



溫度對取食香蕉葉片秋行軍蟲 (*Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797)) (鱗翅目：夜蛾科) 族群特性之影響

陳泓銘、林彥伯*

國立嘉義大學植物醫學系 600355 嘉義市學府路 300 號

* 通訊作者 email: yenpo.lin@mail.ncyu.edu.tw

收件日期：2021 年 5 月 16 日 接受日期：2021 年 9 月 5 日 線上刊登日期：2021 年 10 月 22 日

摘要

秋行軍蟲 (*Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797)) 屬鱗翅目 (Lepidoptera) 夜蛾科 (Noctuidae)，原產於北美洲熱帶與亞熱帶地區，其寄主植物紀錄達 76 科，353 種以上，在 2016 年入侵非洲大陸並嚴重威脅當地糧食生產後，即深受各國重視。此蟲已於 2019 年入侵台灣，雖目前仍主要危害禾本科 (Poaceae) 之玉米和高粱等，但在其他多種作物上亦有取食報導。芭蕉科 (Musaceae) 之食用香蕉 (*Musa × paradisiaca*) 為熱帶與亞熱帶地區廣泛栽培的作物，全球年產量約 1.53 億公噸，是目前生產與消費量皆最多的水果。雖然秋行軍蟲的全球活動範圍與香蕉主要產地多所重疊，但目前除危害記錄外，包括生活史與基礎生態資料仍闕如。為瞭解取食香蕉之秋行軍蟲是否可完成生長發育，本研究以溫度為變因，在相對溼度 $70 \pm 5\%$ 、光週期 12:12 (L:D) 的恆溫生長箱內以香蕉葉片飼養該蟲。結果顯示，在 27°C 與 30°C 下，幼蟲期各為 16.9 與 14.8 日，蛹期則為 7.6 與 7.2 日。雌、雄成蟲平均壽命於 27°C 下各為 12.1 與 10.6 日；於 30°C 下各為 10.7 與 8.1 日。於 27°C 下，平均每隻雌蟲可產卵數為 435.8 粒， 30°C 下則為 657.1 粒。以 TWOSEX-MSChart 軟體分析，在 27°C 與 30°C 下內在增殖率 (r) 各為 0.1395 day^{-1} 與 0.1673 day^{-1} 、淨繁殖率 (R_0) 各為 103.2 與 143.4 個後代/個體、平均世代時間 (GT) 各為 33.1 與 29.6 日、終極增殖率 (λ) 各為 1.1498 day^{-1} 與 1.1822 day^{-1} 。綜合前述實驗結果，幼蟲期取食香蕉葉片之秋行軍蟲族群不僅可完成生活史，亦能順利繁殖後代，故在缺乏主要禾本科寄主時，香蕉植株或可為此害蟲之棲所與食源，所以未來台灣對秋行軍蟲的監測與防治上應不可忽略香蕉種植園區。

關鍵詞：秋行軍蟲、香蕉葉、溫度、生活史、族群介量。

前 言

秋行軍蟲 (*Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797)) 英名 Fall armyworm (簡稱 FAW)，屬鱗翅目 (Lepidoptera) 夜蛾科 (Noctuidae)，主要危害玉米和高粱等禾本科 (Poaceae) 作物，是聯

合 國 糧 農 組 織 (Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO) 所預警的新興全球入侵農業害蟲 (Rice, 2017)。此蟲可能因原產於北美洲南部，其本身不具冬眠或滯育等越冬機制，所以多在溫暖的美國佛羅里達州或中美洲地區度冬，而於每年春季向北入侵美國中北部以

及加拿大，或向南入侵至阿根廷 (Sparks, 1979)。此害蟲飛行能力強，產卵前期雌蛾一晚可飛行超過 100 公里，而每年在美洲地區的遷移距離可達 2,000 公里，屬於具高擴散能力的物種 (Luginbill, 1928)。本世紀前，本蟲僅侷限於美洲地區，但在 2016 年於非洲西部島國聖多美與普林西比 (São Tomé and Príncipe) 發現秋行軍蟲的蹤跡後，便迅速擴散至薩哈拉沙漠以南許多地區，嚴重威脅玉米等重要糧食作物生產 (Goergen *et al.*, 2016; Stokstad, 2017)。其後，更在 2018 年入侵印度西南部的卡納塔克邦 (Karnataka) (Sharanabasappa *et al.*, 2018)，並於同年末擴及孟加拉、緬甸與泰國等南亞與東南亞諸國 (Guo *et al.*, 2018)。2019 年中國正式確認秋行軍蟲入侵雲南後 (Sun *et al.*, 2019)，陸續共有 16 個省份的多種作物受害 (He *et al.*, 2021)。

台灣則是在 2019 年中於苗栗飛牛牧場發現第一筆幼蟲紀錄後 (Hsieh *et al.*, 2020)，於當年短期內快速擴散，危害田區主要為雲林縣、嘉義縣與臺南市等之玉米栽培區，其中又以嘉義縣最為嚴重，受害面積達 94.6% (6,523/6,892) (COA, 2019)。而外島金門縣大量種植的高粱亦於同年廣遭秋行軍蟲危害，在總栽種面積 1,773 公頃中即有 1,647 公頃受損 (COA, 2019)。目前，包含東北亞的日本、韓國與南半球的澳洲等地也都有此蟲的危害紀錄 (CABI, 2021)。秋行軍蟲為雜食性害蟲，已知可取食多達 76 科 353 種以上植物，其中包括許多重要農作物與田間雜草如：玉米、高粱、水稻、小麥、大麥、蕎麥、燕麥、小米、黑麥草、大豆、煙草、番茄、馬鈴薯、花生、棉花、甜菜、苜蓿，洋蔥、香蕉、百慕達草和大黍等 (Montezano *et al.*, 2018)。

食用香蕉 (*Musa × paradisiaca*) 是芭蕉科 (Musaceae) 下芭蕉屬 (*Musa*) 中的雜交後栽培種 (*cultivated species*)，為大型多年生草本植物，地上部為假莖，由葉鞘構成；花絮則由地下莖經部分化，向上伸長，經過假莖後向外伸出 (Simmonds, 1960)。台灣目前常見的品種約可分為三類：華蕉系 (Cavendish, AAA)、芭蕉類和觀賞蕉類。華蕉系包含市面上大部分的鮮食用品種，如：北蕉、台蕉 1 號、台蕉 2 號、台蕉 3 號和新北蕉 (寶島蕉) 等 (TBRI, 2019)。根據行政院農業委員會農業統計年報 (<https://agrstat.coa.gov.tw/>)，我國香蕉於 2019 年栽種面積為 16,417 公頃，年產量 359,600 公噸，平均每公頃可收 24,025 公斤。而各縣市中，又以屏東縣當年種植 4,295 公頃為最多，其次依序是南投縣 (3,158 公頃)、嘉義縣 (2,553 公頃)、高雄市

(2,186 公頃) 和台南市 (1,000 公頃)，上述五縣市總合約共占全國總種植面積的 80% (COA, 2019)。目前國內香蕉的主要害蟲（蠣）計有香蕉弄蝶 (*Erionota torus* Evans)、花薊馬 (*Thrips hawaiiensis* Morgan)、鳳梨嫡粉介殼蟲 (*Dysmicoccus brevipes* Cockerell)、假莖象鼻蟲 (*Odoiporus longicollis* Olivier)、皮氏葉蠣 (*Tetranychus piercei* McGregor)、蕉蚜 (*Pentalonia nigronervosa* (Coquerel)) 與螺旋粉蠣 (*Aleurodicus disperses* Russell) 等 (BAPHIQ, 2008)，尚未有秋行軍蟲的危害紀錄。

Rwomushana (2019) 雖將芭蕉屬植物列在秋行軍蟲的主要寄主植物 (main host) 名錄中，但食用香蕉卻未被認定為寄主植物。Casmuz *et al.* (2010) 將食用香蕉納入此蟲美洲的寄主植物範圍內，卻未闡明相關寄主適應與利用資訊，如：取食蕉葉之秋行軍蟲是否可完成生長發育等。香蕉在台灣全年栽培，是來源豐富的食草，而秋行軍蟲甫入侵我國，目前缺乏其在香蕉上之存活率、發育天數和產卵量等生活史相關資料，對此害蟲入侵後之經濟影響評估等作物保護政策研擬、實行甚為不利。由於國內香蕉大多種植在中南部地區，平均氣溫較高，故本研究選擇 27°C 與 30°C 此二個溫度為變因，以香蕉葉片餵食秋行軍蟲，觀察、紀錄其生活史各階段特徵與數據。其後，再利用兩性生命表軟體 (Chi, 2021) 進行相關分析，以建立取食蕉葉片之秋行軍蟲族群的基礎生態與族群介量資料，以便日後相關研究與防治參考所用。

材料與方法

一、供試蟲源及植物

本實驗以 2020 年 5 月 2 日於嘉義縣六腳鄉 (23°30'11.6"N, 120°17'28.2"E) 的玉米田葉片上所採集到約 60 隻幼蟲為蟲源。將其帶回實驗室後，以單隻單孔方式移入 30 孔盒塑膠飼育盤 (孔直徑 3 cm，高 3 cm) 內，再置入 27 ± 0.5°C、相對溼度 70 ± 5%、光週期 12L : 12D 的恆溫生長箱中，以半人工合成飼料 (Ou-Yang and Chu, 1988) 飼育，每日更換飼料。化蛹後則約需靜置 2 天以待其體壁硬化，其後移到解剖顯微鏡下依照 Dong *et al.* (2019) 所述之秋行軍蟲圍蛹腹部末端特徵判定性別，並將雌雄個體分置於不同之有蓋塑膠杯 (250 mL，直徑 10 cm，高 5.3 cm，底部墊有擦手紙，且亦置一層擦手紙在蓋子下) 內，每杯放置 15 個同性別的蛹。羽化

後將 25 對成蟲移入壓克力圓桶（直徑 15 cm，高 21.5 cm）中，上下用擦手紙蓋住，桶壁內層黏上擦手紙供雌成蟲產卵，以浸潤 20% 蜂蜜稀釋液棉球餵食且每日更換。雌蟲產卵後將卵片剪下，平均每 5~7 個卵片置於一個前述塑膠杯內，待其孵化，再依上述方法飼養。為確定無野外擬寄生性天敵、病毒、細菌、線蟲和原生動物等昆蟲病原微生物潛藏在受試昆蟲體內，影響實驗結果，以人工飼料連續飼養 5 個世代後，才將第六代之幼蟲自孵化後換以香蕉葉片餵食，作為下述生活史觀察所用個體的親代。香蕉葉片採集自國立嘉義大學蘭潭校區 ($23^{\circ}27'56.1''N$, $120^{\circ}29'13.9''E$) 內的植株（品系：北蕉），每日摘取新鮮嫩葉供餌。

二、取食香蕉葉之秋行軍蟲生活史

因秋行軍蟲與香蕉多分布於熱帶與亞熱帶地區，本實驗依據中央氣象局 (<https://www.cwb.gov.tw/V8/C/>) 2019 年高雄市旗山區（熱帶）與台中市東勢區（亞熱帶）兩地夏季均溫，設計了 27°C 和 30°C 兩個類似當地溫度的實驗。於 27°C 的生活史實驗中，吾人以香蕉葉片餵食過一代的秋行軍蟲成蟲羽化後，置於產卵桶交配並取其在同一天所產的卵片，挑選 8 片數量相近者先計算卵數。俟產下第二日幼蟲孵化後計算幼蟲數，據以得到此 8 片卵片分別的孵化率，最後加以平均，即為平均孵化率。然後自這 8 個卵塊中每個逢機選取 10 到 16 隻，共計 114 隻一齡幼蟲進行實驗。全程置於 $27 \pm 0.5^{\circ}C$ 、相對溼度 $70 \pm 5\%$ 、光週期 12L : 12D 的恆溫生長箱內。所挑出幼蟲置於醬料杯 (50 mL, 直徑 6 cm, 高 2.5 cm) 中單隻飼育，每日觀察記錄其齡期之變化，並更換食草，直到幼蟲化蛹為止。化蛹後處理方式如供試蟲源飼養部分所述。成蟲羽化後則逢機選取雌雄個體單對飼養在特製的布丁杯 (250 mL, 直徑 10 cm, 高 5.3 cm) 中（布丁杯自其底部鑽孔後封上紗網，倒置，杯蓋部分黏上一段吸管，用來放置 20% 的蜂蜜溶液棉球)，並將剪成條狀（長 25 cm 寬 4 cm）的擦手紙黏於杯壁供其產卵。含蜂蜜之棉球和條狀擦手紙需每日更換，每天記錄當日杯內的卵數及雌、雄成蟲之壽命。而 30°C 的生活史觀察的起始族群個體數 (114 隻) 和實驗操作與前述 27°C 生活史者相同。

三、生命表分析

秋行軍蟲族群生活史觀察所得各觀察數據皆依 Chi and Liu (1985) 與 Chi (1988) 的年齡齡期兩

性生命表理論基礎，利用 TWOSEX-MSChart (Chi, 2021) 程式進行分析。本實驗呈現不同溫度下取食香蕉葉片之秋行軍蟲幼蟲期與蛹期發育時間、雌雄成蟲壽命、平均產卵量、產卵介量（包括產卵期、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) 時間與產卵期間每隻雌蟲單日平均產卵數）與穩定年齡分佈等。而平均世代時間 (mean generation time, T)、淨繁殖率 (net reproduction rate, R_0)、內在增殖率 (intrinsic rate of increase, r)（以「日」為單位）及終極增殖率 (finite rate of increase, λ) 等族群介量之標準誤差則以 bootstrap 方式重複取樣 100,000 次求得 (Huang and Chi, 2013)。所得結果除了製表外，還利用 SigmaPlot v14.5 (Systat Software, Inc., San Jose California USA) 軟體製圖，以呈現年齡齡別存活率 (age-stage specific survival rate)、齡別存活率 (age-specific survival rate, l_x)、齡別繁殖率 (age-specific fecundity, m_x)、齡別繁殖值 (age-specific reproductive value, $l_x m_x$) 與年齡齡別期望壽命 (age-stage specific life expectancy)。

四、統計分析

利用統計程式 SAS (2018) 中之一般線性模型 (PROC GLM) 將取食香蕉葉片但置於不同溫度 (27°C 和 30°C) 中之秋行軍蟲幼蟲期各階段和蛹期、雌雄成蟲壽命與平均壽命等進行 T 檢定 (*t*-test)，以比較各組數據間是否具顯著差異。

結 果

一、生活史各階段時間比較

在 27°C 下，卵孵化率為 82.06%，因只取第二日孵出的幼蟲進行實驗，所以平均卵期為 2 日。由於有幼蟲具六齡以上的個體（七齡 49 隻，八齡 4 隻），故將六齡之後的齡期皆併入六齡計算，幼蟲各階段與蛹期、成蟲壽命與生活全期如表一所示。幼蟲期平均為 16.9 日，蛹期為 7.6 日；雌成蟲的平均壽命為 12.1 日，雄成蟲為 10.6 日。於 30°C 下，卵孵化率為 69.2%，平均卵期亦為 2 日；幼蟲各階段與蛹期發育時間、成蟲壽命與生活全期亦列於表一。幼蟲期平均為 14.8 日，蛹期為 7.2 日；雌成蟲的平均壽命為 10.7 日，雄成蟲為 8.1 日。但本實驗中置於此溫度下幼蟲化蛹齡期不一致，雖多數幼蟲具六齡，

表一 取食香蕉葉片之秋行軍蟲於 27 與 30°C 下之幼蟲期、蛹期、成蟲期與生活全期

Table 1. Developmental time of the larval and pupal stages, longevity of adults, and duration of life of *Spodoptera frugiperda* that fed on banana leaves at two temperatures

	Duration (days) (mean ± SE)				
	N	27°C	N	30 °C	df
Larval stage					
First instar	114	2.6 ± 0.1A	114	2.5 ± 0.1B	222
Second instar	102	1.7 ± 0.1A	92	1.3 ± 0.1B	188
Third instar	102	2.1 ± 0.1A	90	1.9 ± 0.1B	186
Fourth instar	101	2.2 ± 0.1A	90	1.8 ± 0.1B	185
Fifth instar	101	2.1 ± 0.1A	89	2.4 ± 0.1B	184
Sixth instar	101	6.2 ± 0.2A	84	4.9 ± 0.1B	179
Total larval stage	95	16.9 ± 0.2A	84	14.8 ± 0.2B	173
Pupal stage	94	7.6 ± 0.1A	89	7.2 ± 0.1B	177
Adult longevity					
Female	42	12.1 ± 0.7A	45	10.7 ± 0.5B	85
Male	43	10.6 ± 0.5A	43	8.1 ± 0.3B	84
Duration of life					
Female	42	37.5 ± 0.7A	45	33.5 ± 0.5B	85
Male	43	36.9 ± 0.5A	43	31.8 ± 0.3B	84

The mean followed by different letters within the same line is significantly different ($P < 0.05$).

但亦有於四 (1 隻) 或五齡 (4 隻) 即化蛹，甚或延遲至七 (35 隻)、八 (2 隻) 或九齡 (1 隻) 者。因本實驗所用之生命表軟體無法同時處理這些個體，故本組超過六齡的幼蟲處理方式如 27°C 者，而四或五齡化蛹者則不納入後續兩性生命表分析。取食香蕉葉片之秋行軍蟲在 27°C 下雌雄蟲生活全期分別為 37.5 日和 36.9 日，最長都可達 43 日；30°C 下雌雄蟲生活全期則分別為 33.5 日和 31.8 日，其中雌蟲最長者達 39 日，雄蟲則為 36 日。本實驗結果顯示，於此二個不同溫度中生長的秋行軍蟲個體，除卵期外，其餘生活史各階段發育時間皆具顯著差異 ($P < 0.0001$) (表一)。

二、平均產卵量與產卵介量

如表二所示，在 27°C 下每隻雌蟲平均產下 435.8 粒卵，最高可達 1,260 粒；30°C 下則雌蟲平均產卵數為 657.1 粒，最高可達 1506 粒。於 27°C 下，自孵化至產卵平均需時 31.9 日 (全期產卵前期 = TPOP)，最短者為 28 日，最長者為 36 日；30°C 下全期產卵前期 (TPOP) 為 28.1 日，最短有 25 日

者，最長者為 34 日。雌蟲在 27°C 下平均每日產卵量為 102.4 粒，30°C 則為 146.0 粒。而在雌蟲羽化後至產卵前平均所需時間 (產卵前期 = APOP) 方面，27°C 下為 6.7 天，30°C 則為 5.7 天。

三、穩定年齡別分佈及羽化率

如表三所示，在 27°C 與 30°C 兩個溫度條件下，族群之穩定年齡分佈中絕大多數都為卵和幼蟲 (約 94%)，蛹約佔 4%，成蟲僅佔約 1%。取食香蕉葉片之秋行軍蟲於 27°C 下羽化率約為 74.56% (85/114)，在 30°C 下則為 77.19% (88/114)。

四、族群介量

如表四所示，27°C 下取食香蕉葉片的秋行軍蟲族群其內在增殖率 (r) 為 0.1395 day^{-1} 、淨繁殖率 (R_0) 為每個體 103.2 個後代、平均世代時間 (GT) 為 33.1 日且終極增殖率 (λ) 為 1.1498 day^{-1} 。於 30°C 下的族群內在增殖率 (r) 為 0.1673 day^{-1} 、淨繁殖率 (R_0) 為每個體 143.4 個後代、平均世代時間 (GT) 為 29.6 日而終極增殖率 (λ) 為 1.1822 day^{-1} 。

表二 取食香蕉葉片之秋行軍蟲於 27°C 與 30°C 下之平均產卵量與產卵介量

Table 2. Fecundity and oviposition parameters of *Spodoptera frugiperda* that fed on banana leaves at two temperatures

	Fecundity (eggs/female)	Oviposition period (days)	APOP (days) ^a	TPOP (days) ^b	Daily fecundity (eggs/female/day)
27°C	435.8 (60.8) ^c	4.3 (0.3)	6.74 (0.45)	31.94 (0.43)	102.4 (10.9)
30°C	657.1 (71.8)	4.5 (0.3)	5.74 (0.33)	28.06 (0.38)	146.0 (13.0)

^a APOP = adult preoviposition period of female adult^b TPOP = total preoviposition period of female counted from birth^c Standard error

表三 取食香蕉葉片之秋行軍蟲於 27°C 與 30°C 下之穩定年齡分布

Table 3. Stable stage distribution of *Spodoptera frugiperda* that fed on banana leaves at two temperatures

Temp. (°C)	Stable stage distribution (%)				
	Egg	Larva	Pupa	Male	Female
27	27.27	66.81	4.32	0.85	0.75
30	35.82	59.07	3.85	0.72	0.54

表四 取食香蕉葉片之秋行軍蟲於 27°C 與 30°C 下之族群介量

Table 4. Population parameters of *Spodoptera frugiperda* that fed on banana leaves at two temperatures

Temp. (°C)	Population parameters (mean ± SE)			
	r (1/day) ^a	R ₀ (eggs/individual) ^b	GT (days) ^c	λ (1/day) ^d
27	0.1395 ± 0.0077 ^e A	103.2 ± 21.5A	33.1 ± 0.6A	1.1498 ± 0.0089A
30	0.1673 ± 0.0076B	143.4 ± 26.2B	29.6 ± 0.5B	1.1822 ± 0.0091B

^a r = Intrinsic rate of increase^b R₀ = Net reproduction rate^c GT = Mean generation time^d λ = Finite rate of increase^e The mean followed by different letters within the same column is significantly different according to a paired bootstrap test (m = 100,000)

經 Bootstrap method 抽樣十萬次後，於此二個不同溫度中生長的秋行軍蟲族群在此四個族群介量數值均具顯著差異。

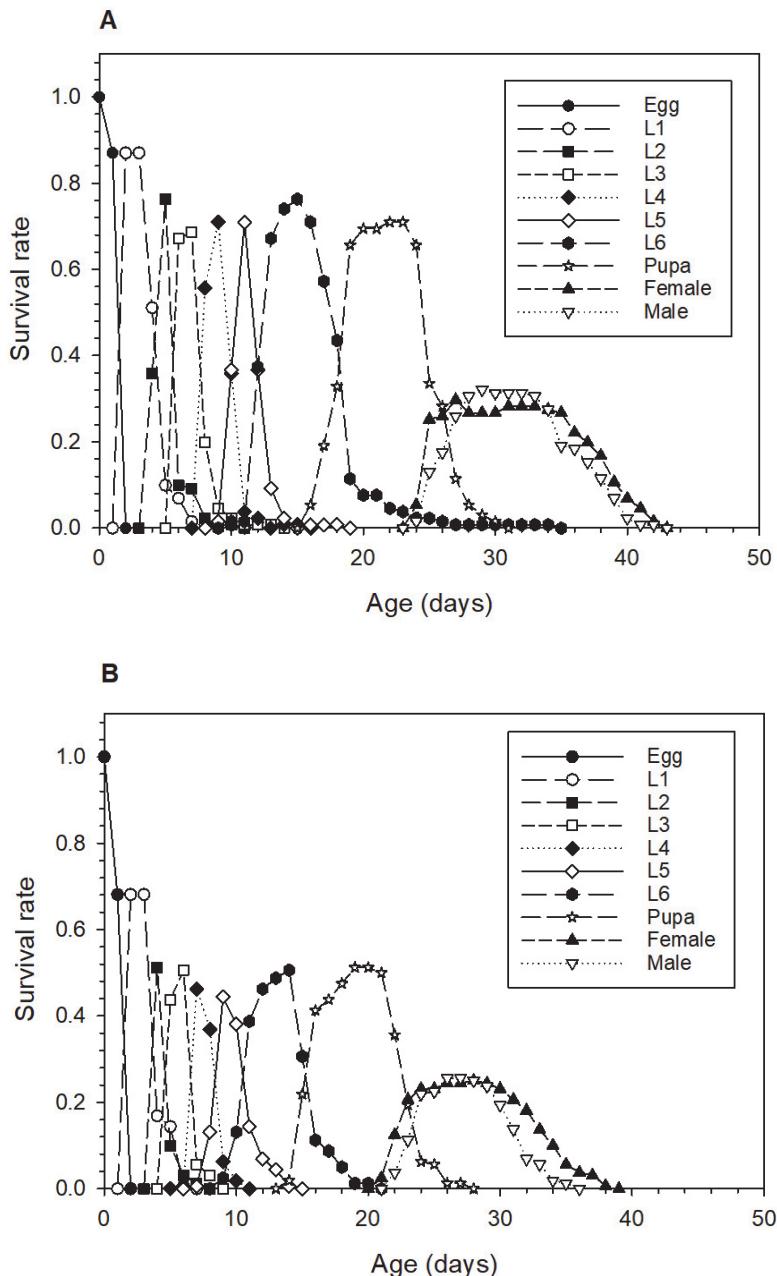
五、年齡齡別存活率

圖一 A 與 B 分別顯示 27°C 與 30°C 下取食香蕉葉秋行軍蟲族群各齡期之日齡別存活率，本實驗兩個溫度設定下幼蟲期各齡期皆有重疊現象，代表在這些環境下秋行軍蟲可於同一時間點中存有不同齡期，而其中又以 30°C 者更明顯。處 27°C 中的秋行軍蟲族群在第 15 日開始化蛹，而雌雄蟲皆於第 24

日開始羽化；30°C 下的族群化蛹與羽化時間稍早，分別為第 14 日與 21 日，雄成蟲羽化則較雌成蟲稍晚，於第 22 日始陸續出現。

六、齡別存活率 (l_x)、齡別繁殖率 (m_x) 及齡別繁殖值 ($l_x m_x$)

圖二 A 顯示取食香蕉葉的秋行軍蟲族群在 27°C 下存活曲線 (l_x) 於卵、幼蟲和蛹的階段呈現緩慢的下降或持平趨勢，而於第 23 天進入成蟲階段後則開始急速下降。圖二 B 則顯示在 30°C 條件下，初齡幼蟲的死亡率較其他齡期者為高，其後族群整



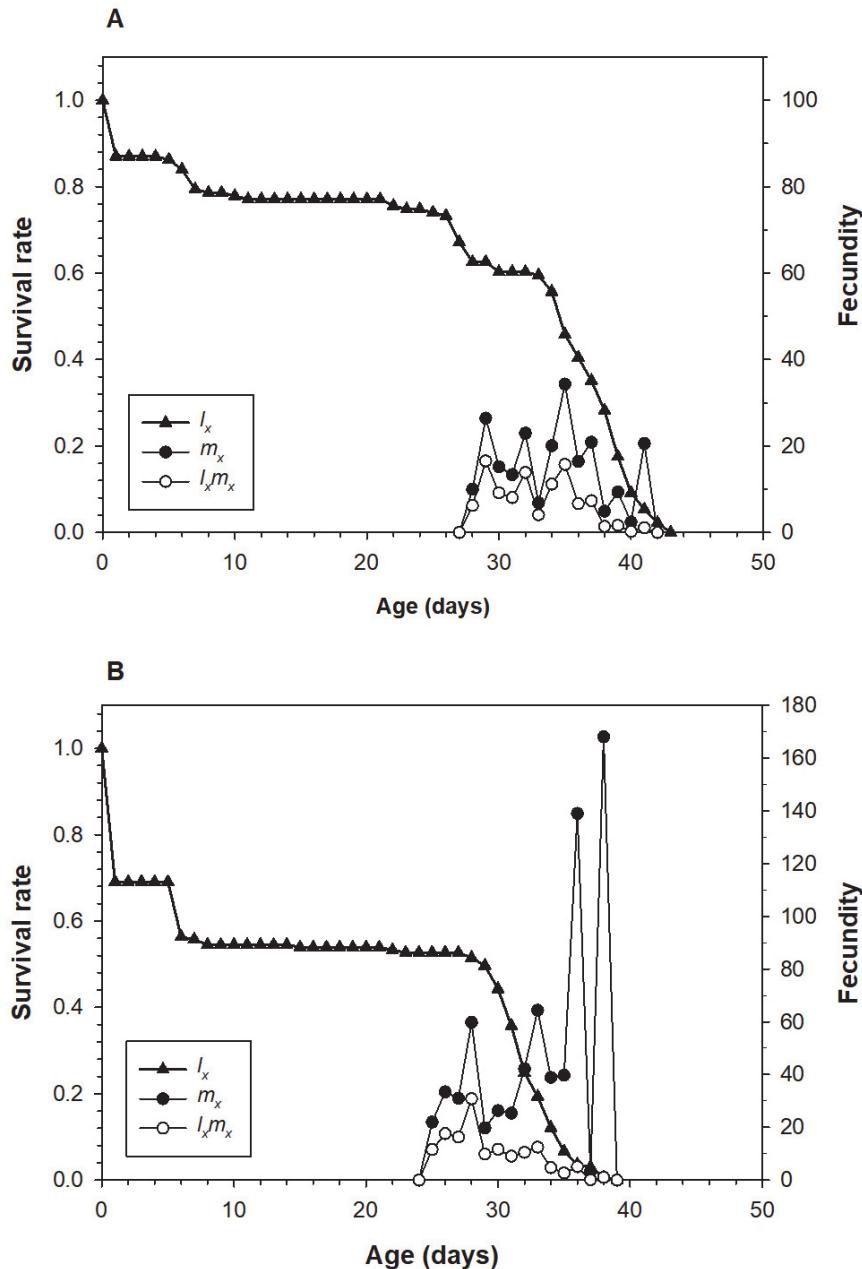
圖一 取食香蕉葉之秋行軍蟲於 27°C (A) 與 30°C (B) 下之年齡齡別存活率。

Fig. 1. Age-stage-specific survival rate of *Spodoptera frugiperda* that fed on banana leaves at 27°C (A) and 30°C (B).

體的存活率趨近穩定，但進入成蟲階段後亦急速下降。在齡別繁殖率 (m_x) 方面，27°C 下族群於第 28 日齡開始繁殖，並於第 36 日齡時達最高峰後即與存活曲線同呈快速下降趨勢，但極少數個體有於死亡前日大量產卵的現象存在。齡別繁殖值 ($l_x m_x$) 波動模式則略同齡別繁殖率（圖二 A）。在 30°C 環境中的族群於第 25 日齡開始繁殖，但其齡別繁殖率波動劇烈，且因當時存活率已趨近於 0，故齡別繁殖值並未顯著提升（圖二 B）。

七、期望壽命

如圖三 A 和 B 所示，本實驗以香蕉葉片飼養的秋行軍蟲在 27°C 和 30°C 下之齡期齡別期望壽命曲線走勢雷同，但前者於 20 至 30 日齡間下降幅度較大（圖三 A）。於 27°C 下每粒新產的卵期望壽命為 28.3 日，最高期望壽命為第四日齡之二齡幼蟲的 31.3 日（圖三 A）；在 30°C 下每粒新產的卵期望壽命則為 18.4 日，第四日齡之二齡幼蟲之期望壽命最高，為 28.0 日（圖三 B）。整體而言，幼蟲期階段期望壽命高於生活史其他階段者，其後隨著齡期增加而遞減，且兩個溫度下之雌蟲的期望壽命均稍高於



圖二 取食香蕉葉之秋行軍蟲於 27°C (A) 與 30°C (B) 下之齡別存活率 (I_x)、齡別繁殖率 (m_x) 及齡別繁殖值 ($I_x m_x$)。

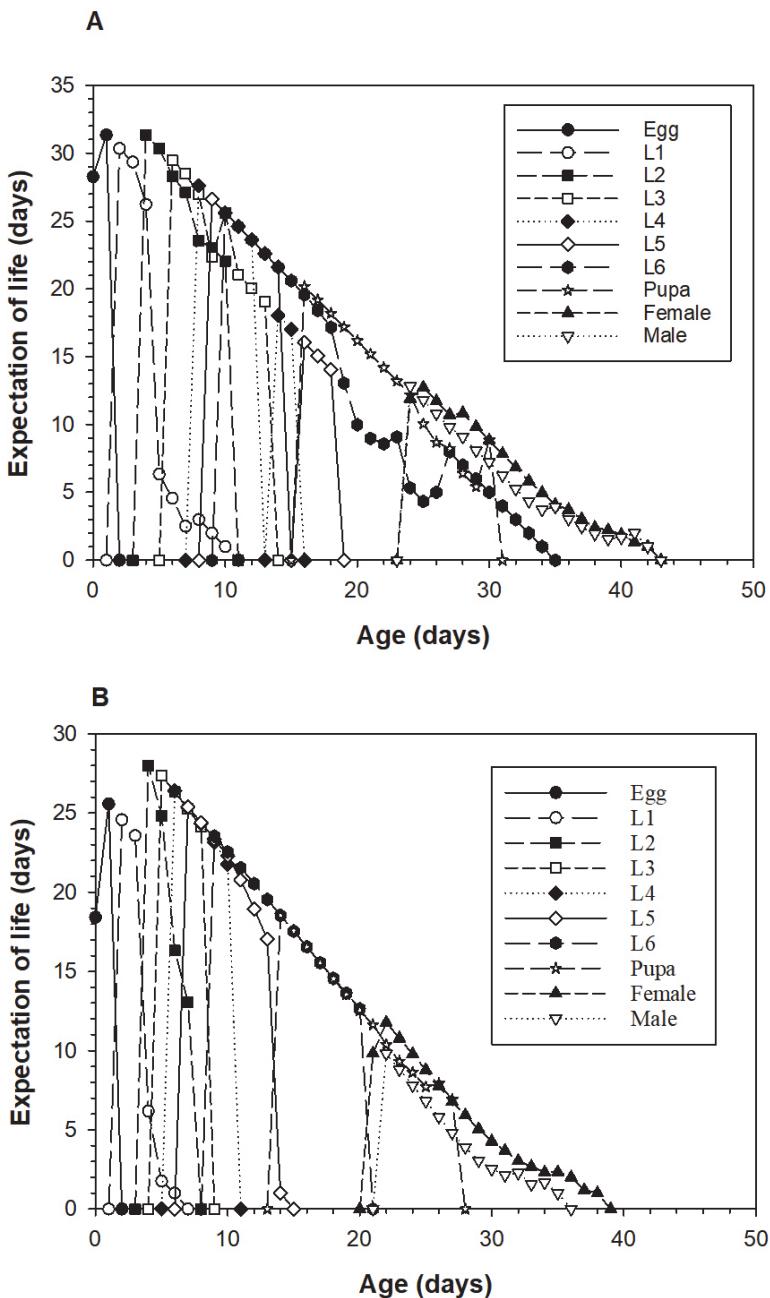
Fig. 2. Age-specific survival rate (I_x), fecundity (m_x), and reproduction value ($I_x m_x$) of *Spodoptera frugiperda* that fed on banana leaves at 27°C (A) and 30°C (B).

雄蟲。

討 論

如表一所示，在 27°C 與 30°C 條件下，取食香蕉葉片秋行軍蟲幼蟲期為 16.9 與 14.8 日，除長於取食玉米和小麥等禾本科作物的 11~15 日 (Du Plessis *et al.*, 2020; Wang *et al.*, 2020; Wu *et al.*, 2021) 外，均較取食其他作物如茄科的番茄 (21~24 日) (Wu *et al.*, 2021)、豆科的大豆 (16~23 日) (He

et al., 2021)、菊科的向日葵 (21 日) (He *et al.*, 2021)、錦葵科的棉花 (22 日) (Wang *et al.*, 2020)、十字花科的油菜和白菜 (17~29 日) (He *et al.*, 2021; Wang *et al.*, 2020) 等為短，推測原因可能為香蕉葉片對秋行軍蟲幼蟲而言營養成分較佳，或亦可能因本實驗的其中一個溫度設定較高 (30°C) 導致，但確實原因仍待後續研究探求。da Silva *et al.* (2017) 使用玉米、小麥、棉花、大豆等作物來進行秋行軍蟲幼蟲飼育試驗，發現各種葉片之營養成分組成差異不大，但葉片所含的不同毒素會影響此蟲



圖三 取食香蕉葉之秋行軍蟲於 27°C (A) 與 30°C (B) 下之年齡齡別期望壽命。

Fig. 3. Age-stage-specific life expectancy of *Spodoptera frugiperda* that fed on banana leaves at 27°C (A) and 30°C (B).

發育。秋行軍蟲幼蟲生長受玉米等禾本科作物葉片中所含的毒素影響較輕微，且能隨著糞便排出。故作者推測寄主葉片的營養構成僅為影響秋行軍蟲幼蟲發育的部分原因，除此之外尚有許多影響因子。至於香蕉新鮮葉片則主要由碳 ($43.50 \pm 0.04\%$)、氫 ($6.30 \pm 0.03\%$)、氮 ($1.30 \pm 0.09\%$)、硫 ($0.20 \pm 0.05\%$) 氧 (48.70%) 組成之有機物和鉀、鎂、鈣、銅與鋅等微量金屬元素構成，與其他植物葉片之成分並無顯著不同 (Turner and Barkus, 1980; Fernandes *et al.*, 2013)。至於由這些元素構成之蛋

白質等有機化合物之種類和組成比率，及其是否可影響取食之秋行軍蟲幼蟲消化、吸收與發育，此部分尚無正式研究報告發表。故目前科學家們對於寄主葉片營養成分影響此蟲幼蟲發育的種種觀察結果成因多屬臆測，並無直接證據證實。

因植食性鱗翅目幼蟲期較高的存活率和較短的發育時間是衡量寄主適合度的重要指標 (Moreau *et al.*, 2006)，本研究結果中有相當部分秋行軍蟲幼蟲須經七齡甚或更多齡期方化蛹的成因或為相較於玉米葉片，香蕉葉片為較不適合之寄主，其需要取食

更多量的葉片來獲得足夠營養化蛹導致。Wu *et al.* (2019) 利用甘蔗、水稻和玉米葉片飼育並進行秋行軍蟲生命表相關研究中亦作類似推論。本試驗結果顯示在 27°C 與 30°C 下，取食香蕉葉片秋行軍蟲蛹期為 7.6 與 7.2 日，短於附錄一中所有取食其他植物之秋行軍蟲族群的蛹期，推測可能亦為溫度差異所造成。

本研究結果顯示取食香蕉葉片之秋行軍蟲族群成蟲平均壽命於 27°C 與 30°C 下分別為 11.3 日和 9.4 日 (附錄一)，與其他發表資料相較，本研究 27°C 下的族群個體平均壽命，長於取食禾本科的小麥 (Wu *et al.*, 2021)、茄科的番茄 (Wu *et al.*, 2021)、豆科的大豆 (He *et al.*, 2021)、菊科的向日葵 (He *et al.*, 2021)、錦葵科的棉花 (Wang *et al.*, 2020) 和十字花科的油菜與白菜 (He *et al.*, 2021; Wang *et al.*, 2020) 者，但短於取食禾本科的玉米 (Wang *et al.*, 2020)、大黍與百慕達草 (Murúa and Virla, 2004) 者 (附錄一)。而 30°C 下的族群個體成蟲壽命則大多短於取食前述作物者，推測因食草種類與溫度等實驗環境不同，所以壽命表現亦出現差異。整體而言，取食香蕉葉片秋行軍蟲族群成蟲在 27°C 或 30°C 下，平均壽命皆不到 12 日，僅少數個體可達半個月 (附錄一)。

在族群介量方面，取食香蕉葉片的秋行軍蟲族群所得數值與其他利用不同植物飼育此蟲所發表資料相較，本試驗 30°C 下之族群淨繁殖率 (R_0) 數值大於取食十字花科的油菜與甘藍 (He *et al.*, 2021; Wang *et al.*, 2020)、菊科的向日葵 (He *et al.*, 2021)、茄科的甜椒 (Wu *et al.*, 2021) 和豆科的大豆 (He *et al.*, 2021; Wang *et al.*, 2020) 者，但小於取食禾本科的大黍、百慕達草 (Murúa and Virla, 2004)、玉米、小麥 (Wang *et al.*, 2020)、茄科的番茄 (Wu *et al.*, 2021) 與錦葵科的棉花 (Wang *et al.*, 2020) 者，整體而言，取食禾本科植物族群淨繁殖率數值皆較大 (附錄二)。

本研究所得之秋行軍蟲族群平均世代時間 (GT) 在 27°C 下為 33.1 日，於 30°C 下則為 29.6 日，除了在 27°C 下之族群所得者長於取食玉米的 29.2 日 (Wang *et al.*, 2020) 外，取食其他作物之族群平均世代時間皆較本研究結果長 (附錄二)，其原因可能是本試驗的溫度設定高於其他研究，故所得之時間較短。本試驗之秋行軍蟲族群在 27°C 下終極增值率 (λ) 為 1.1498 day^{-1} ，在 30°C 下則為 1.1822 day^{-1} (附錄二)。利用此二個溫度設定下所得之終極增值率與公式 $N_t = N_0\lambda^t$ (N_t 為最終族群個體數； N_0

為起始族群個體數； λ 為終極增值率； t 為單位時間) (Barclay, 2005) 進行個體數目估算，假設起始族群為 10 隻，在食物充足、雌雄性比 1 : 1 且無其他不利因子條件下，約 30 日後 (略為本研究所得之平均世代時間) 取食香蕉葉片的秋行軍蟲族群分別為 650 (27°C) 與 1,500 隻 (30°C)，於 30°C 下之族群較 27°C 下者個體數量可增加兩倍以上，所以在全球暖化，年均溫頻創新高的現今，吾人應當對此蟲的擴散、繁衍狀況多加留意。而若以 Wang *et al.* (2020) 發表的取食玉米和小麥等禾本科作物秋行軍蟲族群之終極增值率估算，於相同條件下，族群量分別為 4,700 與 2,300 隻 (附錄二)，故相較於香蕉，禾本科作物仍為本蟲較佳寄主。Murúa and Virla (2004) 所發表之以禾本科大黍和百慕達草飼育的秋行軍蟲族群終極增值率高達 2.61 day^{-1} 和 2.18 day^{-1} ，遠高於其他研究所得者 (附錄二)，詳細情況尚待進一步研究。大抵上除禾本科植物試驗所得數據外，取食香蕉葉片與取食其他作物之秋行軍蟲族群相較，前者增長速度往往相差無幾或更勝之 (附錄二)，故除了其主要寄主禾本科作物外，香蕉亦可充為寄主植物。

在不同溫度下，取食香蕉葉片秋行軍蟲幼蟲期的齡別存活率除初齡幼蟲外，其他各齡期尚稱穩定。相較於幼蟲期，此蟲成蟲期的存活率快速下降，且存活時間較短，齡別繁殖值也會隨著存活率的下降而減少 (圖二 A 與 B)。秋行軍蟲成蟲壽命雖較短，但產卵量高，雌蟲於產卵前期後幾乎每日產卵，直到個體死亡。本蟲幼蟲期較生活史中其他階段為長，期望壽命亦最高 (圖三 A 與 B)，且僅於此時期造成農損，所以是防治重點階段。秋行軍蟲成蟲雖壽命不長 (約 12 日)，且對作物並無影響，但因其高繁殖力，短時間內即可產出大量後代 (Sparks, 1979)，故亦不可輕忽。

依目前文獻資料顯示，秋行軍蟲主要取食禾本科植物如玉米、高粱等之莖、葉組織，但此類作物多是以輪作方式短期栽種，並非經年種植，故於休耕或轉作期間，秋行軍蟲必須尋找其他食物來源。再者，秋行軍蟲於個體密度過高或食物匱乏時，亦存在向非偏好植物轉移危害的風險 (Sun *et al.*, 2020)。台灣雲嘉南玉米專業栽培區附近有眾多香蕉植株零星分佈，且每年三月至八月底為止田區主要種植其他作物，故在此主要寄主 (玉米) 空窗期間秋行軍蟲可能轉而取食香蕉等多年生植物葉片並維持少量族群，俟新栽玉米成長後遷入危害。因此，在針對此害蟲之防治措施規劃中不宜忽略此類可能成為暫時棲

附錄一 比較取食不同寄主植物秋行軍蟲族群生活史各階段時間

Appendix 1. Comparison of the duration of life stages of *Spodoptera frugiperda* fed by different host plants

Crop	Temp.	Egg stage (mean ± SE) (days)	Larval stage (mean ± SE) (days)	Pupal stage (mean ± SE) (days)	Adult longevity (mean ± SE) (days)	Reference
<i>Musa × paradisiaca</i>	27°C	2.0 ± 0	16.9 ± 0.2	7.6 ± 0.1	11.3 ± 0.4	this study
<i>Musa × paradisiaca</i>	30°C	2.0 ± 0	14.8 ± 0.2	7.2 ± 0.1	9.4 ± 0.3	this study
<i>Zea mays</i>	26°C	3.0 ± 0	14.9 ± 0.3	11.4 ± 0.2	—	Du Plessis <i>et al.</i> , 2020
<i>Zea mays</i>	30°C	2.0 ± 0	11.4 ± 0.3	9.0 ± 0.1	—	Du Plessis <i>et al.</i> , 2020
<i>Glycine max</i>	25°C	3.0 ± 0	23.3 ± 0.5	9.3 ± 0.1	10.0 ± 0.5	He <i>et al.</i> , 2021
<i>Brassica campestris</i>	25°C	3.0 ± 0	17.6 ± 0.1	12.0 ± 0.1	10.5 ± 0.5	He <i>et al.</i> , 2021
<i>Helianthus annuus</i>	25°C	3.0 ± 0	21.2 ± 0.2	10.3 ± 0.1	10.3 ± 0.3	He <i>et al.</i> , 2021
<i>Panicum maximum</i>	25°C	2.96 ± 0.9	29.89	10.8 ± 1.4	17.4 ± 5.4	Murúa and Virla 2004
<i>Cynodon dactylon</i>	25°C	3.08 ± 0.6	30.90	11.4 ± 1.5	16.2 ± 4.7	Murúa and Virla 2004
<i>Zea mays</i>	25-30°C	2.49 ± 0.1	12.21 ± 0.1	8.90 ± 0.1	12.7	Wang <i>et al.</i> , 2020
<i>Triticum aestivum</i>	25-30°C	2.00 ± 0	12.66 ± 0.1	8.97 ± 0.1	10.1	Wang <i>et al.</i> , 2020
<i>Glycine max</i>	25-30°C	2.95 ± 0.1	16.65 ± 0.2	9.90 ± 0.1	9.3	Wang <i>et al.</i> , 2020
<i>Solanum lycopersicum</i>	25-30°C	2.00 ± 0	24.74 ± 0.3	9.96 ± 0.1	10.04	Wang <i>et al.</i> , 2020
<i>Gossypium arboreum</i>	25-30°C	2.00 ± 0	22.81 ± 0.3	10.13 ± 0.1	12.68	Wang <i>et al.</i> , 2020
<i>Brassica chinensis</i> var. <i>parachinensis</i>	25-30°C	2.0 ± 0.04	29.10 ± 0.3	10.33 ± 0.5	10.25	Wang <i>et al.</i> , 2020
<i>Zea mays</i>	25°C	—	15.21 ± 0.2	10.14 ± 0.1	7.50 ± 0.4	Wu <i>et al.</i> , 2021
<i>Solanum lycopersicum</i>	25°C	—	21.23 ± 0.2	10.49 ± 0.2	9.07 ± 0.4	Wu <i>et al.</i> , 2021
<i>Capsicum annuum</i>	25°C	—	25.18 ± 0.7	10.32 ± 0.2	7.23 ± 0.4	Wu <i>et al.</i> , 2021

所 (shelter; harbor) 之作物。秋行軍蟲在 2021 年 7 月後即進入農民自主防治階段，雖目前政府已公告多種緊急防治用藥，但於台灣此害蟲相關之基礎生態資訊、針對不同作物的各類藥劑濃度、效果、安全採收期、非化學合成有機農藥植保資材之效果與生物防治成效等相關議題，都尚須進一步試驗研究以累積更多資訊，便於研擬適合我國之秋行軍蟲綜合管理策略。本篇為國內外首個分析不同溫度下取食香蕉葉片之秋行軍蟲的生活史與族群介量研究，所獲資料為台灣於此重要害蟲的後續應用研究及防治管理上之重要參考。

誌謝

本研究進行期間承蒙國立中興大學昆蟲學系齊心教授指導兩性生命表軟體操作和行政院農業委員會動植物防疫檢疫局主管一般科技計畫（計畫編號：109 農科-8.4.1-檢-B2(3)）與農產品受損害救助計畫（計畫編號：109 救助調整-檢-09(2) 及 110 救助調整-檢-02(Z)）經費支持，特申謝忱。

引用文獻

- BAPHIQ.** 2008. Compendium of banana diseases and pests. Taipei: Bureau of Animal and Plant Health Inspection and Quarantine, Council of Agriculture, Executive Yuan. 150 pp. (in Chinese)
- Barclay, H.J.** 2005. Mathematical models for the use of sterile insects. pp 147-174. In: Dyck VA, Hendrichs J, Robinson AS (eds). Sterile Insect Technique. Springer, Dordrecht.
- CABI.** 2021. Invasive Species Compendium. Datasheet report for *Spodoptera frugiperda* (fall armyworm). Available from: <https://www.cabi.org/isc/datasheetreport/29810> (last accessed: 25 May 2021)
- Casmuz, A, Juárez, ML, Socías, MG, Murúa, MG, Prieto, S, Medina, S, Willink, E, Gastaminza, G.** 2010. Revisión de los hospederos del gusano cogollero del maíz, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera:

附錄二 比較取食不同寄主植物之秋行軍蟲的族群介量

Appendix 2. Comparison of four population parameters of *Spodoptera frugiperda* fed by different host plants

Crop	Temp.	r (1/day) ^a	R_0 (eggs/individual) ^b	GT (days) ^c	λ (1/day) ^d	Reference
<i>Musa × paradisiaca</i>	27°C	0.1395 ± 0.0077 ^e	103.2 ± 21.5	33.1 ± 0.6	1.1498 ± 0.0089	this study
<i>Musa × paradisiaca</i>	30°C	0.1673 ± 0.0076	143.4 ± 26.2	29.6 ± 0.5	1.1822 ± 0.0091	this study
<i>Glycine max</i>	25°C	0.0844 ± 0.0056	35.31 ± 8.28	42.21 ± 0.49	1.0881 ± 0.0062	He et al., 2021
<i>Brassica campestris</i>	25°C	0.1041 ± 0.0059	58.66 ± 12.63	39.10 ± 0.34	1.1098 ± 0.0066	He et al., 2021
<i>Helianthus annuus</i>	25°C	0.1134 ± 0.0043	98.45 ± 15.66	40.44 ± 0.53	1.1202 ± 0.0048	He et al., 2021
<i>Panicum maximum</i>	25°C	0.96	1214.85	46.38	2.61	Murúa and Virla 2004
<i>Cynodon dactylon</i>	25°C	0.78	678.78	48.27	2.18	Murúa and Virla 2004
<i>Zea mays</i>	25-30°C	0.2056 ± 0.0072	406.37 ± 74.43	29.21 ± 0.32	1.2283 ± 0.0088	Wang et al., 2020
<i>Triticum aestivum</i>	25-30°C	0.1827 ± 0.0101	222.14 ± 56.53	29.58 ± 0.40	1.2004 ± 0.0120	Wang et al., 2020
<i>Glycine max</i>	25-30°C	0.1418 ± 0.0075	200.41 ± 48.73	37.37 ± 0.63	1.1524 ± 0.0086	Wang et al., 2020
<i>Solanum lycopersicum</i>	25-30°C	0.1296 ± 0.0040	261.79 ± 42.18	42.96 ± 0.52	1.1384 ± 0.0050	Wang et al., 2020
<i>Gossypium arboreum</i>	25-30°C	0.1342 ± 0.0046	301.32 ± 47.40	42.55 ± 0.65	1.1436 ± 0.0053	Wang et al., 2020
<i>Brassica chinensis</i> var. <i>parachinensis</i>	25-30°C	0.0444	8.0	46.81	1.0454	Wang et al., 2020
<i>Zea mays</i>	25°C	0.164 ± 0.0070	177.43 ± 34.26	31.62 ± 0.43	1.179 ± 0.008	Wu et al., 2021
<i>Solanum lycopersicum</i>	25°C	0.147 ± 0.0060	275.32 ± 59.83	38.22 ± 0.55	1.158 ± 0.007	Wu et al., 2021
<i>Capsicum annum</i>	25°C	0.081 ± 0.0130	35.26 ± 16.36	44.11 ± 1.57	1.084 ± 0.014	Wu et al., 2021

^a r = Intrinsic rate of increase^b R_0 = Net reproduction rate^c GT = Mean generation time^d λ = Finite rate of increase^e Mean ± SE

- Noctuidae). Revista de la Sociedad Entomológica Argentina 69: 209-231. (in Spanish)
- Chi H.** 1988. Life-table analysis incorporating both sexes and variable development rates among individuals. Environ Entomol 17: 26-34.
- Chi H.** 2021. TWOSEX-MSChart: computer program for age stage, two-sex life table analysis. Available from: <http://140.120.197.173/ecology/> (last accessed: 5 Jan 2021)
- Chi H, Liu H.** 1985. Two new methods for the study of insect population ecology. Bull Inst Zool Acad Sin 24: 225-240.
- Council of Agriculture (COA), Executive Yuan.** 2019. Annual Report of the Agricultural Statistics of the Republic of China of 2019. Available from: <https://www.coa.gov.tw/> (last accessed: 1 May 2021)

- da Silva DM, de Freitas Bueno A, Andrade K, dos Santos Stecca C, Neves PMOJ, de Oliveira MCN.** 2017. Biology and nutrition of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) fed on different food sources.

- Scientia Agricola 74: 18-31.
- Dong Q, Zhou J, Zhu K, Zhang Z.** 2019. A simple method for identification sexuality of *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) pupae and adults. Plant Prot 45: 96-98. (in Chinese)
- Du Plessis H, Schlemmer ML, Van den Berg J.** 2020. The effect of temperature on the development of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). Insects 11: 228.
- Fernandes ERK, Marangoni C, Souza O, Sellin N.** 2013. Thermochemical characterization of banana leaves as a potential energy source. Energy Convers and Manag 75: 603-608.
- Goergen G, Kumar LP, Sankung SB, Togola A, Tamò M.** 2016. First report of outbreaks of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), a new alien invasive pest in west and central Africa. PLOS ONE 11: 1-9. Available from: doi: 10.1371/journal.pone.0165632.
- Guo J, Zhao J, He K, Zhang F, Wang Z.** 2018. Potential invasion of the crop-devastating

- insect pest fall armyworm *Spodoptera frugiperda* to China. Plant Prot 44: 1-10. (in Chinese)
- He LM, Wu QL, Gao XW, Wu KM.** 2021. Population life tables for the invasive fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* fed on major oil crops planted in China. J Integr Agric 20: 745-754.
- Hsieh CH, Chuang WP, Yen SH, Chiang MY, Tsai CY.** 2020. Identification of fall armyworm line and analysis of invading phylogeny. BAPHIQ Quarterly 63: 30-32. (in Chinese).
- Huang YB, Chi H.** 2013. Life tables of *Bactrocera cucurbitae* (Diptera: Tephritidae): with an invalidation of the jackknife technique. J Appl Entomol 137: 327-339.
- Luginbill, P.** 1928. The fall army worm. Washington, D. C: Department of Agriculture, United States. 92 pp.
- Moreau J, Benrey B, Thiery D.** 2006. Grape variety affects larval performance and also female reproductive performance of the European grapevine moth *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae). Bull Entomol Res 96: 205-212.
- Montezano DG, Specht A, Sosa-Gómez DR, Roque-Specht VF, Sousa-Silva JC, Paula-Moraes SV, Peterson JA, Hunt TE.** 2018. Host plants of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in the Americas. Afr Entomol 26: 286-300.
- Murúa G, Virla E.** 2004. Population parameters of *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) fed on corn and two predominant grasses in Tucuman (Argentina). Acta Zoológica Mexicana 20: 199-210.
- Ou-Yang SC, Chu YI.** 1988. The comparison of the development of the tobacco cutworm (*Spodoptera litura* (F.)) reared with natural and artificial diets. Chinese J. Entomol 8: 143-150. (in Chinese)
- Rice ME.** 2017. Briefing note on FAO Actions on Fall Armyworm. FAO. Available from: <http://www.fao.org/3/i7471e/i7471e.pdf> (last accessed: 25 May 2021)
- Rwomushana I.** 2019. *Spodoptera frugiperda* (fall armyworm). Invasive Species Compendium. Wallingford, UK: CABI. Available from: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/29810> (last accessed: 25 May 2021)
- Simmonds NW.** 1960. Notes on banana taxonomy. Kew Bulletin 14: 198-212.
- Sparks AN.** 1979. A review of the biology of the fall armyworm. Fla Entomol 62: 82-87.
- Stokstad E.** 2017. New crop pest takes Africa at lightning speed. Science 356: 473-474.
- Sharanabasappa D, Kalleswaraswamy CM, Asokan R, Swamy HM, Maruthi MS, Pavithra HB, Hegde K, Navi S, Prabhu ST, Goergen G.** 2018. First report of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), an alien invasive pest on maize in India. Pest Manag Hort Ecosyst 24: 23-29.
- SAS.** 2018. SAS/STAT User's guide, version 9.4. SAS Institute, Cary, NC.
- Sun XX, Hu CX, Jia HR, Wu QL, Shen XJ, Zhao SY, Jiang YY, Wu KM.** 2019. Case study on the first immigration of fall armyworm *Spodoptera frugiperda* invading into China. J Integr Agric 18: 2-10.
- Sun XL, Chen CC, Li N, Liu FJ, Dong Y, Qian XN, Xing Y, Liu MM, Li XW.** 2020. The fall armyworm *Spodoptera frugiperda* may transfer to damage tea plant (*Camellia sinensis*). J Tea Sci 40: 105-112. (in Chinese)
- Taiwan Banana Research Institute (TBRI).** 2019. Banana Current News. Available from: <http://www.banana.org.tw/> (last accessed: 1 May 2021) (in Chinese)
- Turner DW, Barkus B.** 1980. An empirical relationship between climate, nutrition and nutrient concentrations in banana leaves. Fruit 35: 151-158.
- Wang WW, He PY, Zhang YY, Liu TX, Jing XF, Zhang S.** 2020. The population growth of *Spodoptera frugiperda* on six cash crop species and implications for its occurrence

and damage potential in China. Insects 11:
639.

**Wu LH, Zhou C, Long GY, Yang XB, Wei ZY, Liao
YJ, Yang H, Hu, CX.** 2021. Fitness of fall
armyworm, *Spodoptera frugiperda* to three
solanaceous vegetables. J Integr Agric 20:

755-763.

**Wu ZW, Shi PQ, Zeng YH, Huang WF, Huang QZ,
Ma XH, Gou LZ.** 2019. Population life tables
of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera:
Noctuidae) fed on three host plant. Plant
Prot 45: 59-64. (in Chinese)

Effect of Temperature on the Demographic Characteristics of *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) Fed on Banana Leaf (*Musa × paradisiaca*)

Hung-Ming Chen, Yen-Po Lin*

Department of Plant Medicine, College of Agriculture, National Chiayi University, Chiayi City, 600355, Taiwan

* Corresponding email: yenpo.lin@mail.ncyu.edu.tw

Received: 16 May 2021 Accepted: 5 September 2021 Available online: 22 October 2021

ABSTRACT

The fall armyworm (FAW), *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), has recently become an invasive species in Taiwan. The FAW is native to the Americas and feeds on at least 353 plant species from more than 76 plant families. Corn (*Zea mays*) and sorghum (*Sorghum bicolor*) are more vulnerable to the FAW than other plants; nevertheless, this polyphagous species could cause severe damage to other essential economic crops. This study investigated whether cultivated bananas (*Musa × paradisiaca*) could harbor FAWs and serve as an alternative host plant. We report the life history of FAWs that fed on banana leaves under laboratory conditions of 27°C and 30°C, with 70% ± 5% relative humidity and a 12-h/day photoperiod. The developmental periods of the larvae and pupae were significantly longer at 27°C (16.9 and 7.6 days, respectively) than at 30°C (14.8 and 7.2 days, respectively). Adults of both sexes had significantly shortened longevity at higher temperatures: females survived 12.1 and 10.7 days at 27°C and 30°C, respectively, whereas males survived 10.6 and 8.1 days at these temperatures, respectively. The differences in average fecundity between the conditions were significant, with 435.8 eggs/female at 27°C and 657.1 eggs/female at 30°C. The results of a two-sex life table analysis revealed that population parameters were also significantly affected by temperature. The intrinsic rate of increase (r), net reproduction rate (R_0), mean generation time (GT), and finite rate of increase (λ) at 27°C and 30°C were 0.1395 and 0.1673 day⁻¹, 103.2 and 143.4 eggs/individual, 33.1 and 29.6 days, and 1.1498 and 1.1822 day⁻¹, respectively. We conclude that FAWs can survive and complete their life history when fed banana leaves. Our data can serve as a reference in integrated pest management efforts to manage damage caused by FAWs in Taiwan.

Key words: *Spodoptera frugiperda*, banana leaves, temperature, life history, population parameters