

# 連續配對對外米綴蛾 (*Corcyra cephalonica* (Stainton)) 交尾次數、壽命和產卵量的影響

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>宜蘭大學園藝學系

## 摘要

以碎粒糙米將外米綴蛾 (*Corcyra cephalonica* (Stainton)) 幼蟲飼養於  $30 \pm 1^\circ\text{C}$ ， $70 \pm 5\%$  RH，12L：12D 的生長箱中，調查連續配對一生時的交尾次數及對壽命和產卵量的影響。結果得知該蛾交尾大部分發生在較年輕時的日齡，雄蛾一生中最多交尾 8 次，其中有 93.7% 的雄蛾會與不同雌蛾行多次交尾；雌蛾一生中最多交尾 5 至 6 次。雌蛾和不同雄蛾配對時的壽命較和相同雄蛾配對時短 1 天，但交尾率較高，且最高交尾次數多 1 次，平均交尾次數前者較後者多 1.3 次。以相同配偶連續配對 1 至 7 日時，平均交尾次數均介於 1.16 次至 2.36 次間，連續配對時間愈久，雌蛾接受的精胞數愈多，交尾次數愈高。雌、雄蛾一生中可行多次交尾，交尾行為會縮短雌蛾壽命，但已交尾者的壽命不受交尾次數的影響。交尾 1 次之平均產卵量為 393.4 粒較未交尾者的 306.7 粒高，且有顯著性差異，雌蛾交尾 2 至 4 次的平均產卵量在統計上無顯著差異，但均較交尾 1 次者高，當交尾次數增加時，雌蛾產卵量隨之增加，故多次交尾可增加外米綴蛾的產卵量。

**關鍵詞：**外米綴蛾 (*Corcyra cephalonica*)、連續配對、交尾次數、壽命、產卵量

\*通訊作者。E-mail: scchen@niu.edu.tw

# Effect of Continuously Paired on Mating Times, Longevity, and Fecundity of the Rice Moth, *Corcyra cephalonica* (Stainton)

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

<sup>1</sup> National Taiwan Museum

<sup>2</sup> Department of Horticulture, National Ilan University

## Abstract

In the present paper, Rice moth (*Corcyra cephalonica* (Stainton)) larvae were reared on crushed brown rice 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). The influence of continuously paired on mating times, longevity, and fecundity of *C. cephalonica* were investigated. The results indicate that mating behavior of this species mostly occurred at younger day-age moth. The greatest mating times obtained 8 for male in the entire life. And 93.7% male moths mated multiple times with different female moths. The greatest mating times obtained 5-6 for female in the entire life. The longevity of female *C. cephalonica* continuously paired with male changed every day was shorter 1 day than that pairing with fixed same male for entire life. But the mating rate of female was higher when pairing with different male moth. The greater and average mating times of female *C. cephalonica* continuously paired with different male every day were 1 and 1.3 times more than that pairing with same male. The mating times between 1.16 and 2.36 by female *C. cephalonica* from 1 to 7 days paired duration. There was a trend that the number of spermatophore increased as the prolongation of the pairing duration. Therefore, it is obvious that the moth of both sexes were capable of mating at least once or more in their entire life. Female and male of this species could mated multiple times in the entire life. Mating behavior will shorten the longevity of female moth, but the longevity of mated female was not affected by number of mating. The average number of egg deposited by the mated once and unmated females were 393.4 and 306.7, respectively. Moth that mated twice or more females deposited significantly more eggs than the mated once females in the laboratory, but mated twice or more of eggs was not significantly different. Thus multiple mating increased the number of egg deposited.

Keywords: Rice moth (*Corcyra cephalonica* (Stainton)), continuously paired, mating times, longevity, and fecundity.

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

## 壹、前言

外米綴蛾 (*Corcyra cephalonica* (Stainton)) 在分類上屬於鱗翅目 (Lepidoptera)，螟蛾科 (Pyralidae)，是危害許多種貯藏穀物及加工食品的重要害蟲，普遍分布於全世界積穀倉庫，危害稻米、小麥、玉米、高粱和穀物產品，以及油籽、棉花種子、花生、咖啡、可可豆等；幼蟲會織絲網並躲在所織絲網下取食儲藏穀物且會排出糞便污染，使這些穀物變成網狀團塊並散發特殊的難聞氣味，甚至發黴變質，不適合人類食用且喪失商品價值，造成經濟損失 (Ayyar, 1934; Alam, 1965, 1972; Cox et al., 1981; Allotey and Kumar, 1985; Allotey, 1991; Puneeth and Vijayan, 2013; Rasool et al., 2018)。

然而，外米綴蛾雖為害蟲，但因成蛾體形大，產卵數較多，幼蟲以穀物為食容易飼養，加之可做為某些卵寄生蜂之代用寄主，並較其原始寄主更容易及更廉價地生產天敵，因此外米綴蛾卵常用以繁殖赤眼卵寄生蜂 (*Trichogramma* spp.) (Flander, 1929; 陳及裘, 1948; Rasool et al., 2018)、小菜蛾小繭蜂 (*Apanteles plutellae* Kurdj.) (王等, 1972) 等，這些寄生性蜂類被運用於許多農業害蟲的生物防治計畫；近年來亦用來繁殖基徵草蛉 (*Mallada basalis* (Walker)) 防治作物害蟲 (吳, 1992, 1995)，Manjunath (2013) 更指出外米綴蛾還是 60 種寄生性和 15 種捕食性天敵的人為寄主 (factitious host)，而且這 75 種中還包括具有寄主專一性 (host-specific) 的天敵，本種亦可做為線蟲和蠕蟲的寄主，故該蛾早已轉型為對人類有用且大量飼養繁殖的益蟲。

因此，為了增進人工飼養所得的外米綴蛾質量，必須了解其交尾與繁殖能力等生物特性。有關這方面的試驗，除了直接觀察其交尾和產卵行為外，根據朱及歐陽 (1989) 所述斜紋夜蛾 (*Spodoptera litura* (Fabricius)) 雄蛾在每次交尾中，只將 1 個精胞授給雌蛾，因此從交尾囊中之精胞數可測定雌蛾的交尾次數，同屬鱗翅目的外米綴蛾亦可依據解剖雌蛾交尾囊所得的精胞數判斷其交尾次數。故陳及歐陽 (2019) 提出不同配對條件如配對時間、配對性比、配對密度等對該蛾交尾次數的影響。本次試驗則是探討該蛾連續配對時，配對配偶不同或相同時和配對日數對交尾能力的影響，以及交尾次數、壽命

和產卵量等生物特性等相關資料，可提供室內人工增殖天敵的參考。

## 貳、材料與方法

### 一、蟲源及飼養方法

本試驗所用的蟲源及飼養方法與陳及歐陽 (2019) 相同，即從臺灣糖業研究所 (今之臺糖公司研究所) 取得外米綴蛾 (*Corcyra cephalonica* (Stainton)) 卵源，採用彭和陳 (1989) 的方式，將 500 顆新鮮的外米綴蛾卵粒，放入內含 100 g 碎粒蓬萊糙米的 980 ml 玻璃廣口瓶 (Mason Jar，內口徑 7.5 cm，高 15.5 cm)，瓶口以橡皮圈綁緊白色斜紋布封住，放入於恆溫恆濕 ( $30 \pm 1^\circ\text{C}$ ， $70 \pm 5\% \text{RH}$ ，12L : 12D，AM 6 : 00 開燈，PM 18 : 00 關燈) 生長箱中累代飼養繁殖而得到供試蟲源。

### 二、不同和相同配偶連續配對一生

將羽化 20 小時內的一對外米綴蛾放入容量 180 ml 透明塑膠杯 (杯口直徑 6.5 cm、底部直徑 5 cm、高 7 cm) 內配對，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。此試驗的配對期間為一生，共分 3 組小試驗，即每日更換新配偶配對和以相同配偶連續配對一生的試驗，其中第一組小試驗是自羽化日起，每隻供試雄蛾每日提供 1 隻羽化 20 小時內的處女雌蛾配對，並取出已配對 1 日的舊雌蛾，解剖其交尾囊得知精胞數，記錄和計算其交尾次數和交尾率，直到雄蛾死亡為止，每處理組做 32 個重覆。

第二組小試驗則是性別相反的試驗，以供試雌蛾為主，每日提供一隻羽化 20 小時內的新鮮雄蛾配對，並取出舊雄蛾，一直至雌蛾死亡才取出供試雌蛾解剖其交尾囊，以精胞數計算交尾次數；且每日觀察和記錄供試雌蛾是否產卵，以計算雌蛾產卵率，每處理組做 31 個重覆。

第三組小試驗是將羽化 20 小時內的雌、雄蛾單一配對，在配對期間完全不更換供試成蛾，每日觀察和記錄，若發現配對雄蛾壽命短於雌蛾，立即取出死亡雄蛾，讓該隻供試雌蛾獨處於供試容器中，直到供試雌蛾死亡，再取出解剖得知精胞數和計算交尾次數，同時每日觀察和記錄供試雌蛾是否產卵，以計算雌蛾產卵率，每處理組做 30 個重覆。

### 三、相同配偶連續配對 7 日

取一對羽化 20 小時內的雌、雄蛾配對，置於前述透明塑膠杯內，以紗網封口及黏貼編號標籤，放入前述恆溫恆濕生長箱中，總計重覆 361 對，由配對翌日起，每日逢機取出 43 至 56 隻供試雌蛾解剖，連續解剖 7 日，由精胞數來測定雌蛾的交尾能力。

### 四、雌蛾交尾次數對壽命和產卵量的影響

將羽化 20 小時內的雌、雄蛾單一配對於膠質透明容器內，置於前述恆溫恆濕生長箱中，即以相同配偶連續配對一生，共調查 52 對。每日觀察和記錄雌蛾的死亡情形並計算其產卵量，直到供試雌蛾死亡為止，然後取出雌蛾解剖交尾囊，由精胞數判斷交尾次數，並分析對雌蛾壽命和產卵量的關係。

## 參、結果與討論

### 一、不同和相同配偶連續配對一生

圖 1 是雄性外米綴蛾自羽化日起，每日配對 1 隻羽化 20 小時內雌蛾，連續配對一生的交尾能力，得知供試雄蛾的壽命由 5 至 14 天不等，平均為  $8.7 \pm 0.4$  天；雄蛾一生中的交尾次數最少為 1 次，最多達 8 次，平均為  $4.7 \pm 0.3$  次；其中壽命最長的在 14 天中只交尾 5 次，但交尾 8 次的雄蛾壽命分別為 9 天及 13 天，因此壽命長者未必交尾次數最高。

由圖 1 可知，交尾大部分發生在較年輕時的日齡。雖然雄蛾羽化當日即可交尾，交尾率高達 97%，2 日齡雄蛾的交尾率降為 78%，3 日齡時為 72%，4 日齡時反而增加為 81%，5 日齡又降低為 59%，此後雄蛾交尾率隨雄蛾日齡之增加而漸減，雖然在第 9 日齡時還有 56.3% 雄蛾存活，但雄蛾至第 9 日齡及 10 日齡時的交尾率只剩 11%，到第 11 日齡後則不交尾。表示這些雄蛾的交尾能力已明顯下降。

根據上述結果分析供試雄蛾的交尾情形，累積已交尾雄蛾在供試蛾中所佔的百分率，即羽化當日的交尾率雖已達 97%，但未交尾佔 3% 的那隻雄蛾次日即交尾，使累積交尾率達到 100%，由此可知所有供試雄蛾至 2 日齡時至少完成 1 次交尾。

至於供試雄蛾每日與不同雌蛾連續配對一生時的交尾次數分布如圖 2，其中供試雄蛾的交尾次數以 3、4 及 5 次者最多，皆佔了 18.8%，合計佔 56.4%，其次為交尾 6 次者佔 15.6%，而交尾 1 和 2 次者只佔 6.3% 及 3.1%，兩者總共只有 9.4%。換言之，以連續

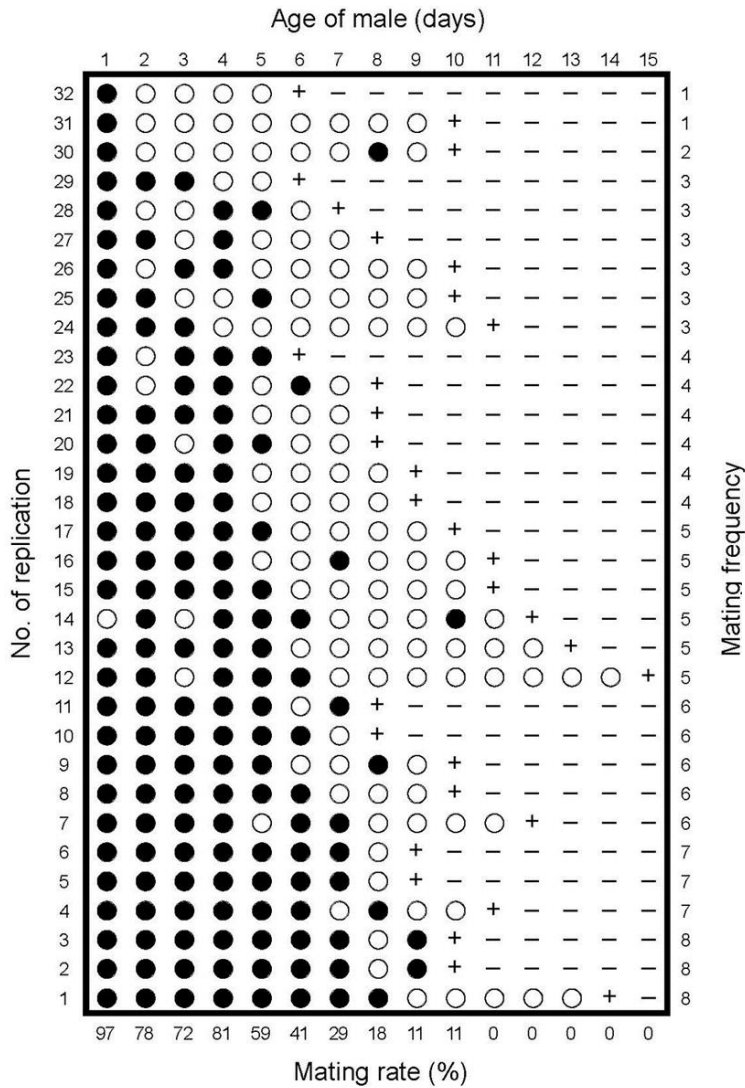


圖 1. 雄性外米綴蛾每日連續配對不同處女雌蛾一生時的交尾能力(●: 已交尾雄蛾; ○: 未交尾雄蛾; +: 雄蛾死亡)。

Fig. 1. Mating ability of the male *Corcyra cephalonica* continuously paired with virgin female changed every day for entire life (●: Mated male; ○: Unmated male; +: Male died).

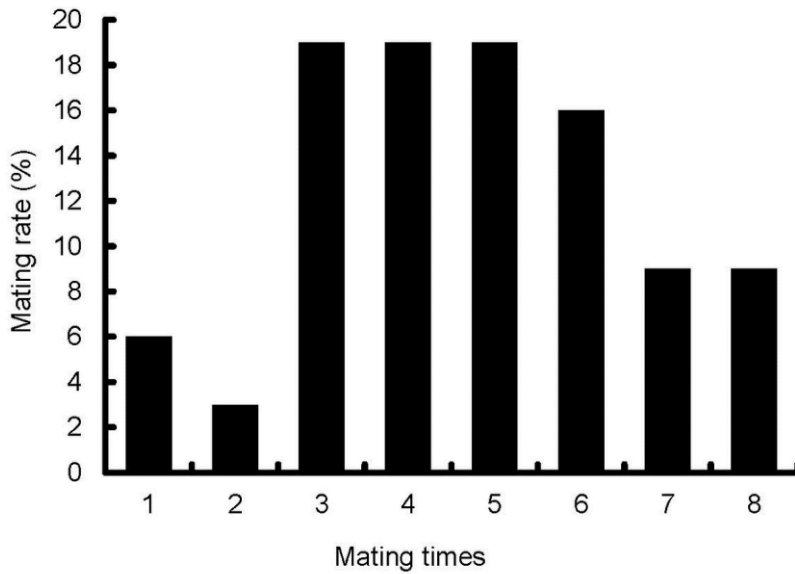


圖 2. 雄性外米綴蛾每日連續配對不同處女雌蛾一生時的交尾次數分布。

Fig. 2. The distribution of mating times under the male *Corcyra cephalonica* continuously paired with virgin female changed every day for entire life.

配對的方式，雄蛾一生中最多交尾 8 次，其中有 93.8% 的雄蛾會與不同雌蛾行多次交尾，而超過半數的雄蛾交尾為 3 至 5 次。即雄蛾在短時間內即可交尾，若每日遇到不同的年輕處女雌蛾，其交尾潛能相當高。

Sreeramulu and Subramanyam (1969) 報導外米綴蛾雄蛾自羽化後仍保持 9 日的交尾能力且一生的交尾次數最多達 4 次的結果不同，即本試驗雄蛾一生中的最高交尾次數為 8 次較其多了 4 次，且有 1 隻供試雄蛾在 10 日齡時仍可交尾，兩者相差 1 日。由於 Sreeramulu and Subramanyam (1969) 在試驗中並未說明該蛾配對方式，無法比較其差異，推測可能是本試驗雄蛾每日更換新鮮處女雌蛾配對，且一對一配對，故固定在一定空間內，雄蛾一生交尾可達 8 次之多。

供試雌蛾為主的連續配對一生試驗，比較每日更新 1 隻配對雄蛾 (不同配偶) 與用同 1 隻雄蛾終身配對 (相同配偶) 所得的結果如圖 3 及表 1。就交尾次數而言，與不同配偶配對時，雌蛾壽命由 4 至 11 天不等，平均為  $7.2 \pm 0.3$  天，雌蛾一生中可交尾 2 至 6 次，平均交尾次數為  $3.7 \pm 0.2$  次，雌蛾以接受 4 個精胞即交尾 4 次居多，其次為交尾 3 次者，分別佔供試蛾的 32.2% 及 29.0%，交尾率為 100%；而與相同配偶配對之雌蛾，平均壽命為  $8.2 \pm 0.3$  天，其一生中的交尾次數由 0 至 5 次，平均交尾次數為  $2.4 \pm 0.2$  次，雌蛾以接受 2 個精胞者為最多，其次為 3 個精胞，分別約佔 30 隻供試雌蛾中的 40.0% 及 33.3%，其中有 2 隻雌蛾終身未交尾，因此交尾率只有 93.3%。

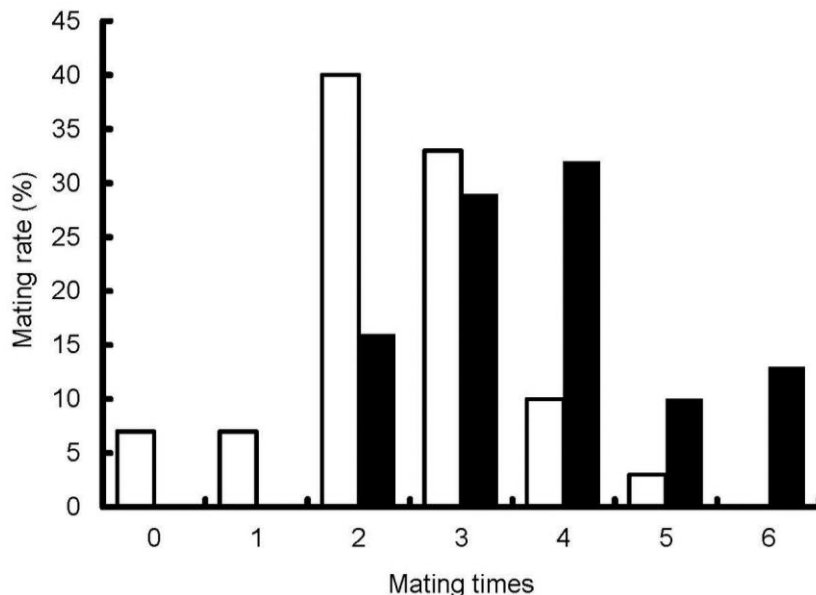


圖 3. 雌性外米綴蛾每日連續配對不同與相同雄蛾一生時的交尾次數分布 (■：配對不同雄蛾；□：配對相同雄蛾)。

Fig. 3. The comparison of distribution mating times of the female *Corcyra cephalonica* continuously paired with male changed every day and fixed same male for entire life (■: Changed pairing male every day; □: Fixed pairing same male).

表 1. 雌性外米綴蛾每日連續配對不同和相同雄蛾一生時的交尾率、交尾次數和雌蛾產卵率

Table 1. Comparisons of the mating rate, mating times and oviposition rate of the female *Corcyra cephalonica* continuously paired with male changed every day and fixed same male for entire life

Treatment <sup>1</sup>	No. of observed (n)	Mating rate (%)	Mating times <sup>1</sup>		Oviposition female rate (%)
			(Mean ± SE)	Range	
Changed pairing-male	31	100	3.7 ± 0.2	2-6	100
Fixed same pairing-male	30	93.3	2.4 ± 0.2	0-5	100 <sup>2</sup>

1. Mating times were according to  $\Sigma$  No. of spermatophores  $\times$  No. of female  $\div$  n.

2. Deducted 2 unmated female moths.

以不同雄蛾連續配對一生時，供試的 31 隻雌蛾皆有交尾，第 1 天就有 29 隻雌蛾產下受精卵，約佔 93.5%，至第 2 天時雌蛾產卵率已達 100%，即所有供試雌蛾都已產下受精卵；每日以相同雄蛾配對時，由於有 2 隻終身未交尾雌蛾，若將這 2 隻雌蛾扣除，第 1 天已有 27 隻雌蛾產卵，產卵率高達 96.4%，至第 2 天時亦達到 100%。即兩種處理的供試雌蛾產卵率結果一致，換言之，有交尾能力的雌蛾，於第 2 日齡時至少完成 1 次交尾並產下受精卵（表 1）。

根據試驗結果，雌蛾與不同配偶配對時，平均壽命為 7.2 天，平均交尾次數 3.7 次；雌蛾與相同配偶配對時，平均壽命為 8.2 天，平均交尾次數 2.4 次。由此可知，雌蛾每日與不同的年輕未交尾雄蛾配對時，壽命雖然較短，但交尾率及交尾次數明顯增加；而在與相同配偶配對一生的情況下，由於每日配對雄蛾的日齡也隨配對日數增長，即交尾試驗的雌、雄蛾兩者皆是相同日齡，愈到試驗後期其日齡愈高，自然不如和年輕生殖力強配偶配對之結果。同時亦知，外米綴蛾的日齡也是影響交尾能力的重要因素，且雌蛾交尾當天即可產下受精卵，最遲至 2 日齡時也會產卵，表示該蛾短時間內即可繁殖後代。

據 Chakravorty and Das (1983) 觀察，雌蛾連續與剛羽化未交尾雄蛾配對時，發現日交尾數不因雌蛾日齡之增加而降低，其每對交尾次數為 1 至 2 次，平均 1 次，較本試驗以不同配偶連續配對的平均交尾次數 3.7 次或相同配偶配對之 2.3 次為少。依 Sreeramulu and Subramanyam (1969) 報導，該雌蛾一生僅交尾 1 次，此與本試驗雌蛾在連續配對下最多達 6 次或 5 次的結果不同，可能是該蛾配對方法不同，故難以比較其差異。



Etman and Hooper (1979) 曾提出包括斜紋夜蛾 (*Spodoptera litura* (Fabricius)) 的多種鱗翅目昆蟲，雄蛾每次交尾僅移注一個精胞於雌蛾體內。竹內及宮下 (1975) 認為斜紋夜蛾交尾完成後，精胞存在交尾囊內的固定位置，當多次交尾時，原先精胞的精子移注，主體壓扁縮小，柄部彎曲，由輸精管入口處脫落，浮游於交尾囊內，使新的精胞進入時，也能固定在正常位置。本試驗已證實外米綴蛾具有多次交尾的能力，不僅可提高雌蛾受精率，並且能引進較多的遺傳基因，增加後代的多樣性及適應力，故多次交尾實為有利其繁殖的行為。

## 二、相同配偶連續配對 7 日

將羽化 20 小時內的 1 對外米綴蛾連續配對 7 日，從配對次日起逐日取出並解剖供試雌蛾的交尾囊，記錄和計算所含精胞數，以了解供試雌蛾與相同雄蛾配對時的每日交尾次數，所得結果如表 2。本試驗原本配對 400 對，預定每日逢機取樣 57 隻雌蛾解剖，也就是供試樣本總數會隨著配對日數增加而減少，但其中卻有 39 對在取樣時因供試雌蛾或雄蛾已死亡，故剔除不列入計算，使得最後每日取樣數分別為 43 至 56 隻。

由表 2 可知，本試驗可分成配對 1 至 7 日的 7 個處理組，每一處理組皆有不交尾者（精胞數為 0），連續配對 5 至 7 日者最多可發現 5 個精胞。在 361 對供試成蛾中，無精胞的雌蛾數為有 25 隻，含 1 個精胞的雌蛾數為 108 隻，含有 2 個精胞數有 155 隻，3 個精胞數有 52 隻，4 個精胞數有 17 隻，而含 5 個精胞數有 4 隻，平均交尾次數介於  $1.16 \pm 0.07$  次至  $2.36 \pm 0.15$  次之間，其中連續配對 7 日時的平均交尾次數  $2.36 \pm 0.15$  次，皆與陳及歐陽 (2019) 研究指出，1 對外米綴蛾連續配對一生的供試雌蛾交尾次數 0 至 5 次，平均  $2.3 \pm 0.2$  次之結果相符。

雌蛾每日的交尾次數分布如圖 4，連續配對 1 日時，交尾 1 次者佔 72.7%，交尾 2 次者佔 21.8%，兩者合計佔 94.5%；連續配對 2 日時，交尾 1 次者降為 42.9%，交尾 2 次者增為 51.8%，兩者合計佔 94.7%；連續配對 3 日時，交尾 1 次者只佔 15.1%，交尾 2 次者佔 62.3%，交尾 3 次者佔 20.5%，僅有 1.9% 雌蛾未交尾；連續配對 4 日時，有 3.9% 雌蛾交尾 4 次，未交尾者反而增為 11.8%；至於連續配對 5 至 7 日時，雌蛾的交尾次數最多只有 5 次，分別佔 2.4%、4.2% 及 1.8%，未交尾的比例各佔 11.6%、10.4% 及 3.6%，且在已交尾雌蛾中均以交尾 2 次者最多，其次為交尾 3 次者，交尾 1 次者再次之。因此，一對相同配偶連續配對一生時，雖然每天都出現未交尾雌蛾，但是連續配對時間愈久，

表 2. 雌性外米綴蛾與相同雄蛾連續配對 7 日時每日接受的精胞數

Table 2. The spermatophores accepted by the female *Corcyra cephalonica* continuously paired with same male every day under seven pairing duration

Paired duration (days)	No. of observed (n)	No. of spermatophores							Average <sup>1</sup>
		0	1	2	3	4	5		
1	55	3	40	12	0	0	0	1.16 ± 0.07	
2	56	3	24	29	0	0	0	1.46 ± 0.08	
3	53	1	8	33	11	0	0	2.02 ± 0.09	
4	51	6	12	24	7	2	0	1.75 ± 0.14	
5	43	5	5	17	11	4	1	2.16 ± 0.18	
6	48	5	8	22	9	2	2	2.02 ± 0.17	
7	55	2	11	18	14	9	1	2.36 ± 0.15	

1. Averages were according to  $\Sigma \text{No. of spermatophores} \times \text{No. of female} \div n$ .

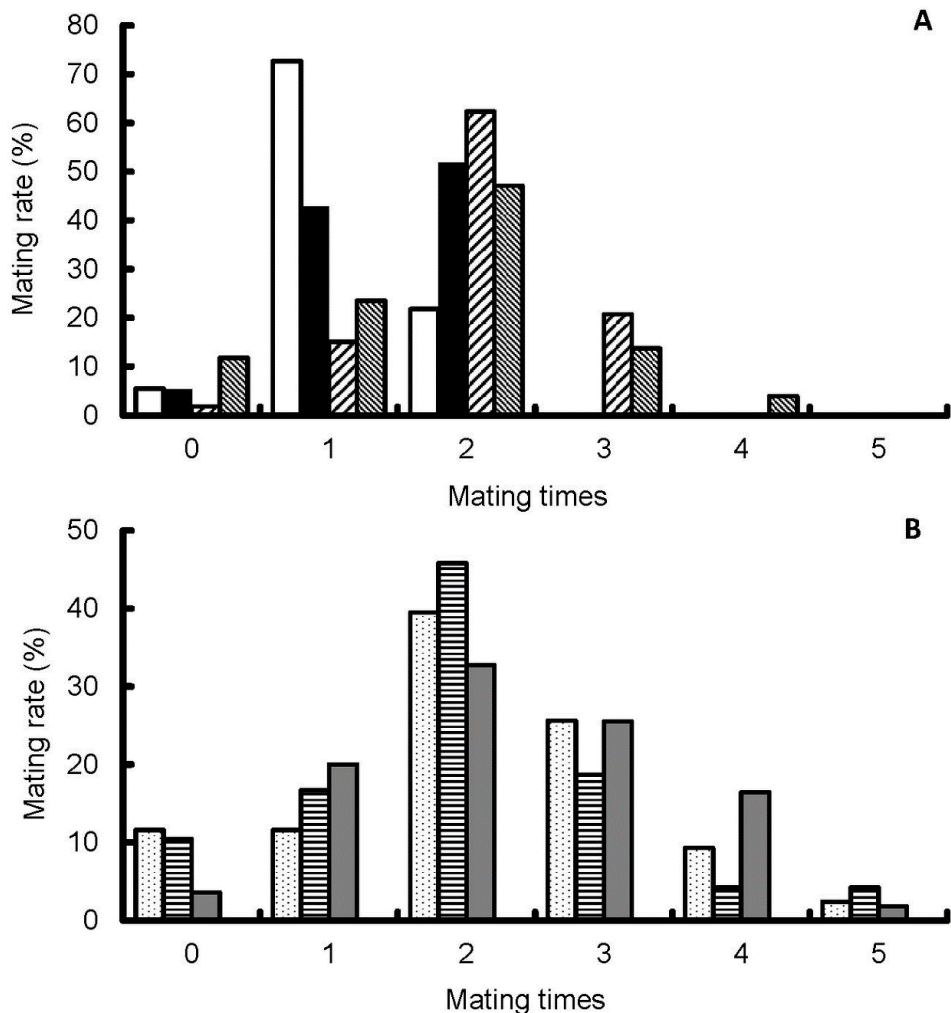


圖 4. 雌性外米綴蛾與相同雄蛾連續配對 7 日時每日的交尾次數分布 (配對期間: A: □: 1 日; ■: 2 日; ▨: 3 日; ▩: 4 日; B: ▤: 5 日; ■: 6 日; ■: 7 日)。

Fig. 4. The distribution of mating times of the female *Corcyra cephalonica* continuously paired with same male every day under seven pairing duration (Paired duration: A: □: 1day; ■: 2 days; ▨: 3 days; ▩: 4 days; B: ▤: 5 days; ■: 6 days; ■: 7 days).

雌蛾交尾囊內所含的精胞數愈多，即交尾次數愈高，然而大多數雌蛾只接受 1 至 2 個精胞，即使連續配對超過 5 日時最多只交尾 5 次，這也證實該蛾同一配偶連續配對多日，會隨著彼此日齡之增長，交尾能力有降低趨勢，成蛾的交尾能力仍以 3 日齡前最佳。

### 三、雌蛾交尾次數對壽命和產卵量的影響

雌性外米綴蛾與相同雄蛾連續配對一生時的交尾次數、壽命和產卵量如表 3，雌蛾一生中的交尾次數為 0 至 4 次，除了 11.5% 未交尾外，其中以交尾 2 次者佔 40.4% 最多，其次為交尾 3 次者佔 26.9%，交尾 1 次者佔 15.4% 再次之，而交尾 4 次者只佔 5.8%。

供試雌蛾的平均壽命為  $8.0 \pm 0.6$  至  $11.7 \pm 1.1$  天，未交尾雌蛾壽命較已交尾者長約 2.3 至 3.7 天，且平均壽命有隨著交尾次數的增加而縮減趨勢，但依鄧肯氏新多變域分析法分析結果，未交尾與已交尾雌蛾壽命有顯著差異，而不同交尾次數的已交尾雌蛾間並無顯著差異。即雌蛾壽命以未交尾者最長，交尾行為會縮短雌蛾壽命，但已交尾者的壽命不受交尾次數之影響。

在產卵量方面，以交尾 4 次之雌蛾的平均產卵量最高為  $478.7 \pm 37.7$  粒、其次為交尾 3 次的  $466.6 \pm 16.2$  粒、交尾 2 次者為  $463.4 \pm 13.6$  粒，而交尾 1 次者僅有  $393.4 \pm 32.6$  粒，而未交尾者仍產下  $306.7 \pm 28.4$  粒卵，為產卵量最低者。以鄧肯氏新多變域分析法分析結果，交尾 2 至 4 次之雌蛾產卵量在統計上並無顯著差異，但與交尾 1 次和未交尾之雌蛾產卵量間均有顯著差異，且交尾 1 次者與未交尾雌蛾二者間亦有顯著差異存在。本試驗結果與 Russell et al. (1980) 所述該雌蛾每隻可產 18 至 467 粒卵不完全一致。由此可知，已交尾雌蛾的平均產卵量較未交尾者高，且交尾 2 次以上者又較只交尾 1 次的平均產卵量高，雌蛾交尾次數增加時，雌蛾產卵量亦隨之增加，故多次交尾可以增加外米綴蛾的產卵量。

Rao (1954) 認為外米綴蛾之未交尾雌蛾有抑制產卵現象，且壽命較已交尾雌蛾長，但他並未詳述其試驗方法，而本試驗之結果雖然無法得知產卵是否受到抑制，但未交尾者的產卵量較已交尾者低之結果皆相同；而 Russell et al. (1980) 報導在  $28^{\circ}\text{C}$ ，70%RH，外米綴蛾雌蛾交尾與未交尾之產卵數並無差異，此與本試驗結果相異。在本試驗中，未交尾雌蛾也能產下未受精卵，表示這些雌蛾雖然因配對雄蛾或本身的問題無法交尾，卻仍有產卵能力，即使交尾 1 次的雌蛾，亦能產下約 400 粒卵，故交尾和未交尾雌蛾的產卵量應存在顯著差異。

表 3. 雌性外米綴蛾與相同雄蛾配對一生的交尾次數對壽命和產卵量之影響

Table 3. Effect of mating times on the longevity and fecundity of the female *Corcyra cephalonica* continuously paired with same male for entire life

Mating times	No. of observed (n)	Distribution rate (%)	Longevity (days) (Mean±SE) <sup>1</sup>	Fecundity (No. of eggs /♀) (Mean±SE) <sup>1</sup>
0	6	11.5	11.7 ± 1.1a	306.7 ± 28.4c
1	8	15.4	9.4 ± 0.8b	393.4 ± 32.6b
2	21	40.4	8.9±0.5b	463.4 ± 13.6a
3	14	26.9	8.4 ± 0.4b	466.6 ± 16.2a
4	3	5.8	8.0 ± 0.6b	478.7 ± 37.7a

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

## 肆、結論

外米綴蛾連續配對時間愈久，交尾次數愈高，但大多數雌蛾只接受 1 至 2 個精胞，當連續配對一生時，無論是每日更新配偶或是維持相同配偶，即使會出現未交尾成蛾，但雌、雄蛾可行多次交尾，交尾次數最多可達 8 次與 6 次。本種交尾大部分發生在較年輕時的日齡，成蛾的交尾能力以 3 日齡前最佳，隨著彼此日齡之增長，交尾能力也漸漸降低。交尾當天即可產下受精卵，有交尾能力的雌蛾，於第 2 日齡時至少完成 1 次交尾並產下受精卵，表示該蛾在短時間內可繁殖後代。雌蛾壽命以未交尾者最長，交尾行為會縮短雌蛾壽命，但已交尾者的壽命不受交尾次數之影響，多次交尾可增加雌蛾的產卵量。

外米綴蛾雖然是重要的倉儲害蟲，許多國家仍致力於監控其族群發生密度，以避免族群大發生，並研發各種防治方法，但就該蛾有極高的交尾能力和繁殖潛力，可在短期間於室內以人工方式大量繁殖，以便採取多量卵粒，作為增殖天敵之用。

## 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。
- 竹內秀治、宮下和喜。1975。ハスモンヨトウの交尾時における精胞授受の経過。日本応用動物昆虫学会誌 19: 41-46。
- 朱耀沂、歐陽盛芝。1989。斜紋夜蛾(*Spodoptera litura* (Fabricius))生物學 I。成蟲羽化

- 時刻及交尾時刻。中華昆蟲 9: 49-57。
- 吳子淦。1992。以基徵草蛉防治柑桔葉蟻之可行性探討。中華昆蟲 12: 81-89。
- 吳子淦。1995。以基徵草蛉及選擇性殺蟻劑綜合防治柑桔潛葉蛾、柑桔葉蟻及柑桔銹蟻。中華昆蟲 15: 113-123。
- 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。
- 陳素瓊、歐陽盛芝。2019。不同配對條件對外米綴蛾 (*Corcyra cephalonica* (Stainton)) 交尾次數的影響。國立臺灣博物館學刊 72: 1-14。
- 彭武康、陳素瓊。1989。穀物種類及一些添加物對外米綴蛾發育與產卵之影響。臺大農學院研究報告 29: 178-185。
- Alam, M. Z. 1965. Insect pests of rice in East Pakistan and their control. Agriculture Information Service, Dacca, 98 pp.
- Alam, M. Z. 1972. Pests of stored grains and other stored products and their control. Agriculture Information Service, Dacca, 61 pp.
- Allotey, J. 1991. Development and fecundity of the rice moth *Corcyra cephalonica* (Pyralidae). Discov. Innovat. 3: 123-126.
- Allotey, J., and R. Kumar. 1985. Competition between *Corcyra cephalonica* (Stainton) and *Ephestia cautella* (Walker) in cocoa beans. Insect Sci. Its Appl. 6: 627-632.
- Ayyar, P. N. K. 1934. A very destructive pest of stored products in South India, *Corcyra cephalonica* Stainton. Bull. Entomol. Res. 25: 155-169.
- Chakravorty, S., and H. C. Das. 1983. Sexual behaviour of the stored grain insect pest *Corcyra cephalonica*. Environ. Ecol. 1: 83-87.
- Cox, P. D., L. A. Crawford, G. Gjestrud, C. H. Bell, and C. R. Bowley. 1981. The influence of temperature and humidity on the life cycle of *Corcyra cephalonica* (Stainton) (Lepidoptera: Pyralidae). Bull. Entomol. Res. 71: 171-181.
- Etman, A. A. M., and G. H. S. Hooper. 1979. Developmental and reproductive biology of *Spodoptera litura* (F.) (Lepidoptera: Noctuidae). J. Aust. Entomol. Soc. 18: 363-372.
- Flander, S. E. 1929. The production and distribution of *Trichogramma*. J. Econ. Entomol. 22: 245-248.
- Manjunath, T. M. 2013. A semi-automatic device for mass production of the rice moth, *Corcyra cephalonica* Stainton (Keouidiotera: 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.
- Puneeth, P., and V. A. Vijayan. 2013. Biocontrol efficacy and viability of *Trichogramma chilonis* on *Corcyra cephalonica* and *Spodoptera litura* under laboratory conditions. *Int. J. Res. Biol. Sci.* 3: 76-79.
- Rao, D. S. 1954. Notes on rice moth, *Corcyra cephalonica* (Stainton). *Indian J. Entomol.* 16: 95-114.
- 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.
- Chakravorty, S., and H. C. Das. 1983. Sexual behaviour of the stored grain insect pest *Corcyra cephalonica*. *Environ. Ecol.* 1: 83-87.
- Cox, P. D., L. A. Crawford, G. Gjestrud, C. H. Bell, and C. R. Bowley. 1981. The influence of temperature and humidity on the life cycle of *Corcyra cephalonica* (Stainton) (Lepidoptera: Pyralidae). *Bull. Entomol. Res.* 71: 171-181.
- Etman, A. A. M., and G. H. S. Hooper. 1979. Developmental and reproductive biology of *Spodoptera litura* (F.) (Lepidoptera: Noctuidae). *J. Aust. Entomol. Soc.* 18: 363-372.
- Flander, S. E. 1929. The production and distribution of *Trichogramma*. *J. Econ. Entomol.* 22: 245-248.
- 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.
- Puneeth, P., and V. A. Vijayan. 2013. Biocontrol efficacy and viability of *Trichogramma chilonis* on *Corcyra cephalonica* and *Spodoptera litura* under laboratory conditions. *Int. J. Res. Biol. Sci.* 3: 76-79.
- Rao, D. S. 1954. Notes on rice moth, *Corcyra cephalonica* (Stainton). *Indian J. Entomol.* 16: 95-114.
- 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.

109年 3月 25日 投稿

109年 4月 29日 接受