

七星瓢蟲對稻麥蚜及玉米蚜的捕食機能反應研究

邱政發¹ 蘇宗宏² ¹行政院農委會苗栗區農業改良場 ²國立中興大學昆蟲學系

摘 要

七星瓢蟲(*Coccinella septempunctata bruckii* Mulsant)其成蟲捕食稻麥蚜功能反應式為： $1/Na=1.0346 \times 1/N+0.002215$ ，最大理 值為 451.7 隻；其 3、4 齡幼蟲和成蟲捕食玉米蚜的功能反應式為： $1/Na=1.3547 \times 1/N+0.002034$ ， $1/Na=0.7803 \times 1/N+0.00243$ 和 $1/Na=0.8964 \times 1/N+0.001697$ ，日最大理 值分別為 491.3、411.7 和 589.8 隻。

關鍵詞：七星瓢蟲、機能反應、稻麥蚜、玉米蚜

前 言

七星瓢蟲(*Coccinella septempunctata bruckii* Mulsant)為稻麥蚜(*Rhopalosiphum padi* Linnaeus)及玉米蚜(*Rhopalosiphum maidis* Fitch)的主要天敵。因其捕食量甚大、產卵量多，是目前已知產卵量最多的瓢蟲，超過 4000 粒，虞(2002)指出其發育快、成蟲存活時間長，在田間防治蚜蟲應用上，可有效抑制蚜蟲的族群密度(Elliott and Kieckhefer, 1990; Obrycki *et al.*, 1990)。在中國利用七星瓢蟲於麥田及十字花科菜田中防治蚜蟲，獲得良好的控制，使蚜蟲危害大幅減輕(劉，1985；郝等，2005)。

七星瓢蟲是世界性種類，分佈於東南、度、紐西蘭、北美、中國大陸(除海南、香港)及台灣等地，其在台灣屬於種 *bruckii* Mulsant，因此種僅分佈於東方(Hiroyuki, 1971)為田間捕食蚜蟲的優勢種天敵。台灣有關七星瓢蟲之研究報告有生活習性、發育及食餌密度(姚及陶，1972；陶，1972；，2000；等，2005)等。本研究為配合生態實驗及建立田間釋放之需，進行該蟲捕食量之機能測定，期 研究所獲得資料能提供農 防治該蟲之依據，並應用推廣於田間，配合政府政策，致力於非農藥防治的生物防治法，以達到無毒農業的境界。

*論文聯繫人
e-mail: beetle@mdais.gov.tw

材料與方法

一、供試蟲源之飼養

七星瓢蟲 (*C. septempunctata bruckii* Mulsant)，係採自苗栗縣大湖鄉之玉米田，在園中以目視方式仔細搜尋，以毛筆採集幼蟲，成蟲則以昆蟲網或徒手捕捉，並將採集的瓢蟲攜回實驗室，幼蟲與成蟲分開飼養，飼以稻麥蚜及玉米蚜，使其生長繁殖，作為供試蟲源。

二、七星瓢蟲捕食稻麥蚜之機能反應

七星瓢蟲在 $65 \pm 5\%$ ，光照 12D：12L， 25°C 之生長箱中，於 $15\text{cm} \times 15\text{cm} \times 25\text{cm}$ 之壓克力圓筒內飼以稻麥蚜 250、300、350 及 400 等 4 處理，每處理 2 重覆。每 24 小時計數捕食蚜量，並更換新的蚜蟲至處理要求的數量，連續觀察 6 天，捕食時間以 24 小時計，處理分別重覆 $2 \times 6 = 12$ 次。此外，亦利用 Holling (1959) 機能反應 (functional response) 圓盤方程式 (disc equation) 測定七星瓢蟲對稻麥蚜的機能反應，其方程式為

$$N_a = \frac{aTrN_0}{1 + aThN_0};$$

N_a = 捕食量 (被捕食之食餌數)

Predatory capacity (no. of preyed on)

a : 發現率 (探索食餌時之成功係數)

Discovery rate (successive coefficient of searching for prey)

N_0 : 食餌密度 (食餌初始密度)

Prey density (initial density of prey)

Tr : (搜尋時間) (可能被捕食時間)

Searching time (time for predation)

Th : 捕食 1 隻獵物所花時間

Time handing (time to prey on one prey)

三、七星瓢蟲捕食玉米蚜之功能反應

七星瓢蟲 3、4 齡幼蟲和成蟲均由室內繁殖。供作試驗七星瓢蟲 3 齡幼蟲蚜蟲密度設定 90、120、150、180 和 210 等 4 處理，4 齡幼蟲食餌設定 100、130、160、190 和 240 隻 5 處理；成蟲則為 130、160、190、220 和 280 隻 5 處理，每處理 4 重覆，每筒引入七星瓢蟲 1 隻，24 小時後觀察各筒內剩餘的蚜量。

結 果

一、七星瓢蟲捕食稻麥蚜之機能反應

在密度 250~400 隻範圍內，1 隻七星瓢蟲 24 小時的食蚜量見表一。進行各蚜蟲密度 (250 與 300 隻、300 與 350 隻、350 與 400 隻) 平均食蚜量 (d) 的 t 值檢驗， d 分別為 22.7、16.5 和 11.1； sd 分別為 7.45、4.52 和 4.32； t 值分別為 $3.042 > t$ 、 $3.66 > t$ 和 $2.568 > t$ (自由度 = 11)；概率 p 分別為 < 0.05 、 < 0.01 和 < 0.001 ，差異顯著或極顯著。在 250~400 隻蚜蟲密度範圍內，1 隻七星瓢蟲成蟲的總體平均食蚜量為： $(115.6/250 + 178.3/300 + 194.8/350 + 205.9/400) \div (1/250 + 1/300 + 1/350 + 1/400) = 167.7$ 隻。七星瓢蟲成蟲捕食稻麥蚜隨著密度的增大，捕食量也逐漸增加。根據表一和 Holling 的圓盤方程式，測定其功能反應式如下： $1/N_a = 1/a \times 1/N + Th$ ， $n = 4$
 $1/N_a = 1.0346 \times 1/N + 0.002215$ ， $(r = 0.9902)$

表一 七星瓢蟲成蟲在不同稻麥蚜密度下的平均捕食量

Table 1. Number of consumption of *Coccinella septempunctata bruckii* adult in different *Rhopalosiphum padi* prey density

Prey density (N)	Predatory capacity (No. per day)	σ_{n-1}	C.V.	Prey density (N) 1/N	Mean of predatory capacity (Na) 1/Na
250	155.6 ± 3.0	10.5	6.75	0.0040	0.0064
300	178.3 ± 3.7	12.9	7.23	0.0033	0.0056
350	194.8 ± 4.3	14.8	7.56	0.0029	0.0051
400	205.9 ± 4.1	14.0	6.80	0.0025	0.0049

表二 七星瓢蟲 3 齡幼蟲、4 齡幼蟲及成蟲在不同玉米蚜密度下的食蚜量

Table 2. Numbers of predatory killed by an 3rd-4th instar of *Coccinella septempunctata bruckii* in different *Rhopalosiphum maidis* prey density

Stage of instar	Prey density (N)	1/N	Mean of predatory capacity (Na)	1/Na
3 th instar	90	0.001111	52.4	0.01908
	120	0.00333	65.4	0.01518
	150	0.00667	74.0	0.01350
	180	0.00556	100.1	0.01000
	210	0.00476	102.3	0.00978
4 th instar	100	0.01000	102.0	0.00980
	130	0.00769	117.2	0.00853
	160	0.00625	139.7	0.00716
	190	0.00526	152.5	0.00656
	240	0.00417	174.0	0.00575
Adult	130	0.00769	111.8	0.00895
	160	0.00625	128.6	0.00778
	190	0.00526	151.5	0.00660
	220	0.00455	160.9	0.00622
	280	0.00387	196.1	0.00510

七星瓢蟲成蟲的機能係數(即瞬間攻擊率) $a=1/1.0346=0.96666$ ；處理時間(即捕食 1 隻蚜蟲的時間) $T_h=0.00221$ 天，即 191.4 秒，最大捕食量(即蚜蟲密度無限大時 24 小時的捕食量) $N_a=1/0.002215=451.7$ 隻。以上結果顯示，七星瓢蟲成蟲捕食稻麥蚜的潛力是很大的。

二、七星瓢蟲捕食玉米蚜的機能反應

七星瓢蟲在不同玉米蚜密度下，24 小時的食蚜量見表二。根據 Holling 圓盤方程式，測定其機能反應如下：

3 齡幼蟲： $1/N_a=1.3547 \times 1/N+0.002034$ ， $r=0.9877$ ；機能係數 $a=1/1.3547=0.7382$ ，處理時間 $T_h=0.002034$ 天，即 175.7 秒，日最大捕食量 $N_a=1/0.002034=491.3$ 隻。4 齡幼蟲： $1/N_a=0.7803 \times 1/N+0.002430$ ， $r=0.9956$ ，機能係數 $a=1/0.7803=1.2816$ ；處理時間 $T_h=0.00243$ 天，即 209.9 秒，日最大捕食量 $N_a=1/0.00243=411.7$ 隻。成蟲： $1/N_a=0.8964 \times 1/N+0.001697$ ， $r=0.9969$ ，機能係數 $a=1/0.8964=1.1156$ ，處理時間 $T_h=0.001697$ 天，即 146.6 秒，日最大捕食量 $N_a=1/0.001697=589.8$ 隻。以上結果顯示七星瓢蟲 3、4 齡幼蟲及成蟲對玉米蚜具有較大的捕食潛能。

討 論

本試驗對七星瓢蟲捕食稻麥蚜及玉米蚜進行初步研究，結果顯示其機能反應屬 Holling II 型反應，故可用 Holling

圓盤方程式來分析七星瓢蟲對稻麥蚜及玉米蚜的捕食效應。七星瓢蟲捕食量隨蟲齡的增大而增加，其發現率和最大捕食量也增大，平均處理時間減少。

影響七星瓢蟲捕食蚜蟲量的因素除蚜蟲族群密度外，瓢蟲的饑餓程度，對蚜蟲的嗜食情況等均會左右機能反應的係數(牟等，1987)。天敵的機能反應是判定天敵對害蟲控制效能的一項基礎研究，也是了解天敵-獵物種群數量變動的重要數據。因此天敵對害蟲的攻擊係數與處理時間之比，是衡量天敵作用的參數之一， a/T_h 值越大，對害蟲的控制能力越強(牟等，1997)。七星瓢蟲是一種很好開發利用的天敵昆蟲，若能合理應用，可在害蟲綜合防治中發揮重要的作用。

誌 謝

本文承臺灣大學昆蟲學系許洞慶教授在瓢蟲及蚜蟲上的鑑定，完稿後本場章秘書加寶博士的斧正，謹此一併誌謝

引用文獻

- 牟吉元、李照會、徐洪富。1987。七星瓢蟲捕食麥長管蚜功能反應研究。上海科學科技出版社。
- 牟吉元、徐洪富、李火苟。1997。昆蟲生態與農業害蟲預測預報。中國農業科技出版社。
- 邱政發。2000。溫度對七星瓢蟲發育之影響及其對稻麥蚜之捕食量。國立中興大學碩士論文。
- 郝丹青、郝丹東。2005。七星瓢蟲對桃

- 蚜捕食功能反應研究。農業科學研究。26(2)：18-20。
- 姚善錦、陶家駒。1972。蚜蟲之天敵。臺灣省立博物館科學年刊 16：25-77。
- 陶家駒。1972。十字花科蔬菜蚜蟲綜合防治報告。臺灣農業季刊 8(4)：140-153。
- 虞國躍。2002。瓢蟲.瓢蟲。六景彩 實業有限公司。
- 劉樹生。1985。蚜蟲的生物防治。生物防治通報 1(3)：37-40。
- 盧秀琴、童麗珠、林金盾。2005。七星瓢蟲的小眼視細胞桿小體變形法定位。40(2)：76-82。
- Elliott, N. C., and R. W. Kieckhefer.** 1990. Dynamic of aphidophagous coccinellid assemblages in small grain field in eastern South Dakota. Environ. Entomol. 19:1320-1329.
- Hiroyuki, S. A.** 1971. Coccinellidae Fauna Japonica. Academic Press of Japan, Tokyo. 340pp.
- Holling, C. S.** 1959. Some characteristics of simple type of predation and parasitism. Can. Entomol. 91:385-395.
- Obrycki, J. J., and C. J. Orr.** 1990. Suitability of three prey species For Nearctic populations of *Coccinella septempunctata*, *Hippodamia variegata* and *Propylea quatuordecimpunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) J. Econ. Entomol. 83: 1292-1297.

收件日期：2010年06月01日

接受日期：2010年11月21日

Study on the Functional Response of *Coccinella septempunctata bruckii* Mulsant to *Rhopalosiphum padi* Linnaeus and *Rhopalosiphum maidis* Fitch

Jen - Fa Chiu^{1*} and Tsong-Hong Su²

¹Miaoli District Agricultural Research and Extension Station, Council of Agriculture, Executive Yuan, Miaoli, Taiwan, R. O. C.

²Department of Entomology, National Chung Hsing University, 250, Kuo Kuang Rd., Taichung 402, Taiwan R. O. C.

ABSTRACT

The functional response equation that the adult ladybirds preyed on *Rhopalosiphum padi* Linnaeus was $1/N_a = 1.0346 \times 1/N + 0.002115$, and the daily maximum amount of the aphids fed theoretically by the ladybirds was 451.5 aphids. The functional response equation that the third, fourth instar and adult ladybirds preyed on *Rhopalosiphum maidis* Fitch were $1/N_a = 1.3547 \times 1/N + 0.002034$, $1/N_a = 0.7803 \times 1/N + 0.002430$ and $1/N = 0.8964 \times 1/N + 0.001697$, respectively, and the daily maximum amounts of the aphids fed theoretically were 491.3, 411.7 and 589.8 aphids, respectively.

Key words: *Coccinella septempunctata bruckii*, functional response, *Rhopalosiphum padi*, *Rhopalosiphum maidis*.

*Corresponding author, e-mail: jsliaw@mdais.gov.tw