

路易氏始葉蟎 (*Eotetranychus lewisi*) 於 聖誕紅 (*Euphorbia pulcherrima*) 上之 發育及族群介量

賴信順 林鳳琪*

台中縣 行政院農委會農業試驗所

(接受日期 : 2005 年 11 月 26 日)

摘 要

賴信順 林鳳琪* 2005 路易氏始葉蟎(*Eotetranychus lewisi*)於聖誕紅(*Euphorbia pulcherrima*)上之發育及族群介量 植保會刊 47 : 379 – 390

路易氏始葉蟎 (*Eotetranychus lewisi* McGregor) 以聖誕紅 (*Euphorbia pulcherrima* Willd.) 飼養於 16、18、20、22、24、26、28 和 30 定溫下，觀察溫度對各齡葉蟎發育時間的影響。藉由 2 種發育速率模式來預測其發育總積溫、發育臨界低溫、最適發育溫度和致死溫度。觀察及分析 20、24 和 28 的成蟎壽命、繁殖率及族群介量。結果顯示，卵期在 16-28 時平均發育時間為 2.5-8.1 日，30 時所有供試葉蟎卵均無法孵化。幼蟎期平均發育時間為 1.8-3.9 日，第一若蟎期平均發育時間為 1.4-2.9 日，第二若蟎期平均發育時間為 2.3-4.1 日。由卵發育至成蟎的平均發育時間為 8.0-19.0 日。由直線模式推算卵發育至成蟎的發育總積溫為 159.16 日度 (degree-day)，發育臨界低溫為 8.3。由 Lactin 模式之曲線圖推算卵發育至成蟎的發育臨界低溫為 9.0，最適發育溫度為 27.8，致死溫度為 28.2。在 20、24 和 28 定溫下，雄成蟎壽命依序為 19.4、12.3 和 7.9 日，雌成蟎壽命依序為 12.2、16.0 和 9.6 日；每一雌成蟎一生總產卵量依序為 20.7、50.5 和 32.1 粒。內在增殖率(r)在 20 時為 0.0988/日，在 24 時為 0.1731/日，在 28 時為 0.1145/日。平均世代時間(T)在 20 時為 19.8 日，在 24 時為 16.68 日，在 28 時為 13.16 日。

(關鍵詞：路易氏始葉蟎、聖誕紅、溫度、發育、模式、族群介量)

* 通訊作者。E-mail: fclin@wufeng.tari.gov.tw

緒 言

路易氏始葉蟎 (*Eotetranychus lewisi* McGregor) 屬於真蟎目 (Acariformes) 輻蟎亞目 (Actinedida) 葉蟎科 (Tetranychidae), 英文俗名為 Lewis spider mite。其主要分布在美國西南部、中美洲、葡萄牙及南非等地^(1, 8), 近年來亞洲地區相繼發現紀錄本種葉蟎, 1997 年日本首次發現⁽³⁾, 2001 年在菲律賓被發現⁽⁷⁾。2002 年台灣首次紀錄在盆栽聖誕紅 (*Euphorbia pulcherrima* Willd.) 上發現路易氏始葉蟎, 推測可能隨進口聖誕紅之苗木而侵入台灣。其已知的寄主植物有 10 餘種, 包括聖誕紅、柑橘和木瓜等經濟作物⁽⁹⁾。2003 年調查發現已經擴散至台灣大多數聖誕紅苗圃, 並傳出零星災情, 成為繼銀葉粉蝨 (*Bemisia argentifolii* Bellows and Perring) 之後危害台灣聖誕紅產業之重要入侵有害生物⁽¹⁾。

溫度是影響昆蟲及蟎類發育的關鍵因子之一, 在作物的害蟲管理上, 利用溫度和生物發育速率兩者間之回歸關係, 無論是典型的直線模式或是複雜的非線性模式^(4, 5, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 18), 主要是藉由溫度條件來預測害蟲的發生, 其目的都是為了能建立合適的發育模式, 以便提供發展更健全的防治策略。

關於路易氏始葉蟎的相關生活史研究資料甚少, 國外主要以柑橘為研究對象⁽⁹⁾, 在聖誕紅上的研究, 大多只有危害狀的描述和活動習性的觀察^(1, 8)。台灣目前尚無相關生活史的研究報導。本研究針對路易氏始葉蟎以聖誕紅為寄主, 在不同定溫下進行觀察其生長發育, 以直線及非線性兩種回歸模式模擬溫度與路易氏始葉蟎發育速率之關係, 同時利用兩性生命表估算在不同定溫下本種葉蟎的族群介量, 相關研究結果希望能提供其在防治上之參考。

材料與方法

供試蟲源

將採集自南投縣埔里鎮長春花卉苗圃之路易氏始葉蟎, 置於 24 ± 的養蟲室, 直接飼養在聖誕紅植株上, 定期更換乾淨的聖誕紅植株, 為提供試驗用的蟲源。

試驗載臺

試驗載臺為直徑 12 公分的塑膠圓盤內, 放置一塊化妝棉, 其上放置一片聖誕紅葉片 (約 10 × 6 cm²)。化妝棉浸於水中, 保持化妝棉的濕潤, 藉以防止路易氏始葉蟎逃逸, 並提供聖誕紅葉片所需水分。每日注水入塑膠圓盤, 令其水位與化妝棉同高⁽²⁾。

不同定溫下的發育、存活、成蟎壽命與產卵

由供試蟲源挑出三對成蟎置於試驗載臺的聖誕紅葉片上, 任其產卵 8 小時後, 移去所有成蟎, 將試驗載臺分別移入 16、18、20、22、24、26、28 及 30 的恆溫生長箱中, 該恆溫箱以 120 公升冰箱改裝而成, 試驗前生長箱溫度以水銀溫度計及電子溫溼度紀錄器校正溫度 (HOBO Pro H08), 試驗進行中亦利用電子溫溼度紀錄器監測溫度和濕度。個別溫度誤差範圍在 0.2 內, 相對濕度維持在 80 ± % RH, 光週期 12 : 12 (L : D) 小時。每日定時觀察紀錄路易氏始葉蟎之發育情形, 計算 8 種定溫下卵期、幼蟎期、第一若蟎期和第二若蟎期的發育所需時間及存活率。

將 20、24 和 28 下所發育之成蟎個體, 經雌雄配對後, 每日定時觀察紀錄其存活數及產卵量, 直至所有試驗之成蟎個體均死亡為止, 計算成蟎平均壽命、每日產卵量及總產卵量。

統計分析

溫度與發育速率模式分析

選擇直線及 Lactin 非線性之數學回歸

模式，分析溫度與葉蟪發育速率兩者之關係，其中發育速率為發育所需時間之倒數。

直線回歸模式⁽⁵⁾定義為：

$$D(T) = a + bT$$

其中 T 為飼養葉蟪的定溫()， a 為溫度等於 0 時的發育速率， b 為該直線回歸方程式中的斜率。由估算所得回歸模式，計算葉蟪的發育總積溫 (thermal summation, $K = 1 / b$) 及發育臨界低溫 (low temperature threshold, $T_0 = -a / b$) 其中發育總積溫(K)的標準誤差 (standard error) 由下列公式計算：

$$\frac{\text{S.E. of } b}{b^2}$$

及發育臨界低溫(T_0)的標準誤差則以下列公式計算：

$$\frac{\bar{y}}{b} \sqrt{\frac{S^2}{N \bar{y}^2} + \left[\frac{\text{S.E. of } b}{b} \right]^2}$$

其中 \bar{y} 是樣本平均， N 是樣本數量， S^2 是樣本的殘差平均平方和 (residual mean square)。

Lactin 非線性回歸模式⁽¹⁰⁾，定義為：

$$D(T) = e^{\rho T} - e^{\rho T_L} \frac{T_L - T}{\Delta T} + \lambda$$

其中 T 是飼養的溫度()， T_L 是致死溫度 (lethal temperature)， T 為最適發育溫度 (即為發育速率最大時的溫度) 與致死溫度兩者之差值， ρ 和 λ 是估算介量。

藉此非線性回歸模式估算最適發育溫度 (optimal temperature, $T_L - T$) 和發育臨界低溫 (low temperature threshold, $D(T) = 0$) ⁽¹²⁾。另一方面，利用回歸方程式計算 $D(T) = 0$ 時為致死溫度及 $dD(T)/dT = 0$ 時為

最適發育溫度。

溫度對發育速率直線與非線性模式均利用 SPSS 統計軟體做為分析工具 (SPSS 10.0 for Windows ; SPSS Inc., Chicago, IL, USA)，其中 Lactin 非線性回歸模式 (nonlinear regression) 以 Levenberg-Marquardt 方式推估。

生命表分析

依 Chi⁽⁶⁾ 之兩性生命表理論，利用 TWOSEX 電腦程式計算路易氏始葉蟪在 20、24 及 28 下的族群介量，包括內在增殖率 (intrinsic rate of increase, r)、終極增長率 (finite rate of increase,)、淨增殖率 (net reproductive rate, R_0) 和平均世代時間 (mean generation time, T)。此外，以 SigmaPlot (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 將不同定溫之齡別存活率 (age-specific survivorship, l_x)、齡別繁殖率 (age-specific fecundity, m_x) 及繁殖淨值 (net maternity value, v_x) 等數據繪製成圖，並分析比較。

結 果

平均發育時間

在 16、18、20、22、24、26、28 及 30 定溫下，路易氏始葉蟪各齡期的平均發育所需時間隨溫度增高而縮短 (表一)。卵期在 16-28，平均發育所需時間為 2.5-8.1 日，30 時所有供試葉蟪的卵均無法孵化。幼蟪期平均發育所需時間為 1.8-3.9 日，第一若蟪期平均發育時間為 1.4-2.9 日，第二若蟪期平均發育所需時間為 2.3-4.1 日。由卵發育至成蟪的平均發育所需時間為 8.0-19.0 日。

存活率

路易氏始葉蟪於 16-28 定溫下，由卵發育到成蟪的存活率依序分別為 72.4 %、73.0 %、73.3 %、79.3 %、84.2 %、84.6 %

及 30.2 % (圖一)。

溫度與發育速率模式

直線回歸模式

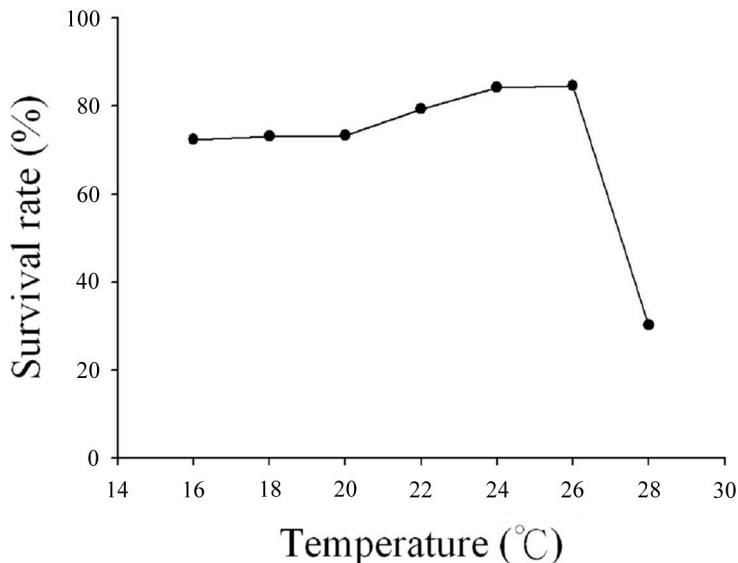
以直線回歸模式計算斜率(b)及截距(a),

其關係圖如圖二,由直線回歸方程式推算出各齡期葉蟎的發育總積溫(thermal summation)和發育臨界低溫(low temperature threshold)(表二)。各齡期的發育總積溫依序為 37.84、39.32、31.94 和

表一、路易氏始葉蟎於 8 種溫度下在聖誕紅上之各齡期平均發育時間

Table 1. Mean developmental times (day, mean \pm S.E.) of immature stages of *Eotetranychus lewisi* at 8 temperatures on poinsettia

Temp.()	No. of eggs	Mean developmental time (day)					No. of adults emerged
		Egg	Larva	Protonymph	Deutonymph	Egg-Adult	
16	52	8.1 \pm 0.1	3.9 \pm 0.1	2.9 \pm 0.1	4.1 \pm 0.1	19.0 \pm 0.2	38
18	48	6.5 \pm 0.1	3.1 \pm 0.1	2.3 \pm 0.1	3.8 \pm 0.2	15.7 \pm 0.3	35
20	60	5.3 \pm 0.2	2.9 \pm 0.1	2.1 \pm 0.1	3.8 \pm 0.1	14.1 \pm 0.2	44
22	57	4.0 \pm 0.1	2.6 \pm 0.1	1.8 \pm 0.1	3.0 \pm 0.1	11.4 \pm 0.2	46
24	57	2.7 \pm 0.1	2.2 \pm 0.1	1.5 \pm 0.1	2.8 \pm 0.1	9.2 \pm 0.2	48
26	51	2.5 \pm 0.1	1.8 \pm 0.1	1.4 \pm 0.1	2.3 \pm 0.1	8.0 \pm 0.1	43
28	96	2.6 \pm 0.1	1.8 \pm 0.1	1.4 \pm 0.1	2.3 \pm 0.1	8.2 \pm 0.2	29
30	30	-	-	-	-	-	-



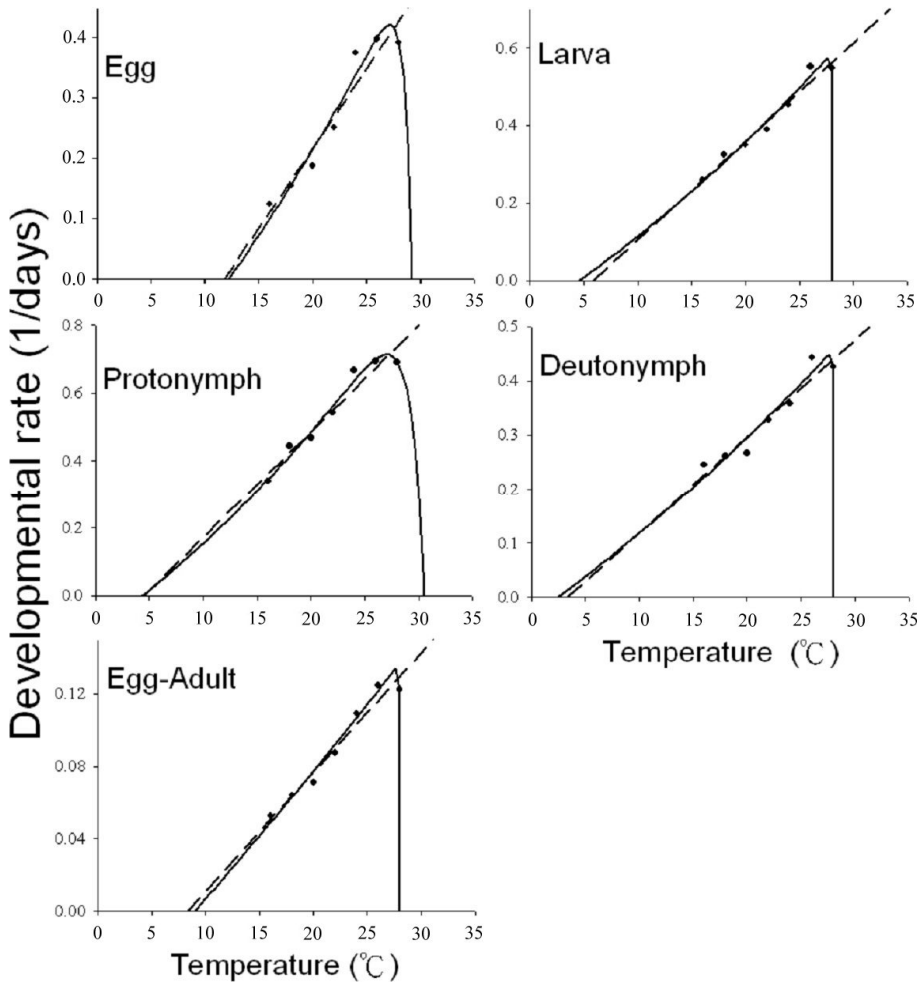
圖一、溫度對於路易氏始葉蟎在聖誕紅上從卵發育到成蟲之存活率(%)的影響。

Fig. 1. Effect of temperature on survival (%) from egg to adult of *Eotetranychus lewisi* on poinsettia.

表二、路易氏始葉蟎在聖誕紅上溫度與發育速率之直線模式

Table 2. Linear model for temperature and developmental rates of *Eotetranychus lewisi* on poinsettia

Life stage	Parameter estimates		R^2	p -value	Thermal summation (degree-day)	Low temperature threshold ()
	a	b				
Egg	-0.313	0.02643	0.93	0.000	37.84 \pm 4.29	11.8 \pm 1.26
Larva	-0.149	0.02543	0.97	0.000	39.32 \pm 3.09	5.9 \pm 1.32
Protonymph	-0.140	0.03131	0.94	0.000	31.94 \pm 3.06	4.5 \pm 1.74
Deutonymph	-0.059	0.01785	0.92	0.001	56.02 \pm 6.27	3.4 \pm 2.16
Egg-Adult	-0.055	0.00658	0.96	0.000	159.16 \pm 23.07	8.3 \pm 2.11



圖二、路易氏始葉蟎在聖誕紅上於 16-28 °C 下的發育速率與溫度間的關係。適合曲線：直線模式 (---) 和 Lactin 模式 (——)。

Fig. 2. Relationships between temperature and developmental rate of *Eotetranychus lewisi* at 16-28 °C on *Euphorbia pulcherrima*. Fitted curves: linear model (---) and Lactin model (——).

表三、路易氏始葉蟎在聖誕紅上溫度與發育速率之 Lactin 模式

Table 3. Lactin model for temperature and developmental rates of *Eotetranychus lewisi* on poinsettia

Life stage	Parameter estimates				R^2	Low temperature threshold ()	Optimal temperature ()
	T_L	T					
Egg	0.0200	30.04	0.659	-1.2761	0.96	12.2	29.38
Larva	0.0184	28.39	0.103	-1.0879	0.98	4.6	28.28
Protonymph	0.0232	31.52	1.248	-1.1054	0.98	4.3	30.27
Deutonymph	0.0143	28.34	0.089	-1.0359	0.94	2.5	28.25
Egg-Adult	0.0064	28.36	0.082	-1.0595	0.98	9.0	28.28

表四、路易氏始葉蟎於 3 種溫度下在聖誕紅上之總產卵量、每日產卵量和成蟎壽命

Table 4. Total and daily fecundity and adult longevity (mean \pm S.E.) of *Eotetranychus lewisi* at 3 temperatures on *Euphorbia pulcherrima*

Temp. ()	Fecundity (no. of eggs)			Adult longevity (day)			
	n	Daily	Total	n	Female	n	Male
20	20	2.0 \pm 0.17	20.7 \pm 2.24	20	12.2 \pm 1.31	24	19.4 \pm 1.33
24	20	3.4 \pm 0.11	50.5 \pm 2.38	20	16.0 \pm 0.61	28	12.3 \pm 0.46
28	13	3.7 \pm 0.26	32.1 \pm 3.14	13	9.6 \pm 0.59	16	7.9 \pm 0.73

表五、路易氏始葉蟎於 3 種溫度下在聖誕紅上之族群介量

Table 5. Population paramters of *Eotetranychus lewisi* at 3 temperatures on *Euphorbia pulcherrima*

Temp. ()	Intrinsic rate of increase r (1/d)	Finite rate of increase (1/d)	Net reproductive rate R_0 (offspring/ \varnothing)	Mean generation time T (d)
20	0.0988	1.1072	6.9	19.8
24	0.1731	1.1879	17.7	16.68
28	0.1145	1.1202	4.34	13.16

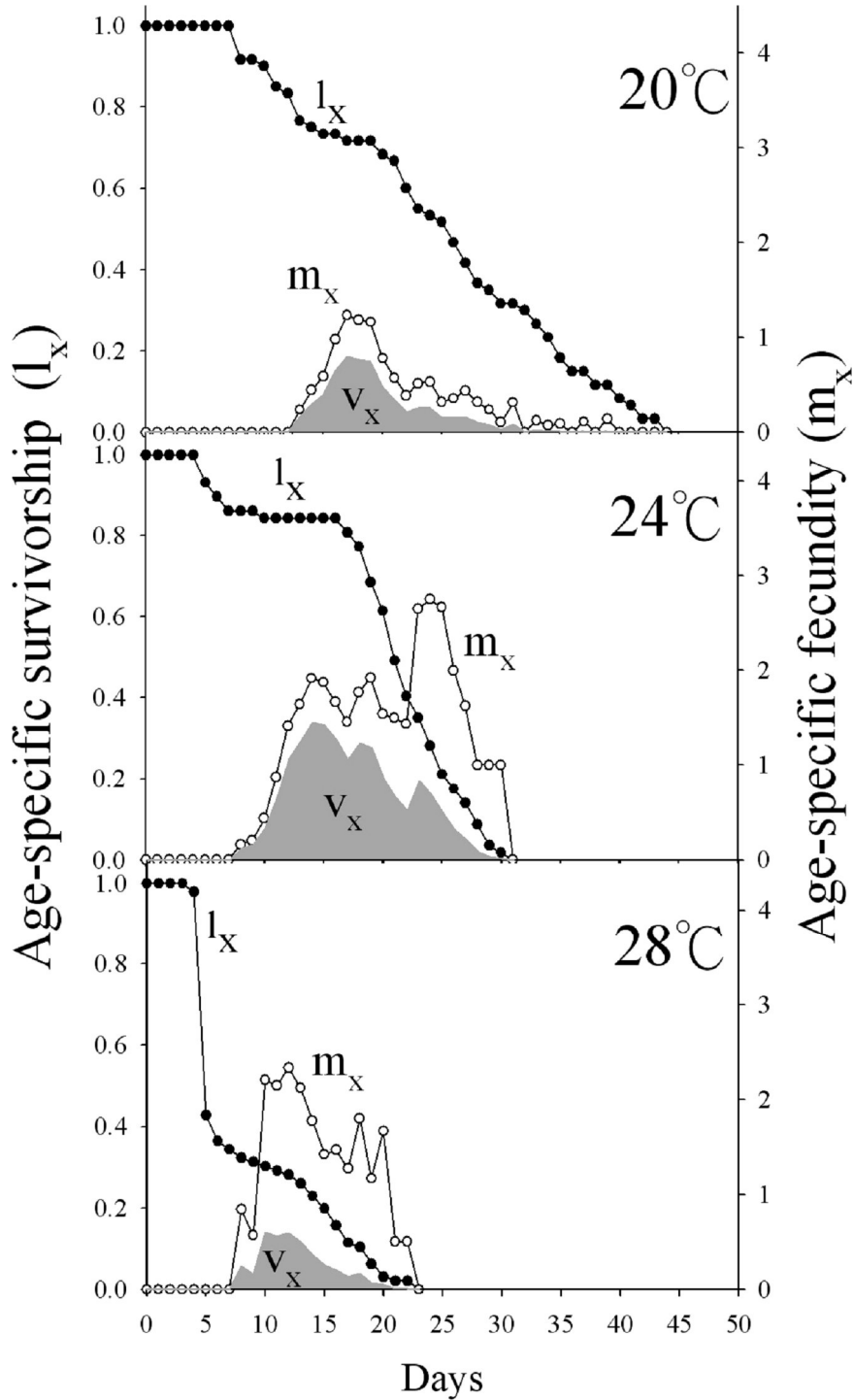
56.02 日度 (degree-day), 發育臨界低溫則為 11.8、5.9、4.5 和 3.4, 未成熟期 (卵發育至成蟎) 的發育總積溫為 159.16 日度, 發育臨界低溫為 8.3。

Lactin 非線性回歸模式

以 Lactin 非線性回歸模式計算各估算介量, 其關係圖如圖二, 並且推算出各齡期葉蟎最適發育溫度 (optimal temperature)

和發育臨界低溫 (low temperature threshold) (表三) 各齡期葉蟎最適發育溫度依序為 29.38、28.28、30.27 和 28.25, 發育臨界低溫為 12.2、4.6、4.3 和 2.5, 致死溫度 (T_L) 為 30.04、28.39、31.52 和 28.34, 未成熟期 (卵發育至成蟎) 的最適發育溫度為 28.28, 發育臨界低溫為 9.0, 致死溫度為 28.36。

由 Lactin 回歸方程式計算各齡期葉蟎



圖三、路易氏始葉蟎在聖誕紅上於 3 種溫度下之齡別存活率 (l_x)、齡別繁殖率 (m_x) 和繁殖淨值 (v_x)。

Fig. 3. Age-specific survivorship (l_x), fecundity (m_x), and net maternity value (v_x) of *Eotetranychus lewisi* at 3 temperatures on *Euphorbia pulcherrima*.

最適發育溫度 (optimal temperature) 依序為 27.1、27.8、27.3 和 27.8，致死溫度 (T_L) 為 29.2、28.3、30.6 和 28.2，未成熟期 (卵發育至成蟎) 的最適發育溫度為 27.8，致死溫度為 28.2。

成蟎壽命與產卵量

在 20、24 和 28 定溫下之成蟎壽命與繁殖量如表四，雄成蟎壽命依序為 19.4、12.3 和 7.9 日，雌成蟎壽命依序為 12.2、16.0 和 9.6 日。

每一雌成蟎一生總產卵量在 20、24 和 28 定溫下依序為 20.7、50.5 和 32.1 粒。每一雌成蟎之每日產卵量依序為 2.0、3.4 和 3.7 粒。

族群介量

路易氏始葉蟎在 20、24 和 28 時的族群介量如表五所示，內在增殖率 (r) 在 20 時為 0.0988/日，在 24 時為 0.1731/日，在 28 時為 0.1145/日。終極增長率 (λ) 在 20 時為 1.1072/日，在 24 時為 1.1879/日，在 28 時為 1.1202/日。淨增殖率 (R_0) 在 20 時為 6.9 粒/，在 24 時為 17.7 粒/，在 28 時為 4.34 粒/。平均世代時間 (T) 在 20 時為 19.8 日，在 24 時為 16.68 日，在 28 時為 13.16 日。

圖三為路易氏始葉蟎在 20、24 和 28 下之齡別存活率 (l_x)、齡別繁殖率 (m_x) 和繁殖淨值 (v_x)。齡別存活率 (l_x) 曲線隨溫度增加而縮短，在 28 時存活 23 天，族群達 50% 自然死亡時間為 5 天；在 24 時存活 31 天，族群達 50% 自然死亡時間為 21 天；在 20 時存活 44 天，族群達 50% 自然死亡時間為 26 天。由齡別繁殖率 (m_x) 曲線可知最大生殖高峰出現在 24 時，雌成蟎在第 24 天時產下 2.75 粒卵，最小生殖高峰出現在 20 時，雌成蟎在第 17 天時產下 1.23 粒卵。繁殖淨值 (v_x) 為齡別存活率乘以齡別繁殖率，其曲線所涵蓋之面積為淨增

殖率淨生殖率 (R_0)，以 24 面積最大。

討 論

路易氏始葉蟎由卵孵化為幼蟎所需的時間，在 16 時平均需 8.1 日，當溫度升高至 22-28 時縮短為平均需 2.5-2.7 日，而由卵發育至成蟎所需發育時間，16 時平均需 19 日，在 26 和 28 時平均需 8 日，但超過 30 時，則卵無法孵化 (表一)，因此由發育時間長短推論 26-28 可能為合適本種葉蟎的發育溫度。在不同溫度下路易氏始葉蟎由卵發育至成蟎的存活率，在 16-26 為 72-85%，但 28 時存活率驟降為 30% (圖一)。由此推論，雖然在 28 本種葉蟎發育所需時間甚短，但其存活率卻較低，所以溫度高於 28 可能不利於路易氏始葉蟎之生存。

以直線回歸模式描述溫度與生物的發育速率之關係最為普遍，因為其所需要的實驗觀察之定溫數較少，並且容易計算與應用。但是其所使用的溫度只侷限於中間區段，因此發育臨界低溫的估算可能僅依靠經驗所選取的實驗溫度範圍，而出現過低或過高的結果。另一方面，生物對於低溫和高溫會有不同的生理現象，低溫會限制生物的生活及發育，但相對增高至某一範圍時也會限制其生長發育，並且存在一致死溫度，因此溫度與發育速率間的關係並非永遠呈直線，而應為曲線之關係，所以嘗試建立各種非線性回歸模式以更合理解釋生物的發育速率與溫度之關係⁽¹⁷⁾。

本研究以 Lactin 模式的介量所估算之致死溫度和最適發育溫度皆大於由該回歸方程式所計算的數值，推測可能與介量的加入有關。Lactin 模式是由 Logan 模式⁽¹¹⁾ 修改而來，其差異在於 Logan 模式無法估算發育臨界低溫，因此 Lactin 模式增加介量，使曲線與橫座標相交，進而能估算發育臨界低溫，並且在判定係數方面比

Logan 模式還要高⁽¹⁰⁾，但是在 Logan 模式中所設定的介量皆具有其生物意義，卻可能在 Lactin 模式中因而受到影響。由表一推論路易氏始葉蟪最適發育溫度可能在 26-28 及致死溫度可能在 28-30，這兩個溫度區間相當窄，使得介量 在本研究中對其他具有生物意義之介量的影響更明顯，因此在本研究中以回歸方程式計算 $dD(T)/dT = 0$ 時為最適發育溫度及 $D(T) = 0$ 時為致死溫度，較能符合實驗觀察的結果。

路易氏始葉蟪在各齡期和未成熟期（卵發育至成蟪）的發育速率與溫度之關係，在直線和 Lactin 曲線回歸的判定係數（ R^2 ）皆在 0.92 以上（表二、表三），雖然 Lactin 模式的判定係數皆比直線模式高，但是並沒有明顯的差距，因此兩種模式在溫度對於路易氏始葉蟪發育速率間之關係均有相當高的解釋能力。由圖二得知，在發育臨界低溫方面，路易氏始葉蟪各齡期在 Lactin 模式的預測和直線模式相近；在致死高溫方面，在卵期、幼蟪期、第二若蟪期和未成熟期（卵發育到成蟪）四種發育時期的致死溫度皆落在 28-29，符合實驗時路易氏始葉蟪在 30 時無法發育的觀察結果。

在 8 個溫度下觀察發育之結果，溫度與發育速率之關係上呈正相關直線模式，但是當溫度超過 24 之 2 個觀察溫度下的發育速率相當接近，並無明顯因溫度增高而呈負相關之現象，當溫度達 30 時，卵則無法發育。故以非線性模式推估其最適發育溫度時，會造成最適發育溫度與致死溫度相當接近的情形。因此以實驗結果而言，作者認為最適溫度應解釋為發育速率最快時之溫度較為適當，因為當溫度達 28

時路易氏始葉蟪之死亡率高達 70%，顯然並不適合其生長。同時非線性模式較適合用來描述模擬發育速率隨著超過某一定溫逐漸降低的生物，較能精確估算相關參數，並符合該生物發育特性。

綜合溫度對存活率和發育速率的影響，就本種葉蟪而言，依照 Lactin 模式推算其最適發育溫度在 27-28，即為其發育速率最快的溫度，但是其在 28 存活率卻驟降剩下 30.2%。這說明溫度與發育速率模式僅止於描述這兩者的關係，個體發育速率最快的溫度不一定適合其族群的增長，因此無法完全藉由溫度對發育速率的影響來說明溫度對於族群增長的影響，因此若更進一步分析其生命表，便更明確了解溫度對族群增長的影響。

在 20、24 和 28 定溫下，在 24 時路易氏始葉蟪的雌成蟪壽命較其他 2 種定溫下的壽命長，而每一雌成蟪的一生總產卵量亦較飼育於其他兩種溫度下之雌成蟪高，推論在 24 適合路易氏始葉蟪繁殖。在 24 時路易氏始葉蟪的內在增殖率（ r ）、終極增長率（ λ ）和淨增殖率（ R_0 ）皆大於 28，其原因可能為存活率和雌成蟪壽命兩方面。在存活率方面，由圖一得知，24 和 26 時卵發育至成蟪的存活率為 85%，但是 28 時減少至 30%。由圖三的齡別存活率（ l_x ）曲線得知，在 28 時，在第 5 天族群便達 50% 自然死亡，但是 24 時，在第 21 天族群才達 50% 自然死亡。在雌成蟪壽命方面，由表四得知，在 28 時的雌成蟪壽命短於 24，雖然 24 和 28 的每日產卵量相近，但其在 28 的總產卵量是少於 24。

由生命表（表五）可知，溫度一旦超過 28，其族群增長趨勢減弱。在相對低溫 20 時，其族群增長趨勢也較 24 為弱。因此推測 24 左右為適合路易氏始葉蟪整個族群增長的溫度。在作者未發表的 2004 年調查埔里一處聖誕紅苗圃路易氏始葉蟪族群密度資料顯示，其族群密度在 4 月時密度下降，在夏天時其發生數量幾近於零，約至 10 月夜溫低於 25 時，其密度方逐漸增加。室內定溫及室外調查之結果兩者可以相互應證。

路易氏始葉蟎被推測為新近侵入台灣的有害生物，當一種生物分散至一新區域，首先必須先適應當地氣候及環境，然後逐漸擴散分布於整個區域，以本研究之結果，路易氏始葉蟎適合生長發育及繁殖約 24 ，發育臨界低溫為 8-9 ，致死高溫為 28-30 ，比對台灣本島的氣候，除海拔較高山區溫度較低，平地地區平均每月最低溫度均達 10 ，已達路易氏始葉蟎之發育臨界低溫，故本種葉蟎在台灣本島存活發育應不致受低溫之威脅。但新竹以南地區每年 5 月至 10 月的月平均溫度大部分超過 28 ，其最高溫度亦達 28 以上，接近或超過路易氏始葉蟎之發育致死高溫，此時其生存可能受威脅，故推測路易氏始葉蟎入侵本島後，在冬季溫度較低時有利其族群增長，而對聖誕紅造成危害，隨著季節變化，族群增長受限於溫度的增高，至夏季族群密度自然下降，對於聖誕紅則不至於造成危害。由本實驗結果，建議防治本葉蟎的最佳時機為每年 10 月夜溫降至 25 以下時，選擇有效殺蟎劑噴施 1-2 次抑制夏季殘存之葉蟎，減緩葉蟎族群密度之上升。路易氏始葉蟎在台灣可能因為人為移動聖誕紅造成迅速的擴散，而在台灣地理環境及氣候之限制下，山區應較平地容易發生路易氏始葉蟎對聖誕紅的危害。

謝 辭

本研究試驗期間承行政院農委會農業試驗所研究員兼組長王清玲博士提供寶貴意見，僅致謝忱。

引用文獻

- 何琦琛、施錫彬。2004。耶誕紅的新害蟎 - 路易氏始葉蟎 (*Eotetranychus lewisi*)。植保會刊 46: 173-176。
- 張國安、施劍瑩。2001。神澤葉蟎 (*Tetranychus kanzawai* Kishida) 在四種茶樹品種上之生活史及內在增殖率。台灣茶葉研究彙報 20: 29-42。
- 未具名。1997。ルイスハダニ。平成 9 年度病害虫発生予察特殊報 (第 1 号)。奈良県病害虫防除所。<http://www.jpnp.ne.jp/nara/toku07.htm>。
- Briere, J. F., Pracros, P., Roux, A. Y. L., and Pierre, J. S. 1999. A novel rate model of temperature-dependent development for arthropods. *Environ. Entomol.* 28: 22-29.
- Campbell, A., Frazer, B. D., Gilbert, N., Gutierrez, A. P., and Mackauer, M. 1974. Temperature requirements of some aphids and their parasites. *J. Appl. Ecol.* 11: 431-438.
- Chi, H. 1997. Computer program for the age-stage, two-sex life table analysis. National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan.
- Corpuz-Raros, L. A. 2001. New mite pests and new host records of phytophagous mites (Acari) from the Philippine. *Philippine. Agri. Sci.* 84: 341-351.
- Doucette, C. F. 1962. The lewis mite, *Eotetranychus lewisi*, on greenhouse poinsettia. *J. Econ. Entomol.* 55: 139-140.
- Jeppson, L. R., Keifer, H. H., and Baker, E. W. 1975. Mites injurious to economic plants. University of California Press, Berkeley and Los Angeles, California. 614 pp.
- Lactin, D. J., Holliday, N. J., Johnson, D. L., and Craigen, R. 1995. Improved rate model of temperature-dependent development by arthropods. *Environ. Entomol.* 24: 68-75.
- Logan, J. A., Wollkind, D. J., Hoyt, S. C.,

- and Tanigoshi, L. K. 1976. An analytic model for description of temperature dependent rate phenomena in arthropods. *Environ. Entomol.* 5: 1133-1140.
12. Roy, M., Brodeur, J., and Cloutier C. 2002. Relationship between temperature and developmental rate of *Stethorus punctillum* (Coleoptera: Coccinellidae) and its prey *Tetranychus mecdanieli* (Acarin: Tetranychidae). *Environ. Entomol.* 31: 177-187.
13. Schoolfield, R. M., Sharpe, P. J. H., and Magnuson, C. E. 1981. Non-linear regression of biological temperature-development rate models based on absolute reaction-rate theory. *J. Theor. Biol.* 88: 719-731.
14. Sharpe, P. J. H., and DeMichele, D. W. 1977. Reaction kinetics of poikilotherm development. *J. Theor. Biol.* 64: 649-670.
15. Stinner, R. E., Gutierrez, A. P., and Butler, G. D. J. 1974. An Algorithm for temperature-development growth rate simulation. *Can. Ent.* 106: 519-524.
16. Taylor, F. 1981. Ecology and evolution of physiological time in insects. *Am. Nat.* 117: 1-23.
17. Wagner, T. L., Wu, H., Sharpe, P. J. H., Schoolfield, R. M., and Coulson, R. N. 1984. Modeling insect development rates: a literature review and application of a biophysical model. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 77: 208-225.
18. Wang, R. L., Lan, Z. X., and Ting, Y. C. 1982. Studies on mathematical models of the relationship between insect development and temperature. *Acta Ecologica Sinica* 2: 47-57.

ABSTRACT

Lai, H. S., and Lin, F. C.* 2005. Development and population parameters of the Lewis spider mite, *Eotetranychus lewisi*, on poinsettia. Plant Prot. Bull. 47: 379-390. (Agricultural Research Institute, Council of Agriculture, Wufeng, Taichung 413, Taiwan (ROC))

Eotetranychus lewisi McGregor was raised at 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28 and 30 °C on poinsettia (*Euphorbia pulcherrima* Willd.), to observe the effect of temperature on the developmental times of the immature stages. We predicted the thermal summation, low temperature threshold, optimal temperature, and lethal temperature with 2 models of the developmental rate. Furthermore, we observed the longevity, fecundity and population parameters of *E. lewisi* at 20, 24, and 28 °C. The results showed that the developmental time of the egg was 2.5-8.1 days at 16-28 °C. At 30 °C, no eggs were able to hatch. The developmental time of larva was 1.8-3.9 days. The developmental time of protonymph was 1.4-2.9 days. The developmental time of deutonymph was 2.3-4.1 days. The developmental time from egg to adult was 8.0-19.0 days. The thermal summation was 159.16 degree-days and the low temperature threshold was 8.3 °C as calculated by the linear model. The low temperature threshold was 8.3 °C, the optimal temperature was 27.8 °C, and the lethal temperature was 28.2 °C as calculated by the curve of Lactin model. At 20, 24 and 28 °C, the longevities of adult male mites were 19.4, 12.3, and 7.9 days and those of female ones were 12.2, 16.0, and 9.6 days, respectively. Total fecundities at 3 constant temperatures were 20.7, 50.5, and 32.1 eggs, respectively. The intrinsic rates of increase were 0.0988/day at 20 °C, 0.1731/day at 24 °C, and 0.1145/day at 28 °C. The mean generation time were 19.8 day at 20 °C, 16.68 day at 24 °C, and 13.16 day at 28 °C.

(Key words: *Eotetranychus lewisi*, *Euphorbia pulcherrima*, temperature, development, model, population parameter)

*Corresponding author. E-mail: fclin@wufeng.tari.gov.tw