



Formosan Entomologist

Journal Homepage: entsocjournal.yabee.com.tw

Development and Population Parameters of the Cowpea Aphid, *Aphis craccivora* Koch (Homoptera: Aphididae), at Various Constant Temperatures 【Research report】

不同定溫下黑豆蚜（半翅目：常蚜科）之發育及族群介量【研究報告】

Mei-Hwa Kuo* and Chia-Yu Chen

郭美華*、陳佳郁

*通訊作者E-mail: mhkuo@dragon.nchu.edu.tw

Received: 2004/10/05 Accepted: 2004/12/15 Available online: 2004/12/01

Abstract

In the laboratory, the development, longevity, fecundity, and population parameters of the cowpea aphid, *Aphis craccivora* Koch, were studied at six constant temperatures (10, 15, 20, 25, 30, and 35 °C) on seedlings of the asparagus bean, *Vigna sesquipedalis* (L.) Fruw. Results showed that the developmental time of immatures was decreased shortened from 28.1 days at 10°C to 4.2 days at 30°C. According to the linear regression analysis of development rate and temperature between 10 and 30°C, overall immature development required 97.2 day-degrees above 7.4°C. Adult longevity decreased from 42.2 days at 15°C to 6.2 days with increasing temperature to 35°C, at which temperature the average progeny per female was more than 82 individuals, up from 15 at 25°C. The intrinsic rate of increase (r) and the finite rate of increase (λ) were the lowest at 10°C ($r = 0.0437/d$, $\lambda = 1.0447/d$), and the highest at 30°C ($r = 0.4330/d$, $\lambda = 1.5419/d$). The population reared at 25°C had the highest net reproductive rate ($R_0 = 97.1$ offspring/female). The mean generation time (T) decreased as the temperature increased from 41.1 days at 10°C to 8.3 days at 35°C.

摘要

以長豇豆 (*Vigna sesquipedalis* (L.) Fruw.) 苗飼育黑豆蚜 (*Aphis craccivora* Koch) · 於實驗室中觀察六個不同定溫處理 (10、15、20、25、30及35°C · 光週期12L: 12D) 對若蚜發育時間、成蚜壽命及繁殖、族群介量之影響。結果顯示若蚜的發育時間由10°C的28.1天縮短至30°C的4.2天。根據10~30°C的發育速率與溫度的直線迴歸分析 · 估算未成熟期的發育臨界低溫為7.4°C · 總積溫為97.2 DD (day-degree) · 成蟲壽命由15°C的42.2天縮短至35°C的6.2天 · 而繁殖率在15~25°C下可達82 (子代/♀) 以上。最小內在增殖率 (r) 為10°C的0.0437/天 · 最大為30°C的0.4330/天；終極增長率 (λ) 由10°C的1.0447/天增加至30°C的1.5419/天。在25°C下的族群具有最高之淨增殖率 (R_0) 為97.1 (子代/♀) · 平均世代時間 (T) 隨著溫度升高而由10°C的41.1天縮短至35°C的8.3天。

Key words: *Aphis craccivora*, population parameters, asparagus bean, temperature, development

關鍵詞: 黑豆蚜、族群介量、長豇豆、溫度、發育

Full Text: [PDF \(0.59 MB\)](#)

下載其它卷期全文 Browse all articles in archive: <http://entsocjournal.yabee.com.tw>

不同定溫下黑豆蚜 (半翅目：常蚜科) 之發育及族群介量

郭美華* 陳佳郁 國立中興大學昆蟲系 台中市南區國光路 250 號

摘 要

以長豇豆 (*Vigna sesquipedalis* (L.) Fruw.) 苗飼育黑豆蚜 (*Aphis craccivora* Koch), 於實驗室中觀察六個不同定溫處理 (10、15、20、25、30 及 35°C, 光週期 12L: 12D) 對若蚜發育時間、成蚜壽命及繁殖、族群介量之影響。結果顯示若蚜的發育時間由 10°C 的 28.1 天縮短至 30°C 的 4.2 天。根據 10~30°C 的發育速率與溫度的直線迴歸分析, 估算未成熟期的發育臨界低溫為 7.4°C, 總積溫為 97.2 DD (day-degree)。成蟲壽命由 15°C 的 42.2 天縮短至 35°C 的 6.2 天, 而繁殖率在 15~25°C 下可達 82 (子代/♀) 以上。最小內在增殖率 (r) 為 10°C 的 0.0437/天, 最大為 30°C 的 0.4330/天; 終極增長率 (λ) 由 10°C 的 1.0447/天增加至 30°C 的 1.5419/天。在 25°C 下的族群具有最高之淨增殖率 (R_0) 為 97.1 (子代/♀)。平均世代時間 (T) 隨著溫度升高而由 10°C 的 41.1 天縮短至 35°C 的 8.3 天。

關鍵詞：黑豆蚜、族群介量、長豇豆、溫度、發育

前 言

黑豆蚜 (*Aphis craccivora* Koch 1854) 為全球廣泛分布的蚜蟲種類之一, 寄主植物種類甚多, 主要危害豆科 (Leguminosae) 植物, 如豇豆 (*Vigna sinensis* Savi)、長豇豆 (*V. sesquipedalis* (L.) Fruw.)、落花生 (*Arachis hypogaea* L.)、苜蓿 (*Medicago sativa* L.) 等。其由美國昆蟲學學會 (Entomological Society of America, ESA) 認可的英名為 cowpea aphid (Stoetzel and Miller, 2001), 另外尚有 groundnut aphid 及 black legume aphid 等。俗名為黑豆蚜 (Tao,

1990), 而中國則稱苜蓿蚜、蠶豆蚜、豆蚜、槐蚜、花生蚜不等。

黑豆蚜在自然界屬常見唯不具經濟危害性的一種昆蟲, 卻於 1999 年秋冬時突然在美國西南部的苜蓿田大量發生, 並逐年往美洲北部擴散且危害嚴重 (Cullen, 2003)。而現今有關黑豆蚜的報告都偏重於植物病毒病的傳播及培育豇豆抗性品種等方面之研究 (Mansour *et al.*, 1982; Atiri *et al.*, 1984; Macfoy and Dabrowski, 1984; Ombakho *et al.*, 1987; Firempong, 1988; Billy *et al.*, 1995), 基本生態的研究則較為缺乏。

黑豆蚜在台灣各地區的豆科作物上終年

*論文聯繫人
e-mail: mhkuo@dragon.nchu.edu.tw

可見，屬於次要性害蟲，但因乏人研究故缺乏該蟲發育速率、臨界發育溫度、齡別繁殖率及齡別存活率等重要的生態資料，因此本文係探討在不同定溫下對黑豆蚜的發育、繁殖之影響，並求其族群介量，以瞭解在不同溫度影響下之生命表。

材料與方法

一、供試寄主植物

將長豇豆 (*V. sesquipedalis*、高雄青莢品種) 種子直播於泥炭土中，在室溫下長出一對幼葉後，剪下約 10 cm 長的豆苗，莖末以濕潤的脫脂棉包裹以保新鮮，並平置於直徑 15 cm、高 1.45 cm 的培養皿 (α_{plus} ® Petri dish) 內，供作試驗時黑豆蚜之寄主植物。

二、供試蟲源之飼育

試驗用的黑豆蚜 (*A. craccivora*) 為 2002 年 6 月採自台中區農業試驗改良場之菜豆 (*Phaseolus vulgaris* L.、台中 1 號品種)，攜回實驗室後在 25°C、光週期 12L: 12D 之生長箱中以上述的供試豆苗飼育，作為供試蟲源。

三、不同定溫對若蟲發育之影響

1. 試驗方法

將無翅胎生母蚜新生的一齡若蚜挑置於供試豆苗進行單隻飼育，並分別於六個不同的定溫處理 (10、15、20、25、30 及 35°C，光週期 12L: 12D)。每個定溫處理作 30 重複以上，並每天觀察記錄各齡期若蚜之發育天數及存活數。試驗期間每週更換新鮮的供試豆苗，並經常保持棉花濕潤。

2. 數據分析

計算不同定溫下各齡期之發育速率，以溫

度為自變數，發育速率為依變數，取呈直線關係的部分 (10~30°C)，利用 SAS 之 REG procedure 進行直線迴歸分析 (SAS Institute, 2000)。若直線迴歸關係成立，則利用直線迴歸方程式之截距 (a) 與斜率 (b)，求出各齡期之發育臨界低溫 ($T_b = -a/b$) 及總積溫 ($K = 1/b$) (Kuo, 1991)。

四、不同定溫對成蟲壽命及繁殖之影響

1. 試驗方法

同前項試驗之條件及方法，每天記錄每隻母蚜所產下的子代若蟲數及其死亡情形，並經常保持棉花濕潤及更換新鮮的供試豆苗。

2. 數據分析

以 SAS 之 GLM procedure 進行不同定溫處理影響成蟲壽命之變方分析，再以 Tukey 的 HSD (Tukey's honestly significant difference) 分析比較不同定溫下有無顯著差異 (SAS Institute, 2000)。不同定溫處理對成蟲繁殖率的分析方法亦同。

五、不同定溫下之族群介量

依 Chi (1997) 之理論，將試驗所得各齡期若蚜之存活天數及母蚜每日所產子代數的資料，利用 TWOSEX 電腦程式計算出黑豆蚜於不同定溫下之齡期頻度分布 (stage frequency distribution)、齡別存活率 (age-specific survivorship, l_x)、齡別繁殖率 (age-specific fecundity, m_x)、繁殖淨值 (net maternity value, v_x)、穩定齡期分布 (stable stage distribution)、終極增長率 (finite rate of increase, λ)、內在增殖率 (intrinsic rate of increase, r)、淨增殖率 (net reproductive rate, R_0)、平均世代時間 (mean generation time, T) 等，再以 Jackknife 法估算族群介量 (λ 、 r 、 R_0 、 T) 之標準偏差 (Chi, 1997)。

利用 SAS 之 GLM procedure 及 Tukey 的 HSD 法比較不同定溫下族群介量有無顯著差異 (SAS Institute, 2000)。

結 果

一、不同定溫下黑豆蚜若蟲之發育、成蟲壽命及其繁殖率

六個定溫下，以長豇豆苗單隻飼育黑豆蚜的平均發育時間如表一所示。各定溫的四齡若蚜均比其他齡期的若蚜需較長的發育時間。10~30°C 之各齡期若蚜的發育時間隨溫度升高而縮短，但最高定溫 35°C 的發育時間反較 30°C 時長。整個未成熟期由 10°C 的 28.1 天縮短到 30°C 的 4.2 天，35°C 時為 4.7 天。

表二為黑豆蚜若蚜各齡期之發育臨界低溫及總積溫之結果，各齡期若蚜的發育速率與溫度呈直線迴歸關係 ($p < 0.01$)。一齡至四齡若蚜的發育臨界低溫分別為 5.7、7.8、7.8 及 7.8°C，總積溫則依序為 26.0、23.6、22.1 及 26.0 DD (day-degree)。而整個未成熟期的發育臨界低溫為 7.4°C、總積溫為 97.2 DD。

在溫度影響成蟲壽命及繁殖的試驗觀察中發現，最高定溫 35°C 下的母蚜可以產下子代，但多為未成熟的胚胎，只有極少數為有活

力的若蚜。表三為不同定溫下的成蟲壽命及繁殖率，由 ANOVA 的分析結果得知不同定溫處理的成蟲壽命及繁殖率皆有顯著差異 (longevity: $F_{5,186} = 124.90, p < 0.0001$; fecundity: $F_{5,186} = 241.13, p < 0.0001$)。除了 10°C 時的成蟲壽命為 20.5 天外，15~35°C 的成蟲壽命隨著溫度升高而顯著縮短，以 15°C 的成蟲壽命 42.2 天為最長，35°C 的 6.2 天為最短。繁殖率方面，其在 10°C 與 35°C 下無顯著差異，每隻母蚜分別可產 6.0 及 5.7 隻子代為最低，而 15~25°C 的繁殖率可達每隻母蚜產 82 隻子代以上，其中以 25°C 的 97.1 (子代/♀) 為最高。另外 30°C 的繁殖率為 62.7 (子代/♀)。

二、不同定溫下黑豆蚜之生命表

1. 齡期頻度分布、齡別存活率、齡別繁殖率及穩定齡期分布

由不同定溫下黑豆蚜之齡期頻度分布圖 (圖一) 可知，隨著溫度的升高，各齡期所佔的日齡範圍有縮短的趨勢。由於族群中每個個體生長發育的表現有差異，故各齡期有重疊現象。

不同定溫下之齡別存活率 (L_x)、齡別繁殖率 (m_x) 及繁殖淨值 (v_x) 如圖二所示。在各定溫下的族群早期為 100% 存活，且有繁殖表現

表一 不同定溫下黑豆蚜若蚜在長豇豆苗上之發育時間

Table 1. Developmental times of immature *Aphis craccivora* reared on asparagus bean seedlings at various constant temperatures

Temp. (°C)	n ¹⁾	Developmental time (day)				
		1 st instar	2 nd instar	3 rd instar	4 th instar	Total of immatures
10	31	5.0 (2.2) ²⁾	7.2 (2.4)	7.0 (1.6)	9.0 (1.8)	28.1 (5.2)
15	30	2.9 (1.2)	3.4 (0.9)	3.4 (0.9)	3.5 (0.9)	13.2 (2.4)
20	32	1.9 (0.7)	2.3 (0.5)	2.2 (0.5)	2.7 (0.6)	9.0 (1.0)
25	35	1.5 (0.5)	1.3 (0.5)	1.1 (0.3)	1.4 (0.5)	5.3 (0.7)
30	30	1.0 (0.0)	1.0 (0.2)	1.0 (0.2)	1.2 (0.4)	4.2 (0.4)
35	34	1.1 (0.2)	1.1 (0.2)	1.1 (0.4)	1.4 (0.6)	4.7 (0.6)

¹⁾ n, sample size.

²⁾ SD, standard deviation.

表二 黑豆蚜若蚜在長豇豆苗上於10-30°C的總積溫及發育臨界低溫

Table 2. Thermal summation and low developmental threshold of different immature *Aphis craccivora* reared on asparagus bean seedlings at various temperatures (10 to 30°C)

Instar	Regression equation ¹⁾	Coefficient of determination R^2	F-value	p-value	Thermal summation K (DD) ²⁾	Low developmental Threshold T_D (°C)
1 st	$y = -0.21865 + 0.03848 x$	0.9721	104.63	0.0020	26.0	5.7
2 nd	$y = -0.32907 + 0.04234 x$	0.9764	124.07	0.0016	23.6	7.8
3 rd	$y = -0.35410 + 0.04553 x$	0.9393	46.42	0.0065	22.1	7.8
4 th	$y = -0.29891 + 0.03840 x$	0.9680	90.66	0.0025	26.0	7.8
Total of immatures	$y = -0.07630 + 0.01029 x$	0.9808	152.93	0.0011	97.2	7.4

¹⁾ x, temperature; y, developmental rate.

²⁾ DD, day-degree.

表三 不同定溫下黑豆蚜在長豇豆苗上之成蟲壽命及繁殖率

Table 3. Longevity and fecundity of adult *Aphis craccivora* reared on asparagus bean seedlings at various constant temperatures

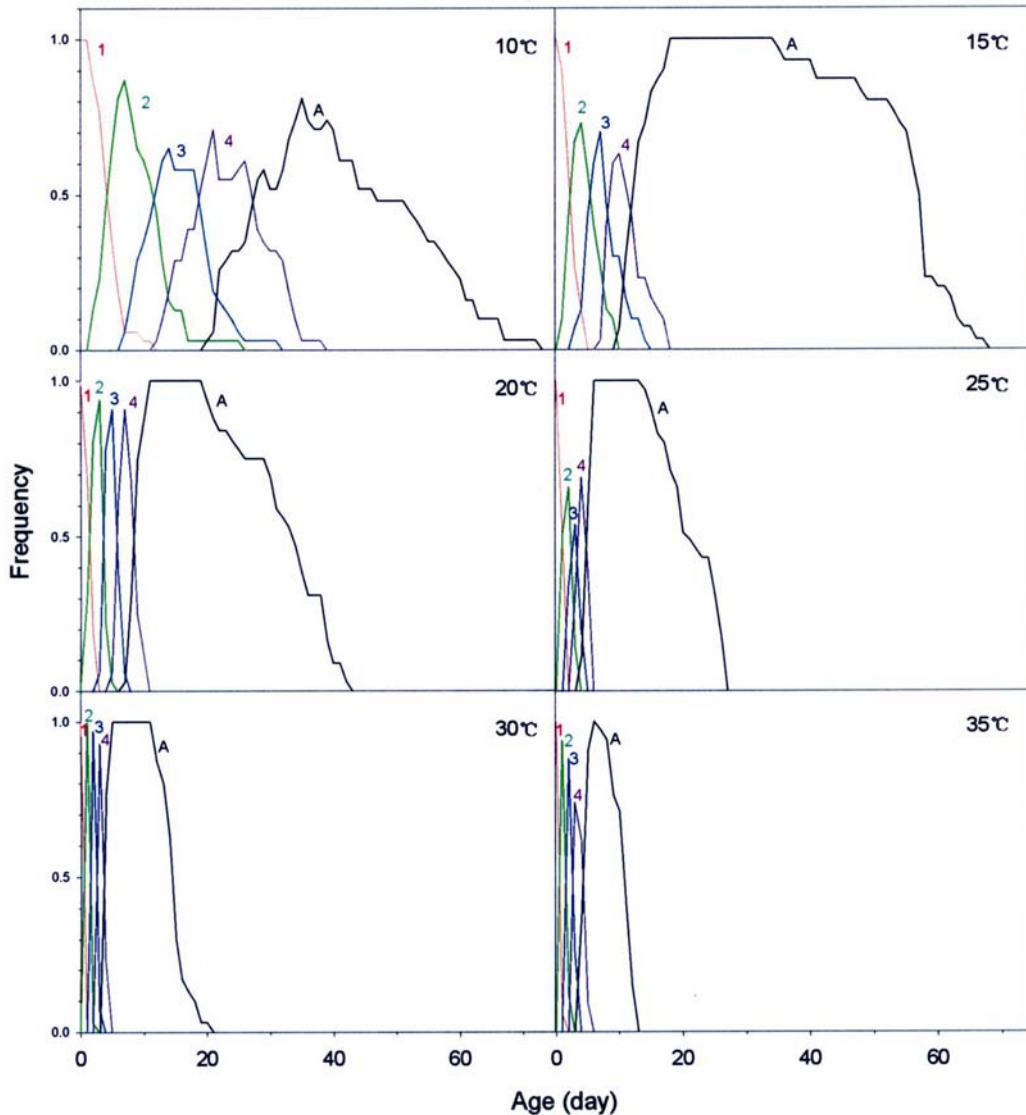
Temp. (°C)	n ¹⁾	Longevity (day)	Fecundity (offspring/♀)
10	31	20.5 bc ³⁾ (10.6) ²⁾	6.0 d (5.8)
15	30	42.2 a (7.8)	86.4 ab (18.2)
20	32	23.6 b (6.9)	82.2 b (20.6)
25	35	16.4 c (4.0)	97.1 a (15.6)
30	30	10.8 d (2.0)	62.7 c (17.5)
35	34	6.2 e (1.5)	5.7 d (6.1)
	F	124.90	241.13
	df	5, 186	5, 186
	p	0.0001	0.0001

^{1), 2)} Same as in Table 1.

³⁾ Means in the same column followed by different letters significantly differ at $p < 0.05$ (Tukey's HSD test).

後才開始有個體死亡，其中 30°C 及 35°C 的齡別存活率較其他定溫提前急遽地下降。溫度愈低時，齡別存活率的曲線則愈延長，如 10°C 時 l_x 曲線長達 73 天為最長，35°C 時 l_x 曲線只達 13 天為最短。另外 10~35°C 六個定溫下的族群全數個體仍存活的時間依序分別為 27、34、19、13、11、6 天；而族群達到 50% 自然死亡的時間則依序分別需要 47、57、34、21、15、11 天。 m_x 在不同定溫下的表現均有所不同，隨著時間呈不規則的波動，其中以 25°C

時第 12 日齡的 10.31 (子代/♀/天) 為最高，而 10°C 時第 53 日齡的 0.60 (子代/♀/天) 為最低。起始繁殖日齡於六個定溫下依序分別為第 24、13、9、5、5 及 5 日齡，似乎隨溫度升高而有提早的趨勢。10~35°C 六個定溫下的族群依序分別在第 67、65、40、27、21 及 11 日齡時， m_x 達到零，其中 25°C 及 30°C 的族群之 l_x 在第 27 及 21 日齡時才下降到零，所以在這兩個定溫下的族群中有一些個體在死亡前仍可以產下子代，其前一日齡的 m_x 分別為 0.33



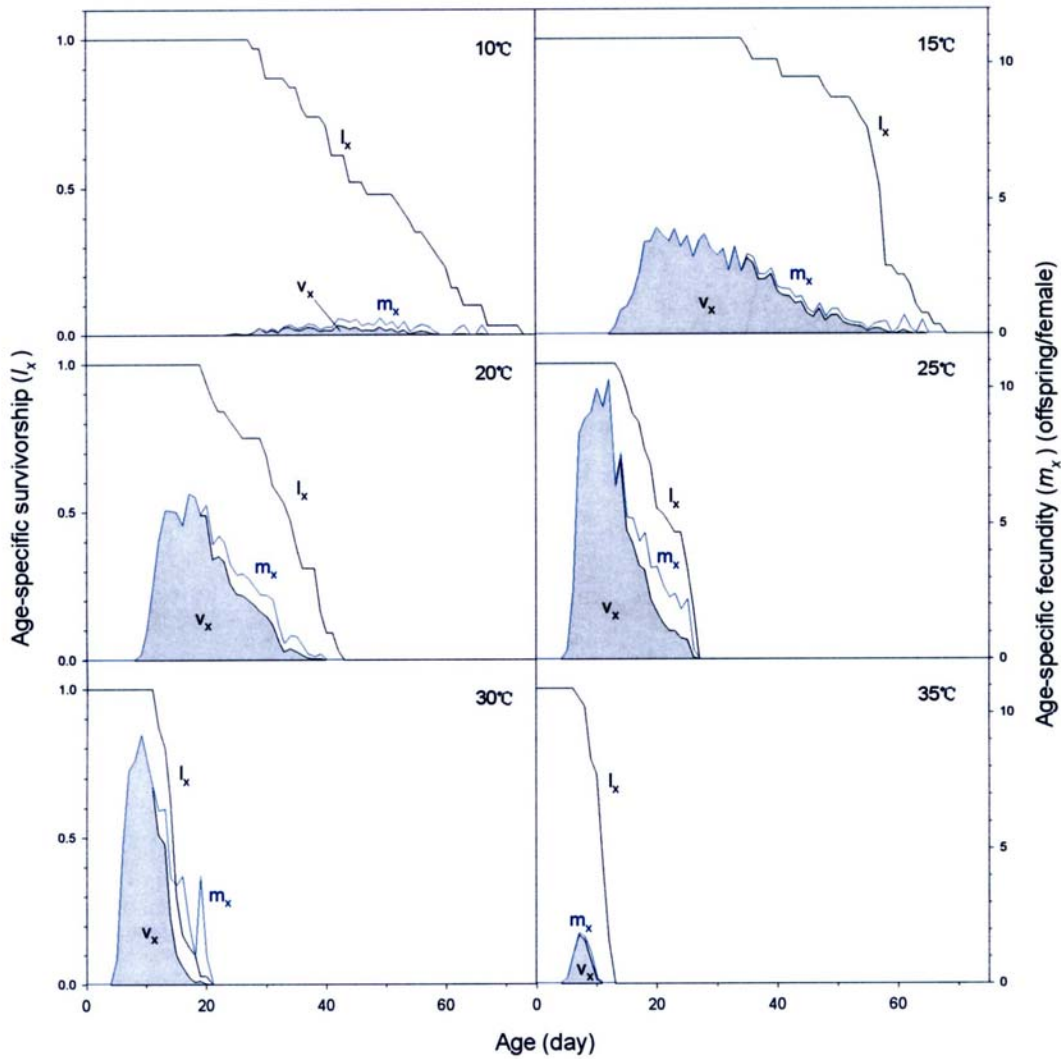
圖一 不同定溫下黑豆蚜在長豇豆苗上之齡期頻度分布。

Fig. 1. Stage frequency distribution of *Aphis craccivora* reared on asparagus bean seedlings at various constant temperatures. (1~4, 1st to 4th instar; A, adult)

及 1 (子代/♀/天)。將 l_x 乘以 m_x 可得 v_x ，而 v_x 所涵蓋的面積就是淨增殖率 (見表五)。雖然 30°C 於第 19 日齡時 m_x 出現高峰 (4 子代/♀/天)，但因 l_x 太低而對族群的貢獻不大 (第 19 日齡時 l_x 為 0.03， v_x 僅 0.12)。另外 10°C 及

35°C 之 v_x 曲線所涵蓋的面積遠小於其他定溫。

由表四的穩定齡期分布看出除 10°C 的各齡期所佔百分比相當接近，介於 16%~25%，其他定溫的若蚜百分比隨著齡期增加而減少，成蟲期的百分比比較第四齡若蚜多。15~30°C 下的



圖二 不同定溫下黑豆蚜在長豇豆苗上之齡別存活率、齡別繁殖率及繁殖淨值。
 Fig. 2. Age-specific survivorship (l_x), age-specific fecundity (m_x), and net maternity value (v_x) of *Aphis craccivora* reared on asparagus bean seedlings at various constant temperatures.

未成熟期，愈年幼的齡期佔的百分比愈多，其中以 25°C 的一齡若蚜佔 45.51% 為最多，而成蟲期的個體則不到族群的兩成 (10.19%~16.07%)，但 35°C 的母蚜所佔比例為 30%，反較其他齡期的若蚜高出許多。

2. 族群介量

依上述資料利用 TWSEX 電腦程式所計算出的各定溫處理之族群介量如表五，再利用 Jackknife 法估算各族群介量的標準偏差 (standard deviation) 並進行變方分析。結果得知不同定溫處理的各族群介量皆有顯著差異 ($\lambda: F_{5,186} = 160.65, p < 0.0001$; $r: F_{5,186} =$

表四 不同定溫下黑豆蚜在長豇豆苗上之穩定齡期分布

Table 4. Stable stage distribution of *Aphis craccivora* reared on asparagus bean seedlings at various constant temperatures

Temp. (°C)	Stable stage distribution (%)				
	1 st instar	2 nd instar	3 rd instar	4 th instar	adult
10	22.37	24.62	17.91	16.38	18.72
15	38.76	26.71	15.67	8.57	10.29
20	37.11	28.27	14.77	9.66	10.19
25	45.51	22.74	11.61	9.06	11.07
30	35.22	23.33	14.96	10.42	16.07
35	22.27	17.84	15.29	14.60	30.00

150.76, $p < 0.0001$; $R_0: F_{5,186} = 241.15, p < 0.0001$; $T: F_{5,186} = 390.33, p < 0.0001$ 。六個定溫下族群皆為正成長 ($\lambda > 1$ 、 $r > 0$ 且 $R_0 > 1$)。λ 及 r 在不同定溫下的變化趨勢相同，於 10~30°C 時隨著溫度升高而增加，但 25°C ($\lambda: 1.5271/\text{天}, r: 0.4234/\text{天}$) 及 30°C ($\lambda: 1.5419/\text{天}, r: 0.4330/\text{天}$) 無顯著差異。 R_0 於 10°C 與 35°C 時無顯著差異，每隻母蚜分別可產 6.0 及 5.7 隻子代為最低；而 15°C 及 25°C 的 R_0 亦無顯著差異，分別為 86.4 及 97.1 (子代/♀) 為最高。 T 隨溫度升高而縮短，但 25~35°C 的平均世代時間 8.3~10.8 天為最短，唯彼此間無顯著差異，而以 10°C 的 41.1 天為最長。

討 論

一、若蟲發育及成蟲繁殖

本研究利用 10~30°C 的適溫範圍內，溫度與發育速率的線性關係計算出未成熟期的總積溫及發育臨界低溫分別為 97.2 DD 及 7.4 °C，與 Ma and Li (1997) 指出黑豆蚜的總積溫為 84.0 DD、發育臨界低溫為 7.7°C，而 Campbell *et al.* (1974) 為 80.0 DD、8.3°C，結果與本試驗有些許差異，這可能是因為黑豆蚜族群適應不同地區氣候條件的關係。而第四齡若蚜發育所需時間較其他齡期長的現象在

Kuo (1991) 對桃蚜 (*Myzus persica* Sultzer) 及 Kuo and Chiang (1999) 對夾竹桃蚜 (*A. nerii* Boyer de Fonscolombe) 的研究報告，都有相同的結果。

相較於其他種類的蚜蟲，黑豆蚜的成蟲繁殖率除了在 10 及 35°C 外，每隻母蚜產下的子代數相當多，尤其在 25°C 時高達 97.1 (子代/♀)。Kuo (1991) 所研究的桃蚜在 15~25°C 時的繁殖率超過 42 (子代/♀) 以上，已是繁殖率相當高的種類，但仍不及黑豆蚜偏高的繁殖潛能。筆者等在試驗觀察時亦曾發現有多隻母蚜一天可產 20 隻以上若蚜的記錄，故黑豆蚜應屬於高繁殖率的種類，不應輕忽其危害。

二、族群介量

由齡期頻度分布圖可發現黑豆蚜生活史中的各發育期有明顯重疊的現象，因為生物個體具有差異而造成齡期的重疊，前人對桃蚜 (Kuo, 1992)、夾竹桃蚜 (Kuo and Chiang, 1999) 及棉蚜 (*A. gossypii* Glover) (Liu *et al.*, 2000) 之研究均有此現象。

由圖二的齡別繁殖率得知於 15~30°C 的族群其繁殖期均隨著溫度升高而縮短，且齡別繁殖率曲線呈一個右偏的趨勢，因此族群增長的潛力集中在繁殖期的前半段，故可在短期內建立龐大的族群。通常繁殖淨值曲線出現愈早

表五 不同定溫下黑豆蚜在長豇豆苗上之族群介量

Table 5. Population parameters of *Aphis craccivora* reared on asparagus bean seedlings at various constant temperatures

Temp. (°C)	Finite rate of increase λ (1/day)	Intrinsic rate of increase r (1/day)	Net reproductive rate R_0 (offspring/♀)	Mean generation time T (day)
10	1.0447 d ¹⁾ (0.0254) ²⁾	0.0437 d (0.0244)	6.0 d (5.8)	41.1 a (7.8)
15	1.1954 c (0.0321)	0.1785 c (0.0267)	86.4 ab (18.2)	25.0 b (3.4)
20	1.2909 b (0.0449)	0.2553 b (0.0345)	82.2 b (20.6)	17.3 c (2.0)
25	1.5271 a (0.0563)	0.4234 a (0.0368)	97.1 a (15.6)	10.8 d (1.1)
30	1.5419 a (0.0633)	0.4330 a (0.0411)	62.7 c (17.5)	9.6 d (0.6)
35	1.2350 bc (0.1788)	0.2111 bc (0.1463)	5.7 d (6.1)	8.3 d (1.3)
<i>F</i>	160.65	150.76	241.15	390.33
df	5, 186	5, 186	5, 186	5, 186
<i>p</i>	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

¹⁾ Values in the same column followed by different letters significantly differ at $p < 0.05$ (Tukey's HSD test).

²⁾ The standard deviation was estimated using the Jackknife method.

(即未成熟期愈短) 且族群中成蟲所佔的比例愈小，表示對族群內在增殖率的貢獻愈大 (Birch, 1948)，而繁殖期的長短不是族群增長的主要因素，因為多數的子代在成蟲壽命初期就產下，不過這樣的生殖策略則需承受子代被天敵捕食的風險 (Hayakawa *et al.*, 1990)。本試驗發現黑豆蚜於各定溫下的穩定齡期分布與族群的繁殖潛能的關係，沒有族群結構愈年輕則繁殖潛能愈高的趨勢，因為 35°C 的成蟲所佔比例最大，但其內在增殖率與 15 及 20°C 無顯著差異，所以內在增殖率的表現受到許多因子的調控，如起始繁殖日齡、繁殖高峰時間、產子代數、繁殖率大小等，且與平均世代時間呈負相關 (Price, 1997)。

淨增殖率為族群經過一平均世代時間後所產生的子代數，但不適合用來比較兩個或多個平均世代時間不同的族群 (Birch, 1948)，

故使用上需考量其與平均世代時間的關係。而另一個可以廣泛應用的族群介量為內在增殖率，其反映了溫度對發育、繁殖及壽命的所有影響 (Tsai and Wang, 1999)。在 25 及 30°C 下，黑豆蚜族群的內在增殖率最高，是因個體發育快、未成熟期存活率高、及較高的齡別繁殖率所致。10°C 下的族群發育期較長、繁殖率減少，故內在增殖率最低。Annan *et al.* (1997) 將不同族群的黑豆蚜飼育在豇豆感性品種 (24±4°C, 40%~90% RH, 14L: 10D) 的研究發現，來自不同地區的黑豆蚜族群之表現有差異，內在增殖率為 0.21~0.34 (/天)、淨增殖率為 22.6~39.7 (子代/♀)、平均世代時間為 10.6~17.2 天。本研究 20°C、25°C 及 30°C 之族群介量表現，發現淨增殖率較 Annan *et al.* (1997) 高出許多外，內在增殖率及平均世代時間結果相似。

引用文獻

- Annan, I. B., W. M. Tingey, and G. A. Schaefers.** 1997. Population dynamics and clonal comparisons of cowpea aphid (Homoptera: Aphididae) on resistant and susceptible cowpea cultivars. *Environ. Entomol.* 26: 250-255.
- Atiri, G. I., E. J. A. Ekpo, and G. Thottappilly.** 1984. The effect of aphid-resistance in cowpea on infestation and development of *Aphis craccivora* and the transmission of cowpea aphid borne mosaic virus. *Ann. Appl. Biol.* 104: 339-346.
- Billy, A. I., G. A. Schaefers, and W. M. Tingey.** 1995. Influence of duration of infestation by cowpea aphid (Aphididae) on growth and yield of resistant and susceptible cowpeas. *Crop Prot.* 14: 533-538.
- Birch, L. C.** 1948. The intrinsic rate of natural increase of an insect population. *J. Anim. Ecol.* 17: 15-26.
- Campbell, A., B. D. Frazer, N. Gilbert, A. P. Gutierrez, and M. Mackauer.** 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. Available at [http://ftp.nchu.edu.tw/nchu/Ecology/Download/Twosex.zip](http://ftp.nchu.edu.tw/nchu/Ecology/Download/Twoosex.zip).
- Cullen, E.** 2003. Cowpea aphids on alfalfa. *Wisconsin Crop Manager* 10: 118-119.
- Firepong, S.** 1988. Components of resistance to *Aphis craccivora* in some cowpea cultivars. *Entomol. Exp. Appl.* 48: 241-246.
- Hayakawa, D. L., E. Grafius, and F. W. Stehr.** 1990. Effects of temperature on longevity, reproduction, and development of the asparagus aphid (Homoptera: Aphididae) and the parasitoid, *Diaeretiella rapae* (Hymenoptera: Braconidae). *Environ. Entomol.* 19: 890-897.
- Kuo, M.-H.** 1991. The effect of temperature and host plant on development and reproduction by *Myzus persicae* (Sulzer). *Chinese J. Entomol.* 11: 118-129 (in Chinese).
- Kuo, M.-H.** 1992. Population parameters of the green peach aphid, *Myzus persicae* (Sulzer), reared on radish and potato at various constant temperatures. *Plant Prot. Bull.* 34: 180-191 (in Chinese).
- Kuo, M.-H., and T.-Y. Chiang.** 1999. Population parameters of *Aphis nerii* and the effect of temperature on its development. *Chinese J. Entomol.* 19: 297-306 (in Chinese).
- Liu, Y.-C., M.-H. Kuo, and S.-C. Yang.** 2000. The development, fecundity and life table of *Aphis gossypii* Glover on lily. *Plant Prot. Bull.* 42: 1-10 (in Chinese).
- Ma, Q., and N. Li.** 1997. Present situations

- of studies on the black bean aphid (*Aphis craccivora* Koch). J. Qinghai Univ. 15: 59-63 (in Chinese).
- Macfoy, C. C. A., and Z. T. Dabrowski.** 1984. Preliminary studies on cowpea resistance to *Aphis craccivora* Koch (Hom., Aphididae). Z. Angew. Entomol. 97: 202-209.
- Mansour, M. H., N. Z. Dimetry, and I. S. Rofaeel.** 1982. The role of coumarin as secondary plant substance in the food specificity of the cow pea aphid *Aphis craccivora* Koch. Z. Angew. Entomol. 93: 151-157.
- Ombakho, G. A., A. P. Tyagi, and R. S. Pathak.** 1987. Inheritance of resistance to the cowpea aphid in cowpea. Theor. Appl. Genet. 74: 817-819.
- Price, P. W.** 1997. Insect Ecology. 3rd ed. J. Wiley, 874 pp.
- SAS Institute.** 2000. SAS/STAT User's Guide, Vers. 8. SAS Institute, Cary, NC.
- Stoetzel, M. B., and G. L. Miller.** 2001. Aerial feeding aphids of corn in the United States with reference to the root-feeding *Aphis maidiradicis* (Homoptera: Aphididae). Fla. Entomol. 84: 83-98.
- Tao, C. C.-C.** 1990. Aphid-fauna of Taiwan Province, China. National Taiwan Museum. 327 pp (in Chinese).
- Tsai, J. H., and K. Wang.** 1999. Life table study of brown citrus aphid (Homoptera: Aphididae) at different temperatures. Environ. Entomol. 28: 412-419.

收件日期：2004年10月05日

接受日期：2004年12月15日

Development and Population Parameters of the Cowpea Aphid, *Aphis craccivora* Koch (Homoptera: Aphididae), at Various Constant Temperatures

Mei-Hwa Kuo* and Chia-Yu Chen Department of Entomology, National Chung-Hsing University, 250, Kuo-Kuang Road, Taichung 402, Taiwan

ABSTRACT

In the laboratory, the development, longevity, fecundity, and population parameters of the cowpea aphid, *Aphis craccivora* Koch, were studied at six constant temperatures (10, 15, 20, 25, 30, and 35 °C) on seedlings of the asparagus bean, *Vigna sesquipedalis* (L.) Fruw. Results showed that the developmental time of immatures was decreased shortened from 28.1 days at 10 °C to 4.2 days at 30 °C. According to the linear regression analysis of development rate and temperature between 10 and 30 °C, overall immature development required 97.2 day-degrees above 7.4 °C. Adult longevity decreased from 42.2 days at 15 °C to 6.2 days with increasing temperature to 35 °C, at which temperature the average progeny per female was more than 82 individuals, up from 15 at 25 °C. The intrinsic rate of increase (r) and the finite rate of increase (λ) were the lowest at 10 °C ($r = 0.0437/d$, $\lambda = 1.0447/d$), and the highest at 30 °C ($r = 0.4330/d$, $\lambda = 1.5419/d$). The population reared at 25 °C had the highest net reproductive rate ($R_0 = 97.1$ offspring/female). The mean generation time (T) decreased as the temperature increased from 41.1 days at 10 °C to 8.3 days at 35 °C.

Key words: *Aphis craccivora*, population parameters, asparagus bean, temperature, development