



甘藷龜金花蟲 (*Cassida circumdata* Herbst) (鞘翅目：金花蟲科) 在甘藷上之生活史及其族群表現

魏紹華、林明瑩*

國立嘉義大學植物醫學系 60004 嘉義市學府路 300 號

* 通訊作者 email: mylin@mail.ncyu.edu.tw

收件日期：2020 年 1 月 21 日 接受日期：2020 年 5 月 4 日 線上刊登日期：2020 年 5 月 29 日

摘 要

甘藷龜金花蟲主要危害甘藷、空心菜等旋花科作物，為葉用甘藷上常見食葉害蟲。本試驗以葉用甘藷進行飼育，於 27°C、相對濕度 80%、光週期 12:12 (L:D) 之條件下進行此蟲生活史的觀察。此蟲之卵期 4.40 日，幼蟲具 5 齡，發育期分別為 2.39、2.02、2.02、2.20 及 3.70 日，蛹期為 5.19 日。雌、雄成蟲的壽命分別為 75.47 與 74.53 日，平均每隻雌蟲一生可產 752.35 粒卵。其穩定年齡分布之出生率為 14%，而存活率 99%，其分布分別為卵 43.48%、幼蟲 46.14%、蛹 5.77%、雄成蟲 2.17%、雌成蟲 2.44%。以兩性生命表進行分析，內在增殖率 (r) 為 0.1228 day^{-1} 、淨繁殖率 (R_0) 為 255.8 粒卵/雌蟲、平均世代時間 (GT) 為 45.17 日、終極增殖率 (λ) 為 1.1306 day^{-1} 。本研究針對甘藷龜金花蟲基礎生態及族群表現之探討，有助於日後在應用研究及防治管理上之參考。

關鍵詞：甘藷龜金花蟲、葉用甘藷、生活史、族群介量。

前 言

甘藷 (*Ipomoea batatas* (L.)) 屬於旋花科作物，俗稱番薯、地瓜，為全世界重要糧食作物之一，其塊根為我國重要之糧食，莖葉亦可作為蔬菜食用，據 2018 年農業統計年報，甘藷之種植面積為 9,784 公頃，年產量 236,266 公噸 (COA, 2018)。其地上部莖葉之生長與發育快速，且對風雨之抗性強，因此，葉用甘藷容易在短時間內迅速恢復生長，於夏季蔬菜供應不足時能快速解決市場之需求。於臺灣多處蔬菜產區均有種植，主要以雲林縣西螺鎮及嘉義縣新港鄉之種植面積較廣且集中，葉用甘藷目前多以台農 71 號及桃園 2 號為主要種植品種 (Hsing *et al.*, 2000; Lai *et al.*, 2000)，因其生命力旺盛且種植

容易，通常採露天種植，較少網室設施栽培。

在甘藷上咀嚼式口器之食葉性害蟲，以鞘翅目之金花蟲類以及鱗翅目為主，鱗翅目的害蟲有斜紋夜蛾 (*Spodoptera litura* (Fabricius))、鳥羽蛾 (*Ochyrotica concurs* (Walsingham))、白鳥羽蛾 (*Alucita niveodactyla* (Pagenstecher))、蝦殼天蛾 (*Agrius convolvuli* (Linnaeus))、甘藷捲葉蛾 (*Brachmia macroscopa* (Herrich-Schäffer)) 等 (Chen, 1995)。其中金花蟲類主要有甘藷龜金花蟲、大黑星龜金花蟲 (*Aspidomorpha miliaris* (Fabricius))、金盾圓龜金花蟲 (*A. furcata* (Thunberg)) 及黑紋龜金花蟲 (*Lacoptera nepalensis* (Boheman)) 等，均會對旋花科作物之葉片造成危害 (Shih *et al.*, 2002; Lee and Cheng, 2007; Tsai *et al.*, 2012;

Cheng *et al.*, 2015)。

甘藷龜金花蟲，為鞘翅目、金花蟲科，又稱為縱條姬斗笠金花蟲或綠龜金花蟲。此蟲主要分布於印度、斯里蘭卡、尼泊爾、泰國、越南、寮國、馬來西亞、印尼、菲律賓、臺灣、日本、中國大陸南部省份 (Patel and Patel, 1972; Waterhouse, 1997; Shih *et al.*, 2002; Liu and Hsiao, 2005)。主要為害甘藷、空心菜、牽牛花等旋花科植物 (Sultan *et al.*, 2008)。此蟲主要分布於平原地區至低海拔山區，幼蟲及成蟲均以咀嚼式口器啃食旋花科植物葉片 (Ghate *et al.*, 2003)，初齡幼蟲偏好取食下位葉，而僅啃食葉片之表層造成孔洞呈現薄膜狀食痕，危害嚴重時孔洞佈滿全株葉片。在種植葉用甘藷之田區，常見成蟲群聚於葉面上覓食、交尾，為甘藷葉片上危害嚴重的害蟲之一 (Bhatia *et al.*, 2007)。國內曾針對此蟲進行研究，將此蟲不同齡期之生育階段進行體型大小量測，及形態描述，並於 25°C 下以桃園 2 號之葉用甘藷進行生活史探討，幼蟲具 5 齡，其幼蟲期為 15.27 日，前蛹及蛹期分別為 2.01 日與 5.77 日，而雌、雄成蟲之壽命分別可達 143.6 與 161.6 日，產卵量為 680 粒卵/雌蟲 (Liu and Hsiao, 2005)。

甘藷龜金花蟲在國內葉用甘藷上為常見的食葉性害蟲，現今僅 Liu and Hsiao (2005) 曾對其形態進行描述及生活史進行初步探討，對於此蟲之族群表現尚未明瞭。因此，本研究於室內定溫之條件，進行甘藷龜金花蟲在葉用甘藷上之生活史試驗，並進一步分析，期建立此蟲完整基礎生態與族群介量之相關資料，供相關人員日後研究之參考。

材料與方法

一、供試蟲源及植物

甘藷龜金花蟲於 2018 年 3 月間自嘉義縣新港鄉之葉用甘藷田 (23°33'32.0"N 120°21'25.1"E) 採集，共採集約 50 隻左右之成蟲，帶回實驗室置於飼育容器 (22 × 15 × 5 cm³) 中，任其自然繁殖，作為試驗之族群。飼育容器內放入葉用甘藷之葉片供其取食及產卵，並以吸濕逆滲透水之棉花包覆甘藷葉之葉柄基部。

供試植物亦採集自嘉義縣新港鄉，葉用甘藷之品種為台農 71 號。以扦插其藤蔓的方式進行種植，將葉用甘藷之末端之莖切為長約 3 cm 左右，僅留下頂端葉片，以直徑約 30 cm 之盆栽進行扦插繁殖，並置於室外環境下進行種植，其生長之葉片，即為供

試植物。

二、生活史觀察

自供試蟲源中取出 20 對成蟲，置於飼育容器中，容器內放入葉用甘藷之葉片供其產卵，並以吸濕逆滲透水之棉花包覆葉柄基部，在 24 h 後將成蟲移至另一飼育容器。

以產於飼育容器內甘藷葉上之卵粒進行生活史試驗，並逐日於顯微鏡下鏡檢卵粒，於卵孵化當日以細小楷毛筆，將初齡幼蟲挑至置有大小約 3 × 3 cm² 甘藷葉片，其底部墊有吸飽水化妝棉的塑膠培養皿 (直徑 9 cm) 中，以浮葉方式進行單隻飼育，每日定時觀察其生長發育，並進行葉片之更新，以避免因葉片黃化或取食殆盡而導致食物缺乏，並記錄各齡期發育及蛻皮直至羽化。

鏡檢甫羽化成蟲其腹部之卵巢，以利進行雌雄配對，成對飼育於浮葉之培養皿中，逐日進行配對成蟲浮葉之更新，並記錄雌雄蟲之壽命、雌成蟲之產卵量，直至雌雄蟲死亡。成蟲配對試驗期間如遇成蟲死亡，則自供試蟲源補充與死亡個體同性別之成蟲，以符合自然界之狀態，但補充之蟲體則不列入壽命及產卵量之記錄。

生活史試驗之供試條件為：27 ± 0.5°C、RH 80 ± 5%、光週期 12 L:12 D。試驗共計觀察 50 粒卵所發育之個體。

三、生命表分析與統計分析

將 27°C 下飼育甘藷龜金花蟲所得之每隻個體，每日生長發育的原始資料，主要以年齡齡別 (age-stage) 之兩性生命表的理論基礎進行分析 (Chi and Liu, 1985; Chi, 1988)。依 Chi (2019) 之軟體程式進行兩性生命表運算，包括了甘藷龜金花蟲的每個階段平均發育時間、雌成蟲及雄成蟲的壽命、成蟲產卵前期 (adult preoviposition period of female adult, APOP)、全期產卵前期 (total preoviposition period of female counted from birth, TPOP)、以及雌成蟲的產卵量進行運算。成蟲產卵前期之計算基準為成蟲的階段，全期產卵前期則將全部的成蟲前期列入。年齡齡別存活率 (age-stage specific survival rate, s_{xj})、年齡齡別繁殖率 (age-stage specific fecundity, f_{xj})、齡別存活率 (age-specific survival rate, l_x) 與齡別繁殖率 (age-specific fecundity, m_x) 均由全部族群試驗資料中，每一個體逐日的存活率與繁殖率進行運算求得。年齡齡別存活率 (s_{xj}) 是試驗族群之個體會存活

表一 27°C 下甘藷龜金花蟲各蟲期在葉用甘藷上的發育時間

Table 1. Developmental time of the immature stage of *Cassida circumdata* on sweet potato leaves at a temperature of 27°C

Sex	Developmental time (days)													
	Egg		Larval stage (instar)										N	Pupa
	N	Mean (SD)	N	1 st	N	2 nd	N	3 rd	N	4 th	N	5 th		
All	50	4.40 (0.49)	49	2.39 (0.49)	49	2.02 (0.32)	47	2.02 (0.57)	46	2.20 (0.58)	46	3.70 (0.66)	32	5.19 (0.69)
Female	17	4.41 (0.51)	17	2.53 (0.51)	17	2.00 (0.35)	17	2.00 (0.61)	17	2.29 (0.59)	17	3.65 (0.79)	17	5.06 (0.43)
Male	15	4.27 (0.46)	15	2.33 (0.49)	15	2.13 (0.35)	15	2.00 (0.53)	15	2.13 (0.52)	15	3.60 (0.63)	15	5.33 (0.90)
<i>F</i> *		0.71		1.21		1.14		0.00		0.67		0.03		1.26
<i>df</i>		1, 30		1, 30		1, 30		1, 30		1, 30		1, 30		1, 30
<i>p</i>		0.4049		0.2792		0.2945		1.0000		0.4205		0.8545		0.2702

* : Analysis of variance of the developmental time of male and female *Cassida circumdata* in the same stage.

到年齡 x 齡別 j 的機率；而齡別存活率 (l_x) 則是新生個體存活到年齡 x 的機率，其計算式為 $l_x = \sum_{j=1}^m s_{xj}$ ， m 是齡別的數量；年齡別繁殖率 (f_{xj}) 是每一個體在年齡 x 齡別 j 時所產下的卵粒數；齡別繁殖率 (m_x) 是計算來自族群中每一個體，每日的存活及繁殖，其公式為 $m_x = [\sum_{j=1}^m s_{xj} f_{xj}] / \sum_{j=1}^m s_{xj}$ 。族群介量的估算計有內在增殖率 (Intrinsic rate of increase, r)，依 $\sum_{x=0}^{\infty} e^{-r(x+1)} l_x m_x = 1$ 公式求得，其 x 是從 0 開始 (Goodman, 1982)，時間單位為日；終極增殖率 (Finite rate of increase, λ)，計算式為 $\lambda = e^r$ ；淨繁殖率 (Net reproductive rate, R_0) 的計算公式為 $R_0 = \sum_{x=0}^{\infty} l_x m_x$ ；總繁殖率 (Gross reproductive rate, GRR) 的計算式為 $GRR = \sum m_x$ 。平均世代時間 (Mean generation time, GT)，其定義為族群數量在達到穩定年齡齡別分布及穩定增殖率 (r and λ) 條件下，其族群增殖至 R_0 倍所需的時間，換言之，意即 $\lambda^{GT} = R_0$ 或是 $e^{rGT} = R_0$ ，而平均世代時間 (GT) 計算式為 $GT = \ln R_0 / r$ 。以年齡齡別為基礎的兩性生命表，個體在 x 年齡 y 齡別的期望壽命 (e_{xy}) 之計算公式如下 $e_{xy} = \sum_{i=x}^n \sum_{j=y}^m s'_{ij}$ ，公式中的 n 是年齡的族群數量， s'_{ij} 是個體在 x 年齡 y 齡別分別可以存活到 i 年齡 j 齡別的機率，是以 $s'_{ij} = 1$ 的前提假設進行運算 (Chi, 1988; Chi and Su, 2006)。而族群介量之標準誤差以 bootstrap 方式進行計算，並將分析所得之結果製成表與圖 (Jha et al., 2012)。

另外，將雌雄蟲之卵期、幼蟲不同齡期、蛹期之發育日數及成蟲壽命之數據進行變方分析 (PROC GLM)，比較不同性別間相同階段之發育時間與壽命

是否具顯著差異 (SAS, 2018)。

結 果

甘藷龜金花蟲之生活史

在 27°C 下，平均卵期為 4.40 日，幼蟲具 5 個齡期，不同齡期發育所需時間稍有不同，依序為 2.39、2.02、2.02、2.20 及 3.70 日，雌、雄蟲成均以第五齡的發育時間較長，分別需時 3.65 及 3.60 日。蛹期為 5.19 日，其發育時間較卵期及幼蟲期為長 (表一)。

甘藷龜金花蟲成蟲計有 15 隻順利羽化為雄蟲，而雌蟲則為 17 隻，平均壽命分別為 74.53 日與 75.47 日，雄蟲最長可達 133 日，雌蟲為 113 日。繁殖部分，每隻雌蟲一生平均可產下 752.35 粒卵，最多可達 1,224 粒卵，雌成蟲產卵前期為 6.35 日，最短僅需 3 日，最長則需 9 日，自出生至產卵需時 28.29 日，最短僅需 23 日，最長則需 33 日。產卵期為 64.65 日，平均每隻雌蟲於產卵期每日可產下 11.64 粒的卵 (表二)。

穩定年齡齡別分布及存活率

在 27°C 的條件下，穩定年齡分布之出生率為 14%，而存活率為 99%，其穩定之年齡分布，卵占 43.48%、幼蟲 46.14%、蛹 5.77%、雄成蟲 2.17%、而雌成蟲則為 2.44% (表三)。穩定之族群主要以卵及幼蟲為主，成蟲僅佔族群小部分比例。試驗期間甘藷龜金花蟲族群約 60% 可順利羽化為成蟲。卵於第 4 日開始孵化，並於隔日全數孵化為幼蟲，接著於第

表二 甘藷龜金花蟲於 27°C 下之成蟲壽命及產卵介量

Table 2. Longevity and oviposition parameters of *Cassida circumdata* at a temperature of 27°C

Longevity (days)		Parameters of fecundity				
Mean (SE)		Mean (SE)				
Min. - Max.		Min. - Max.				
Male	Female	Fecundity (egg/female)	Oviposition period (days)	APOP ¹⁾ (days)	TPOP ²⁾ (days)	Daily fecundity (eggs/female/day)
74.53 (6.53)	75.47 (5.45)	752.35 (71.22)	64.65 (5.43)	6.35 (0.43)	28.29 (0.67)	11.64 (0.23)
39-133	34-113	348-1224	26-104	3-9	23-33	6.51-14.66

¹⁾APOP: Adult preoviposition period of female adults.

²⁾TPOP: Total preoviposition period of female *Cassida circumdata*, counted from birth.

表三 27°C 下甘藷龜金花蟲於穩定年齡分布下之出生率、存活率及穩定年齡分布

Table 3. Stable stage distribution, birth rate, and survival rate of *Cassida circumdata* at a temperature of 27°C

Stable stage distribution (%)					Birth rate (%)	Survival rate (%)
Egg	Larva	Pupa	Male	Female		
43.48	46.14	5.77	2.17	2.44	0.14	0.99

表四 27°C 下甘藷龜金花蟲於葉用甘藷上之族群介量

Table 4. Population parameters of *Cassida circumdata* reared on sweet potato leaves at a temperature of 27°C

Population parameters			
Intrinsic rate of increase r (1/day)	Net reproduction Rate R_0 (eggs/female)	Mean generation time GT (day)	Finite rate of increase λ (1/day)
(SEM)	(SEM)	(SEM)	(SEM)
0.1228 (0.0062)	255.8 (55.7)	45.17 (1.03)	1.1306 (0.0070)

14 日開始陸續化蛹，於第 20 日開始有成蟲的個體出現，於第 25 日全數羽化為成蟲（圖一）。

族群介量及期望壽命

甘藷龜金花蟲的存活曲線，呈現緩慢的下降，於第 20 至第 25 日齡間存活率急速下降，第 25~55 日齡存活率仍維持約 60%，此期間為成蟲初期；之後進入成蟲中後期階段則呈現穩定緩慢下降之趨勢（圖二）。於第 23 日齡開始繁殖，並於第 40 日齡達繁殖高峰，整體而言，其齡別繁殖值 ($l_x m_x$) 隨成蟲存活率呈現緩慢下降。在不考慮存活率之情況下，單以齡別繁殖率 (m_x) 而言，在族群末期大約第 132 日齡出現第三個繁殖高峰（圖二）。

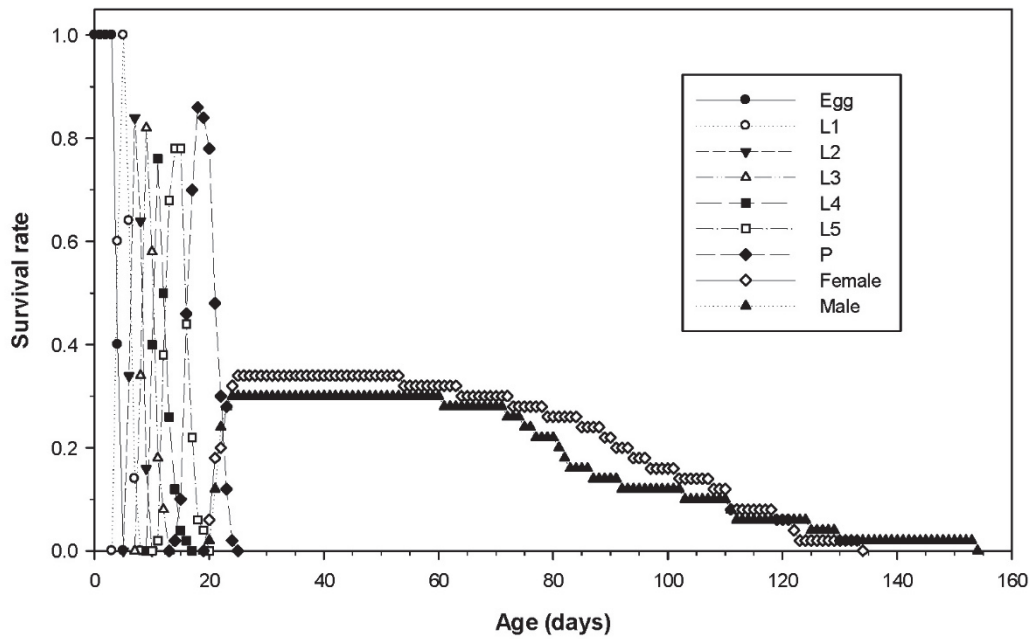
以兩性生命表進行族群介量分析，甘藷龜金花蟲於 27°C 以葉用甘藷飼育，其內在增殖率 (r) 為 0.1228 day⁻¹、淨繁殖率 (R_0) 為 255.8 eggs/

female、平均世代時間 (GT) 為 45.17 日、而終極增殖率 (λ) 為 1.1306 day⁻¹ (表三)。

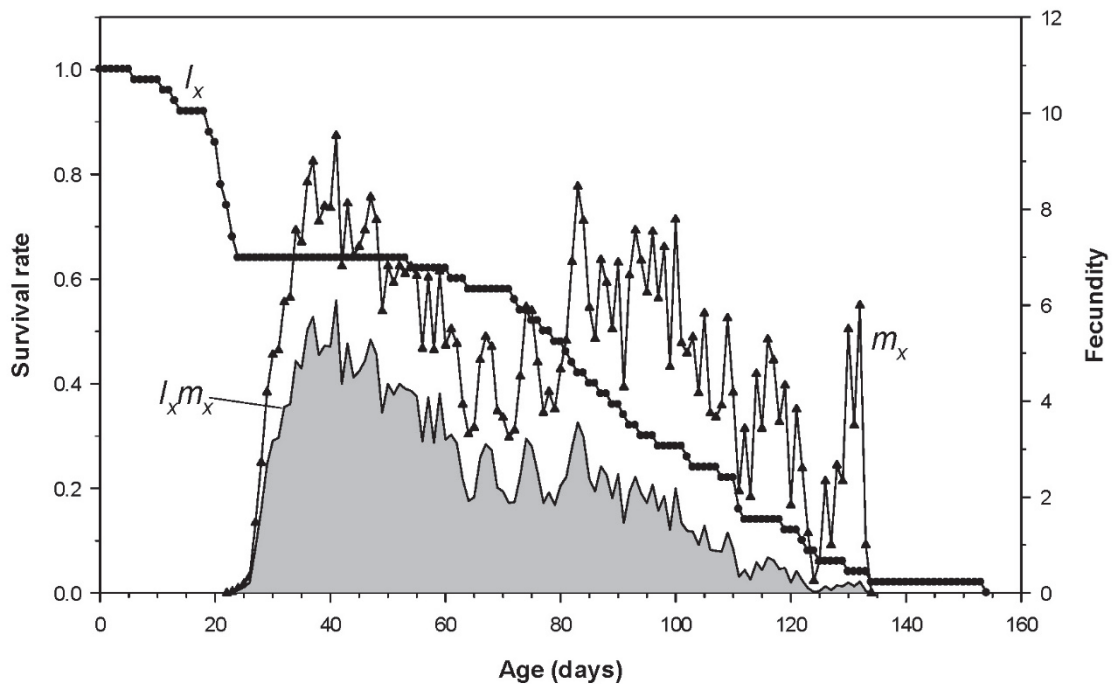
甘藷龜金花蟲於 27°C 以葉用甘藷飼育，其齡期齡別期望壽命如圖三所示，幼期階段期望壽命較低，而曲線於約第 20 日齡時達到高峰，此時為成蟲初羽化階段，之後隨成蟲壽命長短不同，期望壽命開始逐漸下降。整體而言，初期之期望壽命雌蟲稍高於雄蟲，至大約第 80 日齡以後，雄蟲反而高於雌蟲。

討論

甘藷龜金花蟲在本研究 27°C 下，其卵期為 4.4 日，而 1 齡至 5 齡幼蟲之發育期分別介於 2.02~3.70 日之間，蛹期為 5.19 日。Liu and Hsiao (2005) 於定溫 25°C 下，以葉用甘藷進行飼育，其卵期則為 5.65 日，1 齡至 5 齡幼蟲之發育時間分別為 2.86、



圖一 甘藷龜金花蟲於 27°C 下之年齡別存活率。
Fig. 1. Age-stage specific survival rate of *Cassida circumdata* at 27°C.

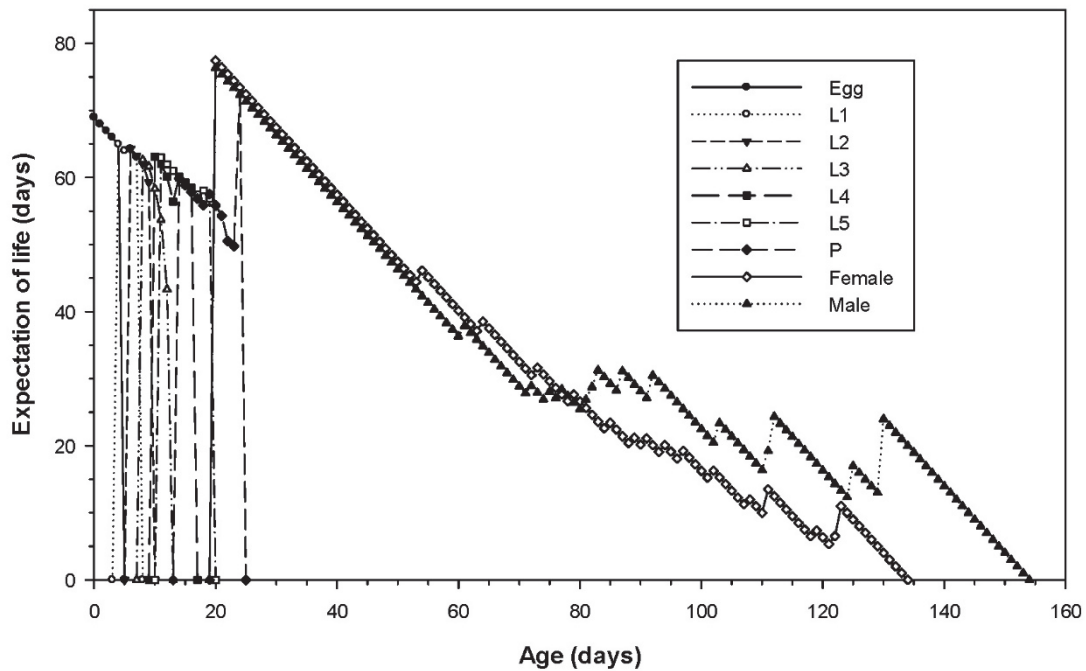


圖二 甘藷龜金花蟲於 27°C 下之年齡別存活率 (l_x)、年齡別繁殖率 (m_x) 及年齡別繁殖值 ($l_x m_x$)。
Fig. 2. Age-specific survival rate (l_x), fecundity (m_x) and reproduction value ($l_x m_x$) of *Cassida circumdata* at a temperature of 27°C.

2.63、2.65、2.92 及 4.21 日，蛹期為 5.77 日。本試驗所有生長發育之階段均稍短於 Liu and Hsiao (2005) 之結果，應是供試溫度稍高之試驗條件所致。在甘藷龜金花蟲幼期之生長發育階段，以蛹發育所需之時間明顯較卵、幼蟲為長。我們亦將試驗結果中，雌、雄蟲之發育期進行統計分析，其雌、雄蟲之

發育期間均未具顯著之差異。

本試驗的雌、雄成蟲壽命平均為 75.47 及 74.53 日，然 Liu and Hsiao (2005) 在 25°C 下，雌、雄成蟲平均壽命分別為 143.6 及 161.6 日，較本研究結果為長，因供試溫度以及葉用甘藷品種稍有不同，在壽命的長短上亦產生些許不同。但綜觀之，甘藷龜



圖三 甘藷龜金花蟲於 27°C 下之年齡別期望壽命。

Fig. 3. Age-stage specific life expectancy of *Cassida circumdata* at 27°C.

金花蟲在 25~27°C 的條件下，其成蟲壽命可超過 2 個月。

由試驗觀察得知，此蟲具多次交尾之特性，另未交尾之雌蟲產下之未受精卵，其外層未具卵鞘保護。在繁殖方面，此蟲在定溫 27°C 下，產卵前期為 6.35 日，每隻雌蟲平均可產約 750 粒卵，繁殖力相當高，較 25°C 下，雌蟲平均可產 680 粒卵 (Liu and Hsiao, 2005)，相對較高些。每隻雌成蟲的產卵量，存在著明顯的個體差異性，產卵量最低僅 348 粒卵/雌成蟲，最高則達 1,224 粒卵/雌成蟲，此成蟲的產卵期平均可達 2 個月，平均每日的產卵量超過 10 粒，就食葉性的害蟲而言，如此壽命長且繁殖力高的害蟲，對種植作物造成之持續性的危害，實不可輕忽。

此蟲之齡別存活率在第 24~60 日齡之間相當穩定，顯見在甫進入成蟲初期之階段，成蟲可以有很低的死亡率，與齡別繁殖率的資訊相對應，也是整體繁殖較高的時期 (圖二)，意即此蟲在進入成蟲期之初期可以穩定存活，且順利進行族群大量的繁衍。另外，族群在第 80 日齡以後，成蟲逐漸死亡，存活曲線緩慢下降，但在第 81~105 日齡間其齡別繁殖率仍有明顯的高峰期，甚至在第 130 日齡已接近族群存活率很低的後期，仍有一個繁殖的小高峰。此產卵現象呈現出此蟲的特性，在雌成蟲存活期間，會有間歇隔日產卵的情形，但在雌成蟲存活期間，並不會因

壽命即將結束，其日產卵量會逐漸降低，實為此蟲在防治管理上需掌握的重要資訊。

期望壽命在族群介量分析中，主要是呈現害蟲族群在不同年齡別時之預期存活時間。甘藷龜金花蟲在蛹期以前，期望壽命均於 60 日左右，且隨著齡期增加，稍縮短其期望壽命。甫進入成蟲後，此蟲之期望壽命明顯變長，可達近 80 日。此資訊呈現甘藷龜金花蟲在進入成蟲後，成蟲可呈穩定的狀況，相較於幼蟲期，可以有較高存活率及較長的壽命。由試驗結果及分析所示，甘藷龜金花蟲之成蟲期長，且期望壽命亦相當長，此族群特性為面對此蟲時應清楚掌握，以利後續之防治管理之因應。

本研究為首篇針對甘藷龜金花蟲進行族群表現分析，此蟲在恆定的溫度 (27°C) 及充足食物的條件下之族群介量分別為內在增殖率 0.1228 day^{-1} ，終極增殖率為 1.1306 day^{-1} ，族群增長的速度是快速的。若以此蟲終極增殖率的條件進行估算 ($N_t = N_0 \lambda^t$)，當族群起始蟲數為 10 隻時，在未受其他生物或非生物因子的左右且食物充足條件下，在第 30 日族群將達到近 400 隻的數量，可增加近 40 倍之多，實應謹慎注意此蟲的密度。在甘藷上另一種常見的食葉性的大黑星龜金花蟲，其內在增殖率僅 0.070 day^{-1} (Nakamura *et al.*, 1989)，甘藷龜金花蟲的表現，明顯高出許多。甘藷龜金花蟲應是甘藷葉上首要需要注意其族群發生的重要金花蟲，相對亦是具較

強繁殖能力的金花蟲。

甘藷龜金花蟲是食葉性的害蟲，而葉用甘藷是著重在葉片品質及完整性的蔬菜，稍有缺口或取食的痕跡，即明顯影響蔬菜的品質。以穩定齡期齡別分布的分析結果來看，此蟲具取食能力的幼蟲與成蟲占了近 50%，意即在葉用甘藷田間存在的族群數量，有近半數蟲體是具有取食葉片影響末端品質的能力。在葉用甘藷的栽培管理上，甘藷龜金花蟲的族群出現，是極易影響到此蔬菜的品質。且甘藷龜金花蟲的成蟲壽命長，在 27°C 下平均壽命可超過 70 日，產卵期超過 60 日，其平均每隻雌蟲的產卵量可高達 750 粒卵。如此豐產且壽命長的害蟲，倘順利於甘藷園中有穩定的族群，造成的為害勢必是持續，產生的經濟損失亦會是明顯的。

旋花科作物為此蟲主要之寄主植物，如牽牛花之雜草在蔬菜產區附近是常見的植物，因此除在甘藷田內存在外，旋花科亦是必需注意管理的棲息場所。再者由於葉用甘藷之栽培管理與採收之作業，主要均以割取藤蔓末端之莖葉為販售之部位，採收後園內仍會留有許多較老之藤蔓供新梢再次的生長。此栽培作業與採收塊根甘藷之管理迥異，終年栽培之葉用甘藷田可提供寄主。此蟲在非經濟作物之寄主上的生活史特性，以及葉用甘藷田間全年之族群變動，均是日後有待進一步探討的課題。

現今在葉用甘藷上，我國亦有登記防治用藥可供防治管理，殺蟲劑對此蟲之防治效果如何？以及是否有非農藥的防治資材可供運用在此蟲的管理上，都是值得進一步試驗研究來掌握的方向。本研究已初步完成甘藷龜金花蟲單一溫度之生活史及族群介量，初步掌握在葉用甘藷上的基礎生態資訊，提供了後續在應用研究及防治管理上之重要參考資訊。

引用文獻

- Bhatia S, Mehmood I, Singh, M.** 2007. Insects associated with *Ipomea carnea* Jacq (Convolvulaceae) in Jammu and their potential for its biological control. *J Crop Weed* 3: 56-58.
- Chen WS.** 1995. Sweet potato pests, Plant Protection Section. pp 198-200. In: Agriharvest Society ed., Taiwan Agriculture Encyclopedia (Crop Edition - 3). Taipei, Taiwan. (in Chinese)
- Cheng CL, Yang JT, Hsiao WF.** 2015. Description of different stages and elytral polymorphisms of *Aspidomorpha Miliaris* (Fabricius 1775) (Coleoptera: Chrysomelidae). *Formosan Entomol* 35: 23-34. (in Chinese)
- Chi H.** 1988. Life-table analysis incorporating both sexes and variable development rates among individuals. *Environ Entomol* 17: 26-34.
- Chi H.** 2019. TWSEX-MSChart: computer program for age stage, two-sex life table analysis. Available from: <http://140.120.197.173/ecology/> (accessed 25 December 2019)
- Chi H, Liu H.** 1985. Two new methods for the study of insect population ecology. *Bull Inst Zool Acad Sin* 24: 225-240.
- Chi H, Su HY.** 2006. Age-stage, two-sex life tables of *Aphidius gifuensis* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) and its host *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae) with mathematical proof of the relationship between female fecundity and the net reproductive rate. *Environ Entomol* 35: 10-21.
- Council of Agriculture (COA), Executive Yuan.** 2018. Annual Report of the Agricultural Statistics of the Republic of China of 2018. <https://agrstat.coa.gov.tw/sdweb/public/book/Book.aspx> (last accessed: 10 Jan 2020)
- Ghate HV, Borowiec L, Rane NS, Ranade SP, Pandit S.** 2003. Tortoise beetles and their host plants from Pune (Maharashtra State, India) and nearby places (Coleoptera: Chrysomelidae: Cassidinae). *Genus* 14: 519-539.
- Goodman D.** 1982. Optimal life histories, optimal notation, and the value of reproductive value. *Am Nat* 119: 803-823.
- Hsing CW, Lin WH, Jiang JL, Kung TL, Peng WN.** 2000. Breeding of a new vegetable sweet potato cultivar "Taoyuan 2". *Bulletin of Taoyuan District Agricultural Research and Extension Station* 40: 1-13. (in Chinese)
- Jha RK, Chi H, Tang LC.** 2012. Life table of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera:

- Noctuidae) with a discussion on jackknife vs. bootstrap techniques and variations on the Euler-Lotka equation. *Formosan Entomol* 32: 355-375.
- Lai YC, Lee HC, Chen YS.** 2000. Development of leafy sweet potato variety Tainung 71. *J Agric Res China* 49: 14-27. (in Chinese)
- Lee CF, Cheng HT.** 2007. *The Chrysomelidae of Taiwan 1*. Sishou-Hills Insect Observation Network Press. Taipei County, 199 pp. (in Chinese)
- Liu KY, Hsiao WF.** 2005. Preliminary study of the life cycle of *Cassida circumdata* Herbst (Coleoptera: Chrysomelidae). *Formosan Entomol* 25: 303-308. (in Chinese)
- Nakamura K, Abbas I, Hasyim A.** 1989. Survivorship and fertility schedules of two Sumatran tortoise beetles, *Aspidomorpha miliaris* and *A. sanctaerucis* (Coleoptera: Chrysomelidae) under laboratory conditions. *Res Popul Ecol* 31: 25-34.
- Patel HK, Patel NG.** 1972. New records of *Catephia leucomelas* Linn., *Cretonia vegata* Swinhoe and *Cassida circumdata* Herbst on sweet potato, *Ipomea batatus* Lam. *Indian J Entomol* 33: 459-460.
- SAS.** 2018. SAS/STAT User's guide, version 9.4. SAS Institute, Cary, NC.
- Shih HT, Ho CC, Wu WJ.** 2002. Chrysomelidae (Insecta: Coleoptera) from Kinmen. *J Agric Res China* 51: 45-55. (in Chinese)
- Sultan A, Borowiec L, Rafi A, Ilyas M, Naz F, Shehzad A.** 2008. Tortoise beetles of Rawalpindi-Islamabad, Pakistan and their host preferences (Coleoptera: Chrysomelidae: Cassidinae). *Genus* 19: 93-102.
- Tsai HJ, Cheng CL, Hsiao WF.** 2012. Preliminary studies of life history of tortoise beetle, *Aspidomorpha miliaris* (Faricius) (Coleoptera: Chrysomelidae). *Plant Prot Bull* 54: 77-90. (in Chinese)
- Waterhouse DF.** 1997. *The major invertebrate pests and weeds of agriculture and plantation forestry in the southern and western Pacific*. Canberra, Australia: The Australian Center for International Agricultural Research. 93 pp.

Life History and Population Performance of *Cassida circumdata* Herbst (Coleoptera: Chrysomelidae) on Sweet Potato Leaves

Shao-Hua Wei, Ming-Ying Lin*

Department of Plant Medicine, National Chiayi University, Chiayi City, 60004, Taiwan, ROC

* Corresponding email: mylin@mail.ncyu.edu.tw

Received: 21 January 2020

Accepted: 4 May 2020

Available online: 29 May 2020

ABSTRACT

Cassida circumdata is a leaf-eating pest found on sweet potato leaves that can also cause damage to water spinach and morning glory. The life history of *C. circumdata* on sweet potato leaves was studied under laboratory conditions (temperature: 27°C and relative humidity: 80%) over a 12-h/day photoperiod. The developmental duration of eggs was 4.40 days, and the developmental times of 1st to 5th instar larvae were 2.39, 2.02, 2.02, 2.20, and 3.70 days, respectively. The developmental time of the pupa stage was 5.19 days. The female and male adults had a longevity of 75.47 and 74.53 days, respectively. The fecundity was 752.35 eggs per female adult. The birth and survival rates at a stable age-stage distribution were 14% and 99%, respectively. The stable stage distribution was 43.48%, 46.14%, 5.77%, 2.17%, and 2.44% for the egg stage, larva stage, pupa stage, male, and female, respectively. The intrinsic rate of increase (r), net reproduction rate (R_0), mean generation time (GT), and finite rate of increase (λ), were 0.1228 day⁻¹, 255.8 per female adult, 45.166 days, and 1.1306 day⁻¹, respectively. This basic biological information concerning *C. circumdata* will contribute to background knowledge that can be used for future applied research and management.

Key words: *Cassida circumdata*, sweet potato leaves, life history, population parameters