

## 二氧化碳麻醉對外米綴蛾 (*Corcyra cephalonica* (Stainton)) 壽命、產卵量和孵化率的影響

歐陽盛芝<sup>1</sup> 陳素瓊<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>國立臺灣博物館

<sup>2</sup>國立宜蘭大學園藝學系

### 摘要

將外米綴蛾 (*Corcyra cephalonica* (Stainton)) 卵粒放入含碎粒糙米的廣口瓶內，置於  $30 \pm 1^\circ\text{C}$ ， $70 \pm 5\%$  RH，12L : 12D 的生長箱中累代繁殖。選取羽化 20 小時內的雌、雄蛾，分別以  $\text{CO}_2$  麻醉 0 (未麻醉)、2、4、8、16、32、64 min 共 7 種處理，然後單一配對放至生長箱內，調查雌、雄蛾壽命、雌蛾產卵量和卵孵化率。結果得知未麻醉組的雄蛾壽命平均是  $14.2 \pm 0.8$  天，雌蛾則為  $8.6 \pm 0.4$  天，雌蛾產卵量平均是  $421.8 \pm 23.2$  粒，孵化率平均為  $67.1 \pm 9.0\%$ 。以  $\text{CO}_2$  麻醉 16 min 以內對成蛾壽命、雌蛾產卵量和孵化率幾無影響，但麻醉 32 min 和 64 min 時，雄蛾壽命雖無顯著性影響，卻會延長雌蛾壽命，顯著減少產卵量且明顯降低孵化率，故本種以  $\text{CO}_2$  麻醉時間應小於 16 min。

**關鍵字：**外米綴蛾 (*Corcyra cephalonica*)、 $\text{CO}_2$  麻醉、壽命、產卵量、孵化率

\*通訊作者。E-mail: scchen@niu.edu.tw

# Effects of Carbon Dioxide Anesthesia on Longevity, Fecundity, and Hatchability of the Rice Moth, *Corcyra cephalonica* (Stainton)

Sheng-Chih Ou-Yang<sup>1</sup>, Su-Chiung Chen<sup>2\*</sup>

National Taiwan Museum  
Department of Horticulture, National Ilan University

## Abstract

In the present paper, Rice moth (*Corcyra cephalonica* (Stainton)) eggs were reared into the wide mouthed jars containing crushed brown rice, and place them in a growth chamber at  $30 \pm 1^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 5\%$  RH, with a 12L:12D photoperiod (The light was turned on at 06:00 and was off at 18:00) for rearing multiple generations. Selected female and male moths within 20 hours of emergence, and exposed them to carbon dioxide anesthesia for 0 (unanaesthetized), 2, 4, 8, 16, 32, and 64 minutes for 7 treatments. Then a pair of the rice moths were confined together for single pairing, and placed in the growth chamber. The influence of carbon dioxide anesthesia on longevity, fecundity, and hatchability of *C. cephalonica* was investigated. The results indicate that the average longevity of male moth in the unanaesthetized group was  $14.2 \pm 0.8$  days, while that of female moth was  $8.6 \pm 0.4$  days. The average fecundity and hatchability of female moth in the unanaesthetized group were  $421.8 \pm 23.2$  eggs and  $67.1 \pm 9.0\%$ , respectively. The *C. cephalonica* were exposed to carbon dioxide anesthesia within 16 minutes caused almost no effect on longevity, fecundity, and hatchability. While at 32 and 64 minutes of carbon dioxide anesthesia, even though the longevity of male moth had no significant effect, however female moth's longevity would be extended, and the fecundity and hatchability of female moth were significantly reduced. Therefore, the exposed time of this species using carbon dioxide anesthesia should be less than 16 minutes.

Keywords: Rice moth (*Corcyra cephalonica*), carbon dioxide anesthesia, longevity, fecundity and hatchability.

\*Corresponding author. E-mail: [scchen@niu.edu.tw](mailto:scchen@niu.edu.tw)

## 壹、前言

鱗翅目 (Lepidoptera) 螟蛾科 (Pyralidae) 的外米綴蛾 (*Corcyra cephalonica* (Stainton))，雖是著名危害多種貯藏穀物及加工食品的積穀害蟲，但可當成 60 種寄生性和 15 種捕食性天敵的人為寄主 (factitious host)，本種亦可做為線蟲和蠨蟲的寄主 (Manjunath, 2013)；近年來已實際用於繁殖赤眼卵寄生蜂 (*Trichogramma* spp.) (Flander, 1929; 陳及裘, 1948; Rasool *et al.*, 2018)、小菜蛾小繭蜂 (*Apanteles plutellae* Kurdj.) (王等, 1972)、和基徵草蛉 (*Mallada basalis* (Walker)) 等生物防治計畫中的天敵昆蟲，變成刻意大量飼養繁殖的天敵代用寄主。但在量產過程除了提昇產品質量外，還著重提高集蛾和集卵效率，以節省成本。吳 (1993) 曾發表外米綴蛾飼育及成蛾收集方法之改進，以收集少數集蛾瓶代替原本收集四處散飛成蛾方式，大幅降低集蛾的勞力。阮等 (2016) 則發明一種收集米蛾成蟲的新方法，讓羽化成蛾吸入 CO<sub>2</sub> 3-5 分鐘窒息昏迷，掉落下方集蛾器後再集中放入產卵籠，待 1 min 後成蛾便可甦醒進行交尾產卵，以利於工廠化大量生產卵粒的需求。

從事昆蟲研究和試驗時，學者專家常需要採用非致死且無危害的麻醉方法，以增加實驗的靈活性和準確性。在相關文獻中最常用的麻醉方法為低溫冷卻、使用 CO<sub>2</sub> 或乙醚 (Loru *et al.*, 2010)。其中低溫冷卻麻醉通常被認為是非侵入性的麻醉技術，對昆蟲無持久性的神經或行為效應；經常用來讓蜜蜂靜止以便標記或做實驗處理，且對其死亡率和繁殖力沒有影響，但會降低西部熊蜂 (*Bombus occidentalis*) 在飛行場域煽動同巢熊蜂覓食的能力 (Wilson *et al.*, 2006)。

使用乙醚或其他化學麻醉方法，實驗者可能因吸入造成健康問題或在室內揮發形成火災隱患，因此 Ratterman (2003) 開發在小型透明玻璃瓶外以碎冰降溫，及大碗內裝著碎冰且上方蓋著金屬板的低溫裝置，達到將試驗用小果蠅 (*Drosophila*) 低溫冷卻麻醉效果。但是在金屬板上形成的冷凝水可能損壞翅膀，導致妨礙小果蠅的求偶行為，甚至造成致命傷害 (Artiss and Hughes, 2007)。

使用二氧化碳麻醉直翅目昆蟲早在 1920 年代就有紀錄 (Willis, 1925)，它是一種不可燃的無味氣體，低劑量二氧化碳對人和小果蠅均無毒，是揮發性及毒性麻醉劑的極佳替代品，已用於麻醉許多種昆蟲，然而試驗者若長時間接觸二氧化碳仍可能缺氧和引起頭痛或頭暈 (Artiss and Hughes, 2007)。

雖然如此，Strong *et al.* (1968) 在實驗室內飼育 6 種蛾類倉庫害蟲，使用 CO<sub>2</sub> 麻醉羽化罐中剛羽化的成蛾，然後移入產卵罐中交配產卵繁殖。張等 (2012) 則發明一種麻醉活躍昆蟲的操作裝置並取得發明專利，他們發現操作臺上的棉鈴蟲 (*Helicoverpa armigera*，即棉鈴實夜蛾) 幼蟲和黃果蠅 (*Drosophila (Sophophora) melanogaster*) 成蟲一旦吸入 CO<sub>2</sub> 即呈現便於觀察的嗜睡狀態，當移至無 CO<sub>2</sub> 境下會很快甦醒，這種麻醉方法對操作人員負面影響小且環境污染低。因大量飼養繁殖外米綴蛾或進行相關試驗時，為避免成蛾飛散逃脫，學者專家常用 CO<sub>2</sub> 麻醉成蛾，為瞭解此麻醉氣體是否對本種壽命、產卵量及孵化率是否造成影響，因而設計本試驗以供日後試驗參考。

## 貳、材料與方法

### 一、蟲源及飼養方法

本試驗採用的外米綴蛾 (*Corcyra cephalonica* (Stainton)) 源自臺灣糖業研究所 (今之臺糖公司研究所)，飼養方法如陳及歐陽 (2019)，先將 500 顆新鮮卵粒，放入已裝好 120 g 碎粒蓬萊糙米的玻璃廣口瓶 (Mason Jar，內口徑 7.5 cm，高 15.5 cm，容量 980 ml) 中，並用橡皮圈綁緊的白色斜紋布封口，然後置於恆溫恆濕 (30 ± 1°C，70 ± 5% RH，12L : 12D，AM 6 : 00 開燈，PM 18 : 00 關燈) 生長箱中累代飼養繁殖數代之後用於試驗。

### 二、麻醉時間對壽命、產卵量和孵化率的影響

依 Strong *et al.* (1968) 方法，將羽化 20 小時內的外米綴蛾雌蛾和雄蛾，分別放入前述容量 980 ml 的玻璃廣口瓶，略掀瓶口封布並插入 CO<sub>2</sub> 鋼瓶連接管充入二氧化碳麻醉，瓶外套用以長尾夾夾住塑膠袋口避免成蛾飛出，麻醉時間分為 0 (未麻醉)、2、4、

8、16、32、64 分鐘共 7 種，然後將處理後的雌、雄蛾各 1 隻放入 180 ml 透明塑膠杯（杯口直徑 6.5 cm、底部直徑 5 cm、高 7 cm）內單一配對，以橡皮圈綁緊紗網封住杯口並貼好編號標籤後，放至前述恆溫恆濕生長箱中，每種麻醉時間各試驗 30 對。

每日觀察和記錄雌、雄蛾的壽命，若發現成蛾死亡即取出，讓存活成蛾在透明塑膠杯內獨處並繼續試驗；同時逐日以相同試驗容器收集供試雌蛾所產的卵並觀察卵孵化狀況，計算雌蛾每日產卵量和卵孵化率，比較經 CO<sub>2</sub> 麻醉不同時間後，對外米綴蛾的壽命、產卵量和孵化率之影響。

## 參、結果與討論

### 一、麻醉時間對壽命的影響

CO<sub>2</sub> 麻醉時間對外米綴蛾壽命的影響如表 1，其中未麻醉組的雄蛾壽命平均為 14.2 ± 0.8 天，雌蛾則為 8.6 ± 0.4 天，各處理組的平均壽命雄蛾介於 13.1-16.2 天，雌蛾則為 8.6-13.4 天，即各處理組的雄蛾平均壽命皆比雌蛾長。比較雄蛾各組數據得知，平均壽命最短的麻醉 16 min 組與最長的 32 min 組間有顯著性差異，而 16 min 組也和麻醉 2、64 min 組間有顯著性差異，但未麻醉組卻和麻醉不同時間組間無顯著性差異。至於雌蛾各組的平均壽命最短者為未麻醉組，與最長的麻醉 64 min 組間有顯著性差異，且和麻醉 32 min 組（壽命 11.1 ± 0.7 天）間有顯著性差異。就本種平均壽命而言，雄蛾以 CO<sub>2</sub> 麻醉長達 64 min 也無明顯影響，但雌蛾經麻醉處理 32 min 和 64 min 反而會增長壽命。

雖然未見有關 CO<sub>2</sub> 對外米綴蛾壽命影響的報告，但 Brooks (1957, 1965) 曾將德國姬蠊 (*Blattella germanica*，即德國蟑螂) 若蟲每週曝露 3 分鐘高濃度 CO<sub>2</sub> 直至成熟期，會比對照組延緩生長期 (14-53%) 及延長成蟲壽命。雖然上述試驗物種和方式與本試驗不同，但麻醉處理時間會延長雌蟲壽命的結果相近。

Sherman (1953) 曾說明以 CO<sub>2</sub> 麻醉地中海果實蠅 (*Ceratitis capitata*)，會使成蟲的死亡率增加。Parkman and Pienkowski (1991) 報導讓非洲斑潛蠅 (*Liriomyza trifolii*) 雌蟲分別曝露於 100% CO<sub>2</sub> 1、1.5、2、4 分鐘後，在室溫下觀察 24 小時的死亡率，依序為

2.1 ± 4.2%、4.2 ± 4.8%、4.2 ± 4.8%、8.3 ± 6.8%，對照組死亡率為 0%，明顯低於麻醉 4 min 組，卻和 1、1.5、2 min 組無顯著性差異存在，唯以 CO<sub>2</sub> 麻醉該蠅雌蟲 4 min 的死亡率不高，亦即對其存活影響並不大。

由此可知，以 CO<sub>2</sub> 麻醉外米綴蛾後的成蟲壽命，麻醉時間在 16min 以內幾無影響，但麻醉時間延長至 32 min 和 64 min，雌、雄蛾兩者的壽命皆長於其他處理組，只是經統計分析後雄蛾並無顯著性差異，僅雌蛾壽命顯著延長。

表 1. CO<sub>2</sub> 麻醉時間對外米綴蛾壽命的影響

Table 1. Effects of CO<sub>2</sub> anesthesia on longevity of rice moth (*Corcyra cephalonica*)

Anesthesia time (min.)	Longevity (Mean ± SE, days) <sup>1</sup>	
	Male	Female
0	14.2 ± 0.8abc	8.6 ± 0.4c
2	15.4 ± 0.7ab	9.6 ± 0.4bc
4	14.3 ± 0.6abc	8.9 ± 0.4c
8	13.8 ± 0.6bc	8.8 ± 0.5c
16	13.1 ± 0.7c	9.5 ± 0.4c
32	16.2 ± 0.9a	11.1 ± 0.7b
64	15.5 ± 0.8ab	13.4 ± 0.8a

1. Means followed by different letters within the same column are significantly different at  $p < 0.05$ , by Duncan's new multiple range test.

2. Each test estimated with 30 pairs.

## 二、麻醉時間對產卵量和孵化率的影響

CO<sub>2</sub> 麻醉時間對外米綴蛾產卵量和孵化率的影響如表 2，其中未麻醉組的雌蛾產卵量平均是 421.8 ± 23.2 粒，各試驗組的雌蛾產卵量介於 216.6-437.6 粒，其中產卵量最少的是麻醉 64 min 組(216.6 ± 18.4 粒)，次少的則是麻醉 32 min 組(318.9 ± 20.3 粒)，此兩組分別與其他各試驗組間皆存在顯著性差異，雖然產卵量最多的麻醉 2 min 組(437.6 ± 26.3 粒)與麻醉 16 min 組(368.0 ± 24.4 粒)間有顯著性差異在，但此兩組分別與麻醉 0、4、8 min 組間無顯著性差異。

由表 2 可知，未麻醉組雌蛾產出的卵孵化率平均為 67.1 ± 9.0%，各試驗組的卵孵化率介於 4.2-67.1%，孵化率隨著麻醉時間增加而降低，未麻醉組的孵化率和麻醉 2、4、8、16 min 組間無顯著性差異存在，均超過 60%，但麻醉 32 min 組的孵化率降至 37.0 ±

10.6%，而麻醉 64 min 組的孵化率僅有  $4.2 \pm 3.2\%$ ，與其他各試驗組間均有顯著性差異。

Lum and Flaherty (1972) 指出以 CO<sub>2</sub> 麻醉已交尾的印度穀蛾 (*Plodia interpunctella*，即印度穀螟) 雌蛾 60 min，其產卵數與孵化率均明顯降低。但 Hopper (1970) 報導以 CO<sub>2</sub> 麻醉地中海果實蠅 (*Ceratitis capitata*) 15 min 內，不會影響其產卵數和孵化率，若麻醉 30 min 則僅產 8.5 粒卵且孵化率降至 82.4%。此與本試驗結果麻醉 16 min 內的產卵量和孵化率幾無影響，且麻醉時間為 32 min 和 64 min 組則明顯降低之結果相似。

然而本試驗與 Brooks (1965) 所述德國姬蠊 (*Blattella germanica*，即德國蟑螂) 若蟲每週曝露 3 min 高濃度 CO<sub>2</sub> 直至成熟期，會減少後代產生數量；以及 Perron *et al.* (1972) 報導以 CO<sub>2</sub> 麻醉剛羽化的黃果蠅 15 min，結果雌蛾較雄蟲敏感，且麻醉後恢復的雌蟲繁殖力會降低，但對羽化超過 3hr 雌蟲的產卵數和孵化率皆無影響，但黃果蠅麻醉超過 15 min 之產卵數降低，則與本試驗結果不同。

由此可知，以 CO<sub>2</sub> 麻醉外米綴蛾雌蛾後的產卵量和孵化率，麻醉時間在 16 min 以內幾無影響，但麻醉時間延長至 32 min 會導致產卵量減少，當麻醉時間長達 64 min 時，產卵量和孵化率皆顯著降低。

表 2. CO<sub>2</sub> 麻醉時間對外米綴蛾產卵量和孵化率的影響

Table 2. Effects of CO<sub>2</sub> anesthesia on fecundity and hatchability of rice moth (*Corcyra cephalonica*)

Anesthesia time (min.)	Fecundity (No. of eggs / female) <sup>1</sup>	Hatchability (%) <sup>1</sup>
0	421.8 ± 23.2ab	67.1 ± 9.0a
2	437.6 ± 26.3a	64.5 ± 10.9ab
4	395.5 ± 17.0ab	60.2 ± 10.7ab
8	420.2 ± 19.5ab	61.8 ± 9.1ab
16	368.0 ± 24.4b	60.6 ± 7.7ab
32	318.9 ± 20.3c	37.0 ± 10.6b
64	216.6 ± 18.4d	4.2 ± 3.2c

1. Means followed by different letters within the same column are significantly different at  $p < 0.05$ , by Duncan's new multiple range test

2. Each test estimated with 30 pairs.

## 肆、結論

外米綴蛾雖為世界知名積穀害蟲，也是著名的天敵昆蟲代用寄主，在大量飼育繁殖或試驗過程中，為避免剛羽化的雌、雄蛾四處飛散，就需要使用 CO<sub>2</sub> 麻醉處理，以便控制配對數量和收穫卵粒等。依本試驗結果，無論是成蛾壽命、雌蛾產卵量和孵化率，以二氧化碳麻醉 16 min 以內都幾無影響，而麻醉時間於 32 min 和 64 min 時，雄蛾壽命雖無顯著性影響，但雌蛾壽命明顯延長，而產卵量與孵化率卻顯著降低。

## 參考文獻

- 王清玲、招衡、何鎧光。1972。小菜蛾小繭蜂 (*Apanteles plutellae* Kurdj.) 對小菜蛾 (*Plutella xylostella* L.) 及外米綴蛾 (*Corcyra cephalonica* Staint) 寄生性之研究。植物保護學會會刊 14: 125-128。
- 吳子淦。1993。外米綴蛾飼育及成蛾收集方法之改進。中華昆蟲 13: 9-15。
- 阮長春、史樹森、孫光芝、張俊杰、張連生、杜文梅。2016。一種收集米蛾成蟲的新方法。發明專利 201210138981.7，授權公告號 CN 102652504 B。
- 張永軍、梁革梅、吳敵、吳孔明、郭允元。2012。一種麻醉活躍昆蟲的操作裝置。發明專利 201010196623.2，授權公告號 CN 101856010 B。
- 陳金璧、裘凌志。1948。赤眼卵寄生蜂之人工繁殖及放飼方法。甘蔗研究 2: 21-36。
- Artiss, T. and B. Hughes. 2007. Taking the headaches out of anesthetizing *Drosophila*. ABT 69: 77-80.
- Brooks, M. A. 1957. Growth-retarding effect of carbon-dioxide anaesthesia on the German cockroach. J. Insect Physiol. 1: 76-84.
- Brooks, M. A. 1965. The effects of repeated anesthesia on the biology of *Blattella germanica* (Linnaeus). Entomol. Exp. Appl. 8: 39-48.
- Flander, S. E. 1929. The production and distribution of *Trichogramma*. J. Econ. Entomol. 22: 245-248.



- Hopper, G. H. S. 1970. Use of carbon dioxide, nitrogen, and cold to immobilize adults of the Mediterranean fruit fly. *J. Econ. Entomol.* 63: 1962-1963.
- Loru, L., A. Sassu, X. Fois, and R. A. Pantleoni. 2010. Ethyl acetate: a possible alternative for anaesthetizing insects. *Ann. Soc. Entomol. Fr. (N.S.)* 46: 422-424.
- Lum, P. T. M. and B. R. Flaherty. 1972. Effect of carbon dioxide on production and hatchability of eggs of *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Phycitidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 65: 976-977.
- Manjunath, T. M. 2013. A semi-automatic device for mass production of the rice moth, *Corcyra cephalonica* Stainton (Lepidoptera: Pyralidae), and evaluation of certain biological and economic parameters to validate a protocol for commercial production. In: 13th workshop of the IOBC global working group on MRQA. Bengaluru 560092, 6-8 November, p. 17-18.
- Parkman, P., and R. L. Pienkowski. 1991. Effect of cold and CO<sub>2</sub> on the survivorship of *Liriomyza trifolii* females. *Flor. Entomol.* 74: 473-475.
- Perron, J. M., L. Huot, G. W. Corriveau, and S. S. Chawla. 1972. Effects of carbon dioxide anaesthesia on *Drosophila melanogaster*. *J. Insect Physiol.* 18: 1869-1874.
- Rasool, A., R. Zubair, R. Rasheed, S. Gull, and A. Ahmed. 2018. Mass production of rice meal moth (*Corcyra cephalonica*) on different food media under laboratory conditions. *J. Research. Dev.* 18: 74-80.
- Ratterman, D. M. 2003. Eliminating ether by using ice for *Drosophila* labs. In "Proceedings of the 24th Workshop/Conference of the Association for Biology Laboratory Education (ABLE) (M. A. O'Donnell, Editor), 334 pp". *Tested studies for laboratory teaching.* 24: 259-265.
- Sherman, M. 1953. Effects of carbon dioxide on fruit flies in Hawaii. *J. Econ. Entomol.* 46: 15-19.

- Strong, R. G., G. J. Partida, and D. N. Warner. 1968. Rearing stored-product insects for laboratory studies: six species of moths. *J. Econ. Entomol.* 61: 1237-1249.
- Willis, J. A. 1925. Effects of different tensions of carbon dioxide on certain Orthoptera (Grasshoppers). *Bio. Bull.* 48: 209-223.
- Wilson, E. E., D. Holway, and J. C. Nieh. 2006. Cold anaesthesia decreases foraging recruitment in the New World bumblebee, *Bombus occidentalis*. *J. Apic. Res.* 45: 169-172.

110 年 06 月 15 日 投稿

110 年 08 月 18 日 接受