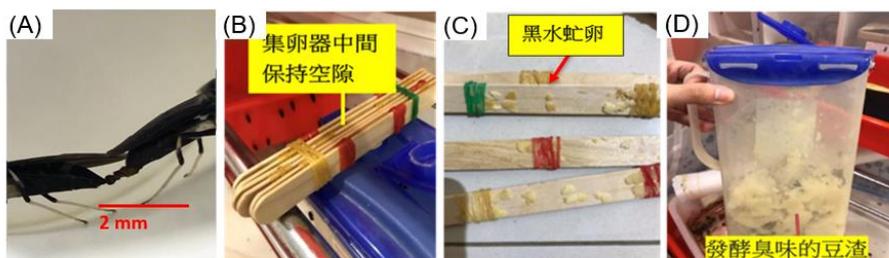


圖11. 黑水蛇集卵裝置

(三) 黑水蛇生活史

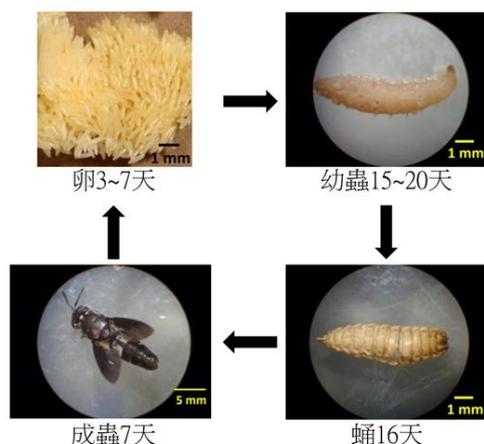


圖12. 黑水蛇的生活史

二、生化性質

(一) 總蛋白量測試

1. 經過統計，我們得知吃飼料的雞，生下的蛋比市售白蛋總蛋白量還要高 31%，達到統計上的顯著差異 $p < 0.05^*$
2. 吃黑水蛇的雞生的雞蛋總蛋白量比市售白蛋還要高 56%，且達到統計上的顯著差異 $p < 0.001^{***}$
3. 吃黑水蛇的雞雞蛋比吃飼料雞雞蛋總蛋白質，但未達到統計上的顯著差異。

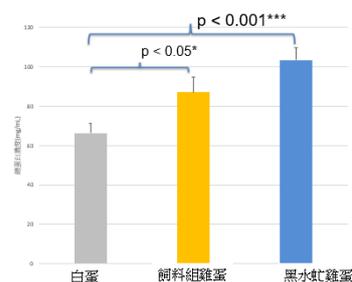


圖13. 總蛋白質濃度比較

(二) 總膽固醇測試

1. 經檢測，吃飼料的雞，生下的雞蛋比市售白蛋膽固醇濃度還要高，高了 53%且達統計上的顯著差異 $p < 0.001^{***}$
2. 吃黑水蛇的雞生出的雞蛋，膽固醇也比白蛋高

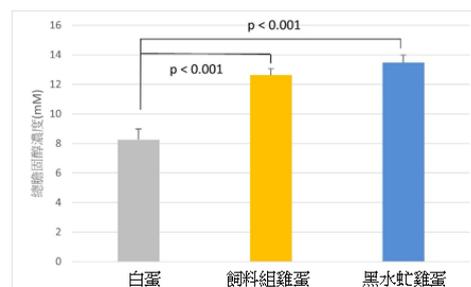


圖14. 總膽固醇濃度比較

了 63%且達統計上的顯著差異 $P < 0.001^{***}$

3. 吃黑水蛇的雞雞蛋比吃飼料雞雞蛋總膽固醇濃度高 6.7%，但未達統計上的顯著差異

(三) 總 DHA 濃度測試

1. 經檢測吃飼料的雞生下的蛋 DHA 濃度是市售白蛋的三倍，且達統計上的顯著差異 $P < 0.001^{***}$
2. 吃黑水蛇的雞，DHA 濃度是白蛋的五倍，且達統計上的顯著差異 $P < 0.001^{***}$
3. 黑水蛇雞蛋比對照組濃度還要高 53%，且達統計上的顯著差異 $P < 0.001^{***}$

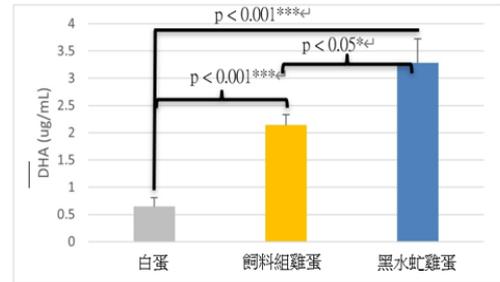


圖15. 總DHA濃度比較

三、物理性質測試

(一) 蛋重量

1. 經過統計，黑水蛇雞蛋跟飼料組雞蛋的蛋重量沒有統計差異。
2. 市售白蛋的重量比飼料組雞蛋的重量重，而且有統計上的差異 ($P < 0.05^*$)，可能是因為不同雞的品種所造成。

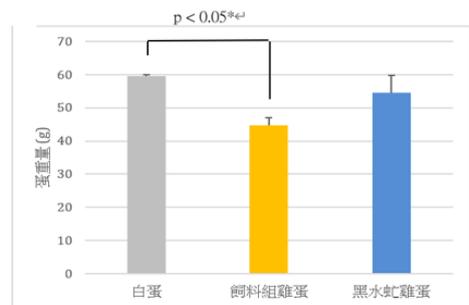


圖16. 蛋重量比較

(二) 蛋黃顏色分析

1. 黑水蛇雞蛋的紅色是飼料組雞蛋的 1.3 倍，白蛋的 1.3 倍，由此可見吃黑水蛇的雞蛋蛋黃比較偏紅。黑水蛇雞:飼料組雞:白蛋=191:138:140
2. 黑水蛇雞蛋的綠色是飼料組雞蛋的 1.4 倍，白蛋的 1.3 倍，由此可見，吃黑水蛇的雞蛋蛋黃也有些偏綠。黑水蛇:飼料組雞:白蛋=127:92:99
3. 藍色的數值過小不列入統計
4. 蛋黃顏色的紅色數值明顯高於綠色和藍色。

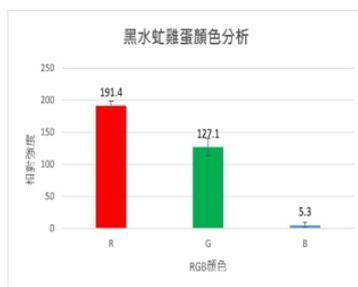


圖17. 黑水蛇雞雞蛋顏色分析 (R:紅色;G:綠色;B:藍色)

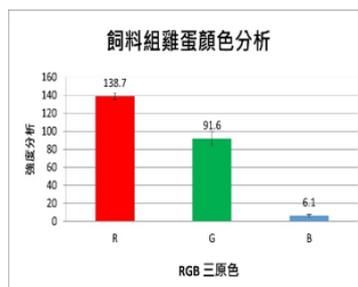


圖18. 吃飼料雞雞蛋顏色分析 (R:紅色;G:綠色;B:藍色)

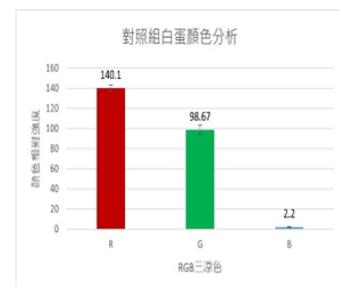


圖19. 市售白蛋顏色分析 (R:紅色;G:綠色;B:藍色)

(三)蛋黃係數測試

1. 實驗組黑水虻雞蛋或者是飼料組雞蛋之蛋黃係數較市售白蛋大，且有統計上的意義。
2. 然而黑水虻雞蛋組跟飼料組雞蛋兩組之間蛋黃係數沒有差異。

(四)蛋殼厚度

1. 實驗組黑水虻雞蛋的蛋殼厚度較飼料組雞蛋厚，且有統計上的意義。
2. 飼料組雞蛋之的蛋殼厚度較市售白蛋厚，且有統計上的意義。

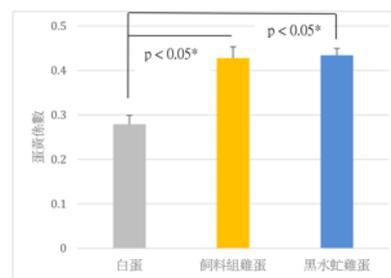


圖20. 三種類別雞蛋蛋黃係數統計圖

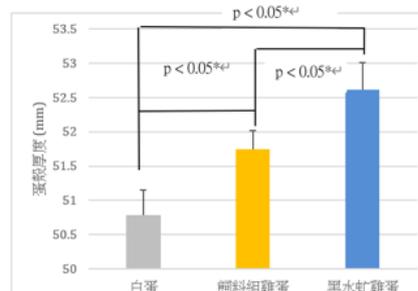


圖21. 三種類別雞蛋蛋殼厚度比較圖

四、雞蛋分析之討論

(一) 黑水虻養殖雞的雞蛋分析

1. 在結果的分析上非常有趣，我們發現我們飼養的雞不論有沒有吃黑水虻，其蛋的營養成分比一般市售的雞蛋營養成分比較高
2. 可能的原因：
 - (a)沒有吃黑水虻的雞因為養在鄉下農地上面真的很多昆蟲會被吃進此外地上也可能會有蚯蚓可以吃，這是為什麼有否吃黑水虻這兩組雖然有差距但是沒有統計意義的原因，但對於一般市售的雞蛋來說營養成分有很大的差距。
 - (b)若是我們的實驗值可以再加大或許就可看出其統計的意義。然而以目前實驗值而言，飼養雞吃了黑水虻之後其中營養成分的 DHA 會有統計意義的上升
3. 其結果可以佐證我們當初的假設飼養雞隻黑水虻可增加其雞蛋營養的成分。

參考資料

1. B. Hoc, M. Genva, M.-L. Fauconnier, G. Lognay, F. Francis, R. Caparros Megido About lipid metabolism in *Hermetia illucens* (L. 1758): on the origin of fatty acids in prepupae. *Sci Rep.* 2020; 10: 11916.
2. da Silva GDP, Hesselberg T. A Review of the Use of Black Soldier Fly Larvae, *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae), to Compost Organic Waste in Tropical Regions. *Neotrop Entomol.* 2020 Apr; 49(2): 151-162.
3. Liu C, Wang C, Yao H. Comprehensive Resource Utilization of Waste Using the Black Soldier Fly (*Hermetia illucens* (L.)) (Diptera: Stratiomyidae). *Animals (Basel).* 2019 Jun 13; 9(6): 349.
4. Sogari G, Amato M, Biasato I, Chiesa S, Gasco L. The Potential Role of Insects as Feed: A Multi-Perspective Review. *Animals (Basel).* 2019 Mar 27; 9(4): 119.
5. Wang YS, Shelomi M. Review of Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) as Animal Feed and Human Food. *Foods.* 2017 Oct 18; 6(10): 91.