



茶角盲椿象（半翅目：盲椿科）對茶與雜草之取食選擇及食草適宜性評估

林敬桓¹、陳威嘉²、蔡淑雅²、莊益源^{1*}

¹ 國立中興大學昆蟲學系 402 台中市南區興大路 145 號

² 國立中興大學植物醫學暨安全農業碩士學位學程 402 台中市南區興大路 145 號

* 通訊作者 email: chuangyiyu@nchu.edu.tw

收件日期：2018 年 4 月 9 日 接受日期：2018 年 8 月 10 日 線上刊登日期：2018 年 9 月 20 日

摘 要

茶角盲椿象 (*Helopeltis fasciaticollis* Poppius) 為多食性昆蟲，可危害多種經濟栽培作物。本研究在室內測試其雌成蟲對臺茶 18 號 (Taiwan Tea Experiment Station No. 18, TTES No. 18) 及茶園 4 種常見雜草的取食偏好選擇，結果顯示雌蟲選擇取食臺茶 18 號的相對比率最高；但去除臺茶 18 號的心芽及二片新葉後，則發現其對大花咸豐草 (*Bidens pilosa* L. var. *radiata* Sch.) 的相對取食斑痕比率最高達 59.5%，與其他處理呈現顯著差異；而常見雜草中的兩耳草 (*Paspalum conjugatum* Bergius) 在臺茶 18 號有無去除心芽及新葉的二種模式測試下，皆未在植體上發現遭取食後的斑痕徵狀。此外，分別以臺茶 18 號及大花咸豐草新梢嫩葉作為食草進行室內飼育，結果顯示供食二種植體後，茶角盲椿象皆可完成生活史，且若蟲的發育時間、成蟲壽命、雌成蟲產卵前期、一生平均總產卵量及卵的孵化率分別皆無顯著差異。本研究結果除了確認大花咸豐草於室內環境下可為其寄主植物，且相當適合做為替代食草應用於繁殖繼代族群，另外，取食偏好的結果亦可供茶園雜草管理及草生栽培草種選擇之參考。

關鍵詞：茶角盲椿象、取食偏好、大花咸豐草、兩耳草、生活史、雜草管理。

前 言

茶樹 (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) 為全世界廣泛栽培的特用經濟作物，角盲椿屬 (*Helopeltis*) 害蟲則為嚴重影響茶菁品質及產量的半翅目 (Hemiptera) 害蟲之一，在非洲和印度均曾報導 *Helopeltis schoutedeni* Reuter 和 *Helopeltis theivora* Waterhouse 二種角盲椿象在茶園危害而嚴重影響產量之相關調查 (Sundararaju and Sundara, 1999; Hazarika *et al.*, 2009; Hicks, 2009; Roy *et al.*, 2015)。目前有紀錄危害茶樹、腰

果 (*Anacardium occidentale* Linn.)、可可 (*Theobroma cacao* Linn.)、豆蔻 (*Amomum subulatum* Roxb.) 等經濟作物的此屬害蟲均屬於多食性 (polyphagous) 害蟲，除可危害多種經濟作物，常於寄主植體的幼嫩部位刺吸，影響前述寄主植體生長或可可幼果發育，而導致品質與產量降低 (Abraham and Nair, 1981; Luo and Jin, 1985; Stonedahl, 1991; Sundararaju and Sundara, 1999; Kalita *et al.*, 2000, 2016; Dwomoh *et al.*, 2008)。其中，茶樹更為此屬害蟲的偏好寄主之一，其若、成蟲常集中於新梢嫩芽與新葉部位危害，受害

部位易產生褐化、捲曲、乾枯等徵狀，直接影響當季茶菁採收的品質與產量，而新芽部位受損則可能延遲新梢生成，且雌成蟲產卵於嫩莖部位，都會持續對茶園未來的產量造成影響 (Muraleedharan, 1992; Sudhakaran and Muraleedharan, 2006; Hazarika *et al.*, 2009; Saha *et al.*, 2012; Roy *et al.*, 2015; Chen *et al.*, 2017a)。

此外，Srikumar and Bhat (2013) 曾紀錄角盲椿屬害蟲可利用田間其他非經濟栽培植物作為寄主，如小花蔓澤蘭 (*Mikania micrantha* H.B.K.)、香澤蘭 (*Chromolaena odorata* (L.) R.M. King & H. Rob) 等雜草，且田間調查顯示 *H. theivora* 此種主要危害茶樹及腰果的角盲椿象，終年可利用此等作物周邊常見之香澤蘭雜草繁衍其族群，導致田間防治更加困難。

Chen *et al.* (2017b) 於台灣中部茶園調查與採集茶角盲椿象時，曾記載其成、若蟲常停棲於茶園內或周邊的雜草，且在大花咸豐草 (*Bidens pilosa* L. var. *radiata* Sch.) 及紫花藿香薊 (*Ageratum houstonianum* Mill.) 二種雜草新梢、嫩葉等部位，發現疑似此蟲刺吸後產生之斑痕徵狀。然而，就目前茶角盲椿象分布的地區或國家，尚無文獻特別研究或調查確認此蟲可利用非經濟作物或雜草等作為替代寄主。因此，本研究在實驗室內模擬當茶樹與茶園常見雜草同時存在時，茶角盲椿象對這些植物的取食選擇性，後續以其較偏好之草種做為食草，紀錄其若蟲發育情形、成蟲壽命及繁殖能力等表現。

角盲椿屬害蟲在全球茶樹栽培目前僅能依賴化學防治進行管理，甚至陸續已有此蟲抗藥性報導 (Li *et al.*, 2000; Bora *et al.*, 2007; Mukhopadhyay and Roy, 2013; Roy and Gurusubramanian, 2013; Roy *et al.*, 2015)。而茶角盲椿象目前在台灣中部地區，已在有機栽培茶園中造成嚴重危害 (Chen *et al.*, 2017a)，但以往並無相關非農藥管理方式，因此後續有關非農藥資材 (生物防治或植物原及微生物等資材) 的測試與篩選，均需仰賴室內繁殖之蟲體做進一步測試，但以茶樹新梢葉片供食所費不貲；因此，擬測試以此蟲偏好取食之雜草做為代用食草之可行性，改善茶角盲椿象室內繼代繁殖的花費與便利性。

材料與方法

一、茶角盲椿象蟲源與室內飼育

茶角盲椿象蟲源採集自南投縣魚池鄉日月老茶

廠茶園 (Sun Moon Lake Antique Assam Tea Farm, 23° 55' 02.0" N, 120° 56' 34.4" E) 及埔里鎮東邦有機茶園 (Tung-Pang Organic Tea Plantation, 24° 01' 21.06" N, 120° 56' 30.02" E) 種植臺茶 18 號 (Taiwan Tea Experiment Station No. 18, TTES No. 18) 的茶區，蟲體以網蓋型塑膠採樣杯 (直徑 10.5 cm，高 11.0 cm，PETE，博視科學教育有限公司，台灣) 攜回後，沿用 Lin *et al.* (2018) 於室內繼代飼育此蟲之方法，但改用木框網籠 (30 × 30 × 30 cm) 大量飼育試驗用蟲，供食植體採自東邦茶園含心芽及二片新葉部位 (一心二葉) 的臺茶 18 號新梢枝條，待蟲體發育至成蟲後集中飼育於另一木框網籠，逐日收集嫩莖部位含卵粒的新梢枝條，再扦插於充飽水 (逆滲透水，reverse osmosis water) 海綿後放置於新網籠內待若蟲孵化，養蟲室平均溫度為 $25.4 \pm 1.5^\circ\text{C}$ ，平均相對濕度 (relative humidity, RH) 為 $40.5 \pm 4.6\%$ 。

二、茶角盲椿象雌成蟲對茶園常見雜草的取食偏好試驗

1. 有茶角盲椿象發生之茶園的雜草相調查

2017 年 3~5 月期間，於南投縣埔里鎮及魚池鄉等地區，調查遭受茶角盲椿危害茶園的雜草種類，調查地點包括南投縣埔里鎮東邦有機茶園，及魚池鄉的蔡昇樺茶園 (Cai Sheng-Hua Tea Plantation, 23° 54' 47.1" N, 120° 55' 26.5" E)、方淑珍茶園 (Fang Shu-Zhen Tea Plantation, 23° 55' 09.8" N, 120° 56' 04.4" E)、日月老茶廠茶園、日月潭紅茶園 (Sun Moon Lake Tea Plantation, 23° 54' 34.8" N, 120° 55' 26.6" E) 等 5 處茶園，調查與採樣各茶園及周邊地區發現之各種雜草並攜回實驗室，參考 Lin (1983) 比對與鑑定雜草種類，再比較各茶園雜草發生的差異，以發生種類相似度較高者進行後續試驗。

2. 雜草的採集與處理

依據前述茶園雜草相之調查分析結果，選取發生頻度較高的 4 種雜草，再分別於上述茶園採集此 4 種雜草植體，採集方法如下：闊葉性雜草以剪取長度約 15~20 cm 含新梢嫩葉的植體，以夾鏈袋攜回實驗室，並將莖部浸於水中備用，禾本科雜草則採集連根帶土的植體，以夾鏈袋攜回實驗室，單株將根部置入含水 tip (1250 μL Bulk, VERTEX) 中固定備用。另於東邦有機茶園採集含一心二葉的臺茶 18 號新梢枝條 (長度約 15 cm)，作為取食選擇試驗的對照組。

3. 茶角盲椿象雌成蟲對於茶園常見雜草的取食偏好測試

以茶角盲椿象的雌成蟲 (參考 Lin *et al.* (2018)) 有關茶角盲椿象各生活期的取食測試，雌成蟲期取食茶樹葉片後可造成較多斑痕與最大面積) 進行雜草偏好選擇測試。模擬 4 種茶園常見雜草及臺茶 18 號同時存在時，茶角盲椿象雌成蟲對各植體的取食偏好程度，於實驗室內靠窗邊接近自然明暗環境下進行，分別將 4 種雜草 (均含心芽與二片新葉部位，並保留其餘葉片) 及對照組臺茶 18 號 (僅留一心二葉) 的枝條各 10 枝，分別扦插於 5 塊飽水插花海棉 ($8 \times 22.5 \times 7.8$ cm, 翠筠有限公司, 台北)，調整各植體突出於海綿上約 10 cm，再將此等扦插不同植體的海棉以隨機完全區集設計 (randomized complete block design, RCBD) 縱向置放於大型木框網籠 ($45 \times 45 \times 45$ cm) 內。試驗時逢機選取 10 隻茶角盲椿象雌成蟲移入木框網籠中進行測試，6 h 後分別檢查與記錄每種植體上遭盲椿象取食後造成之斑痕數量，並透過數位影像擷取軟體 (RisingView Software Version 3.7, TEKFAR) 在解剖顯微鏡 (Leica M80, Switzerland) 下分別量測與記錄每一斑痕的面積，試驗進行 4 重複，以雌成蟲在每種植體上產生的平均相對受害斑痕比率及斑痕面積比率進行統計分析 (斑痕之量測方式參考 Chen *et al.* (2017a))，試驗期間平均溫、濕度分別為 $24.5 \pm 0.8^\circ\text{C}$ 及 $57.5 \pm 4.1\%$ RH。

另將對照組臺茶 18 號去除一心二葉 (僅保留第三及四葉片且調整植體突出海綿上約 10 cm) 後，再依照上述方法進行 4 重複試驗，模擬當茶園中茶菁採收或茶樹修剪後的情況，測試雌成蟲對各植體的取食偏好程度，試驗期間平均溫、濕度分別為 $26.1 \pm 0.3^\circ\text{C}$ 及 $52.5 \pm 0.9\%$ RH。

三、以大花咸豐草作為代用食草之評估

茶角盲椿象初齡若蟲孵化後，僅供給前述雜草取食測驗中最偏好的大花咸豐草 (含新梢嫩葉部位) 作為食草，並以供食含一心二葉的臺茶 18 號作為對照組，分別於小型壓克力飼育箱 ($15 \times 15 \times 15$ cm) 內單隻飼育，於實驗室內靠窗邊接近自然明暗環境下進行測試，每日分別供給及更新二種食草各 2 枝，逐日記錄各齡若蟲的蛻皮及存活情形至發育為成蟲，單隻測試每一處理各 20 重複。逢機選取由二種食草飼育後之雌、雄成蟲各 1 隻，分別再以相同之若蟲食草進行飼育，每日分別供給及更新二種食草各 4 枝，至成蟲死亡為止，單對測試每一處理各 6

重複；飼育期間分別逐日記錄雌、雄成蟲存活數量，換算供食不同食草後成蟲的平均壽命。另逐日鏡檢更換的食草並記錄雌成蟲於嫩莖部位的產卵數量，統計各日齡的累計產卵量；鏡檢後則將含卵的枝條扦插於充飽水 (逆滲透水) 插花海棉，觀察與記錄在二種食草嫩莖內卵的孵化數量，計算孵化率。分析茶角盲椿象取食二種食草後的發育時間、雌成蟲的產卵前期 (pre-oviposition period)、平均累計子代數、子代雌雄比等。試驗期間平均溫、濕度分別為 $28.0 \pm 2.0^\circ\text{C}$ 及 $83.5 \pm 8.4\%$ RH。

四、觀察茶角盲椿象餵食兩耳草之發育

兩耳草採集自東邦有機茶園，採集及處理方法如上述，將單枝含嫩葉之兩耳草根部分插入含水 tip 並固定於插花海棉，再移入小型壓克力飼育箱中備用。於實驗室靠窗邊接近自然明暗環境下進行測試，分別逢機選取孵化或蛻皮後的 1~5 齡若蟲進行測試，逐日供給更新的兩耳草進行單隻飼育，每一齡若蟲各進行 20 重複，逐日觀察並記錄各齡若蟲之存活及發育蛻皮情形。茶角盲椿象成蟲餵食兩耳草的存活情形之測試，是逢機選取蛻皮為成蟲後之 1 日齡雌、雄蟲各 1 隻，以前述方式進行單對飼養，共進行 20 重複，逐日觀察並記錄雌、雄成蟲在兩耳草上之存活情形。另測試雌成蟲於兩耳草上的產卵情形，將連根帶土的兩耳草植體移至塑膠杯 (直徑 10.5 cm, 高 6.0 cm, PETE, 博視科學教育事業有限公司, 台灣) 中，並放入壓克力網箱 ($30 \times 30 \times 30$ cm) 內備用，逢機選取 9~10 日齡雌、雄成蟲各 10 隻移入壓克力箱中，24 h 後鏡檢兩耳草植體各部位，記錄雌成蟲產卵的數量，共 4 重複。兩耳草各項測試期間平均溫、濕度分別為 $27.8 \pm 1.4^\circ\text{C}$ 及 $62.6 \pm 8.8\%$ RH。

五、統計與分析

茶角盲椿象對雜草的取食選擇試驗中，相對受害斑痕數量比率 (各別雜草或臺茶 18 號上之斑痕數量/全部植體的總斑痕數量 $\times 100\%$) 及相對受害面積比率 (各別雜草或臺茶 18 號上的受害面積/全部植體的受害總面積 $\times 100\%$) 分別依公式分別換算後，比率數值經轉角轉換後，以一般線性模型 (generalized linear model, GLM) 進行分析，再以費雪爾最小顯著差異法 (Fisher's Least Significant Difference Test, LSD test) 進行檢定。茶角盲椿象餵食二種食草後，各齡若蟲的平均發育時間、成蟲壽命、雌成蟲一生平均總子代數、卵的孵化率及子代雌雄比之分析，以 *t* 檢定 (*t*-test) 進行

表一 有茶角盲椿象發生的茶園之雜草種類

Table 1. Weed species in the current tea plantations infested by *H. fasciaticollis*

Family	Weed Scientific name	Tea plantation				
		Tung-Pang Organic Tea Plantation	Sun Moon Lake Antique Assam Tea Farm	Cai Sheng- Hua Tea Plantation	Fang Shu- Zhen Tea Plantation	Sun Moon Lake Tea Plantation
Caryophyllaceae	<i>Drymaria diandra</i> Blume			V		V
Compositae	<i>Ageratum conyzoides</i> L.			V		V
Compositae	<i>Ageratum houstonianum</i> Mill.	V	V	V	V	V
Compositae	<i>Bidens pilosa</i> L. var. <i>radiata</i>	V	V	V	V	V
Compositae	<i>Ixeris chinensis</i> (Thunb.) Nakai	V				
Compositae	<i>Mikania micrantha</i> H. B. K.	V	V	V		
Convolvulaceae	<i>Ipomoea cairica</i> (L.) Sweet	V				
Cyperaceae	<i>Kyllinga brevifolia</i> Rottb.					
Poaceae	<i>Chrysopogon aciculatus</i> (Retz.) Trin.		V			V
Poaceae	<i>Miscanthus floridulus</i> (Labill.) Warb. ex K. Schum. & Lauterb.	V				
Poaceae	<i>Paspalum conjugatum</i> Bergius	V	V	V	V	V
Polygonaceae	<i>Polygonum chinense</i> L.			V	V	

分析。茶角盲椿象各生活期蟲體供食兩耳草後的存活時間，以 SAS 統計軟體進行單因子為變異數分析 (one-way ANOVA)，再以 LSD test 比較各齡若蟲及雌、雄成蟲存活時間的差異性。

結 果

一、茶角盲椿象雌成蟲對茶園常見雜草的取食偏好

1. 有茶角盲椿象發生之茶園的雜草相

調查 5 個遭受茶角盲椿象嚴重危害茶園及周邊環境的雜草種類，經採樣與鑑定，結果顯示共 12 種雜草，分別隸屬石竹科 (Caryophyllaceae)、菊科 (Compositae)、旋花科 (Convolvulaceae)、莎草科 (Cyperaceae)、禾本科 (Poaceae) 及蓼科 (Polygonaceae) 等 6 科 11 屬。其中以菊科鬼針草屬 (*Bidens*) 的大花咸豐草、藿香薊屬 (*Ageratum*) 的紫花藿香薊及蔓澤蘭屬 (*Mikania*) 小花蔓澤蘭，與禾本科雀稗屬 (*Paspalum*) 的兩耳草 (*Paspalum conjugatum* Bergius) 等 4 種雜草，為 5 個調查茶園中發生頻度較高的草種 (表一)，後續

選取此 4 種雜草測試茶角盲椿象雌成蟲的取食選擇差異。

2. 茶角盲椿象雌成蟲對於茶園常見雜草的取食選擇

臺茶 18 號無去除一心二葉的測試，結果顯示每 10 隻茶角盲椿象雌成蟲在 6 h 內，平均可在所有測試植體上造成 213.3 ± 62.4 個斑痕，其中以在臺茶 18 號上的相對比率最高，佔全部斑痕總數的 $55.3 \pm 16.3\%$ ，與其次大花咸豐草上的 $23.5 \pm 5.6\%$ 兩者間無顯著差異，但與在小花蔓澤蘭、紫花藿香薊、兩耳草等則呈顯著差異 ($F=6.6; df=4, 15; p=0.0029$)，此 3 者的平均相對比率分別為 $11.9 \pm 6.6\%$ 、 $9.4 \pm 8.7\%$ 及 0% ；而所有測試植體上的斑痕總面積達 $687.1 \pm 212.0 \text{ mm}^2$ ，其中在臺茶 18 號上斑痕面積的相對比率最高，佔總斑痕面積的 $66.7 \pm 14.1\%$ ，與在其他 4 種雜草上的相對比率均呈顯著差異 ($F=12.31; df=4, 15; p=0.0001$)，在大花咸豐草、小花蔓澤蘭、紫花藿香薊及兩耳草上的相對比率，分別為 $17.0 \pm 5.3\%$ 、 $9.3 \pm 5.0\%$ 、 $7.0 \pm 6.4\%$ 及 0% (表二)。

表二 茶角盲椿象雌成蟲對臺茶 18 號及四種受測雜草的平均相對危害斑痕數量及面積比率
Table 2. Mean relative ratios of feeding spots and areas of adult *H. fasciaticollis* females on TTES No. 18 and the four weed species

Plant	Relative ratio (%) of feeding spots (mean ± SE)	Relative ratio (%) of feeding areas (mean ± SE)
TTES No. 18	55.3 ± 16.3 ^a	66.7 ± 14.1 ^a
<i>B. pilosa</i>	23.5 ± 5.6 ^{ab}	17.0 ± 5.3 ^b
<i>M. microantha</i>	11.9 ± 6.6 ^{bc}	9.3 ± 5.0 ^{bc}
<i>A. houstonianum</i>	9.4 ± 8.7 ^{bc}	7.0 ± 6.4 ^{bc}
<i>P. conjugatum</i>	0 ^c	0 ^c

According to GLM and LSD test ($\alpha = 0.05$), means in the same column marked with the same letters are not significantly different; data were transformed to arcsine square root before analysis.

表三 茶角盲椿象雌成蟲對去除一心二葉的臺茶 18 號及四種雜草的平均相對危害斑痕數量及面積比率
Table 3. Mean relative ratios of feeding spots and areas of adult *H. fasciaticollis* females on TTES No. 18 (excised bud and the first and second leaves) and the four weed species

Plant	Relative ratio (%) of feeding spots (mean ± SE)	Relative ratio (%) of feeding areas (mean ± SE)
TTES No. 18	27.5 ± 8.0 ^b	39.6 ± 10.5 ^a
<i>B. pilosa</i>	59.5 ± 11.4 ^a	51.3 ± 10.4 ^a
<i>M. microantha</i>	0.8 ± 0.6 ^c	0.7 ± 0.4 ^b
<i>A. houstonianum</i>	12.3 ± 7.9 ^{bc}	8.3 ± 5.4 ^b
<i>P. conjugatum</i>	0 ^c	0 ^b

According to GLM and LSD test ($\alpha = 0.05$), means in the same column marked with the same letters are not significantly different; data were transformed to arcsine square root before analysis.

去除臺茶 18 號一心二葉的測試, 結果顯示每 10 隻雌成蟲在 6 h 內, 平均可在所有測試植體上造 110.3 ± 14.4 個斑痕, 但以大花咸豐草上的相對比率最高, 佔全部斑痕總數的 59.5 ± 11.4%, 與其餘四者呈顯著差異 ($F=13.37$; $df=4, 15$; $p<0.0001$), 在去除一心二葉的臺茶 18 號、小花蔓澤蘭、紫花藿香薊及兩耳草上的平均相對比率, 分別為 27.5 ± 8.0%、0.8 ± 0.6%、12.3 ± 7.9% 及 0%; 而統計所有植體上的斑痕總面積為 269.1 ± 37.6 mm², 其中在大花咸豐草上的斑痕面積相對比率最高, 佔總斑痕面積的 51.3 ± 10.4%, 與在去除一心二葉的臺茶 18 號的 39.6 ± 10.5% 無顯著差異, 但與在小花蔓澤蘭、紫花藿香薊及兩耳草等則呈顯著差異 ($F=16.34$; $df=4, 15$; $p<0.0001$), 此 3 者之相對比率分別為 0.7 ± 0.4%、8.3 ± 5.4% 及 0% (表三)。

二、以大花咸豐草作為代用食草

上述雜草偏好試驗之結果顯示, 不管是否去除臺茶 18 號的一心二葉, 大花咸豐草為茶角盲椿象雌成蟲顯著偏好之雜草種類。當以大花咸豐草為食草植物, 觀察茶角盲椿象各齡若蟲發育情形、成蟲存活與繁殖能力分述如下:

1. 若蟲發育情形

孵化後若蟲分別供食大花咸豐草及臺茶 18 號二種食草後, 結果顯示若蟲的平均發育時間, 一齡若蟲分別為 1.9 ± 0.1 及 2.2 ± 0.1 天 ($t=2.19$; $p=0.0344$), 二齡若蟲為 1.9 ± 0.1 及 1.3 ± 0.1 天 ($t=-3.88$; $p=0.0004$), 三齡若蟲為 1.6 ± 0.2 及 2.4 ± 0.1 天 ($t=3.56$; $p=0.0013$), 一至三齡在大花咸豐草及臺茶 18 號飼育下其發育時間有統計上之差異, 四齡若蟲為 2.4 ± 0.1 及 2.5 ± 0.2 天 ($t=0.36$; $p=0.7237$), 五齡若蟲為 3.5 ± 0.2 及 3.6 ± 0.2 天 ($t=0.71$; $p=0.4877$), 二種食草對四及五齡若蟲的發育時間則無顯著差異, 而若蟲期的總發育時間, 分別為 11.3 ± 0.3 及 11.8 ± 0.4 天, 也無顯著差異 ($t=1.08$; $p=0.291$) (表四)。

2. 成蟲壽命及雌成蟲產卵情形

結果顯示, 成蟲期繼續供食大花咸豐草及臺茶 18 號二種食草, 雌成蟲平均壽命分別為 41.0 ± 8.0 及 35.3 ± 6.6 天, 二者間無顯著差異 ($t=0.55$; $p=0.5974$); 而雄成蟲平均壽命分別為 66.5 ± 8.4 及 47.3 ± 7.5 天, 彼此間亦無顯著差異 ($t=1.69$; $p=0.121$) (表四)。

成蟲期供食大花咸豐草及臺茶 18 號後, 茶角盲椿象雌成蟲之平均產卵前期分別為 6.3 ± 1.2 及 7.7 ± 0.4 天, 二者間無顯著差異 ($t=-1.03$; $p=0.3291$)。

表四 餵食大花咸豐草及臺茶 18 號之茶角盲椿象各齡若蟲發育時間、成蟲壽命及雌成蟲平均產卵量
Table 4. Nymphal instars development time, adult longevity, and mean number of eggs oviposited by adult *H. fasciaticollis* females feeding on *B. pilosa* and TTES No. 18

Plant	Nymphal instar developmental time (days) (Mean ± SE)					Nymph development time (days) (Mean ± SE)	Adult longevity (days) (Mean ± SE)		No. of eggs oviposited by female adult (Mean ± SE)
	1st	2nd	3rd	4th	5th		Female	Male	
<i>B. pilosa</i>	1.9 ± 0.1 ^b (n = 20)	1.9 ± 0.1 ^a (n = 19)	1.6 ± 0.2 ^b (n = 18)	2.4 ± 0.1 ^a (n = 12)	3.5 ± 0.2 ^a (n = 11)	11.3 ± 0.3 ^a (n = 11)	41.0 ± 8.0 ^a (n = 6)	66.5 ± 8.4 ^a (n = 6)	106.2 ± 36.4 ^a (n = 6)
TTES No. 18	2.2 ± 0.1 ^a (n = 20)	1.3 ± 0.1 ^b (n = 19)	2.4 ± 0.1 ^a (n = 18)	2.5 ± 0.2 ^a (n = 14)	3.6 ± 0.2 ^a (n = 11)	11.8 ± 0.4 ^a (n = 11)	35.3 ± 6.6 ^a (n = 6)	47.3 ± 7.5 ^a (n = 6)	57.8 ± 19.7 ^a (n = 6)
(<i>t</i> -value, <i>P</i> -value)	(<i>t</i> = 2.19, <i>P</i> = 0.0344)	(<i>t</i> = -3.88, <i>P</i> = 0.0004)	(<i>t</i> = 3.56, <i>P</i> = 0.0013)	(<i>t</i> = 0.36, <i>P</i> = 0.7237)	(<i>t</i> = 0.71, <i>P</i> = 0.4877)	(<i>t</i> = 1.08, <i>P</i> = 0.291)	(<i>t</i> = 0.55, <i>P</i> = 0.5974)	(<i>t</i> = 1.69, <i>P</i> = 0.121)	(<i>t</i> = 1.17, <i>P</i> = 0.2703)

According to *t*-test at 0.05 level, means in the same column marked with the same letters are not significantly different.

表五 茶角盲椿象各齡若蟲及成蟲於兩耳草上之存活時間
Table 5. Survival times of various life stages of *H. fasciaticollis* on *P. conjugatum*

	Nymph (n/stage = 20)					Adult (n = 20)	
	1st	2nd	3rd	4th	5th	Female	Male
Survival time (mean ± SE) (days)	0.1 ± 0.1 ^d	0.2 ± 0.1 ^{cd}	0.4 ± 0.1 ^{bc}	0.6 ± 0.1 ^b	0.9 ± 0.1 ^a	0.9 ± 0.1 ^a	0.7 ± 0.1 ^{ab}

According to one-way ANOVA and LSD test ($\alpha = 0.05$), means marked with the same letters are not significantly different.

雌成蟲一生平均總產卵量分別為 106.2 ± 36.4 及 57.8 ± 19.7 個，二者間無顯著差異 ($t=1.17$; $p=0.2703$)。而二者卵的孵化率則分別為 35.4 ± 4.4 及 30.6 ± 7.5%，二者間無顯著差異 ($t=0.56$; $p=0.5876$)。待子代再以相同食草飼育至成蟲後，計算雌、雄比率分別為 1.3 ± 0.3 及 1.8 ± 0.3，二者之間亦無顯著差異 ($t=-1.07$; $p=0.3173$)。

三、茶角盲椿象餵食兩耳草之發育情形

結果顯示茶角盲椿象各齡若蟲及成蟲在僅供食兩耳草的情況下，平均存活時間均無法超過 1 天，其中以雌成蟲及五齡若蟲的存活時間最長，均為 0.9 ± 0.1 天，與雄成蟲 0.7 ± 0.1 天之間無顯著差異，但與一、二、三、四齡若蟲等則呈顯著差異 ($F=9.15$; $df=6, 133$; $p<0.0001$)，此四者的存活時間隨齡期增加稍有增長，分別為 0.1 ± 0.1、0.2 ± 0.1、0.4 ± 0.1 及 0.6 ± 0.1 天 (表五)。試驗中均無任何若蟲可成功蛻皮至下一齡，而鏡檢兩耳草則未發現 9~10 日齡雌成蟲可產卵於植體上。

討 論

角盲椿屬害蟲常可危害多種經濟栽培作物 (Abraham and Nair, 1981; Stonedahl, 1991; Sundararaju and Sundara, 1999; Dwomoh *et al.*, 2008; Hazarika *et al.*, 2009; Hicks, 2009; Kalita *et al.*, 2016)，但亦有紀錄此等害蟲可以非經濟栽培之植物或雜草等為食，例如 Srikumar and Bhat (2013) 於室內試驗證實 *H. theivora* 能在香澤蘭上完成生活史，且在經濟栽培區的觀察發現，當其為害的標的作物或偏好的植體部位缺少之季節，此蟲可利用香澤蘭維生，甚至以香澤蘭做為作物噴施農藥期間的躲避處所。而 Roy *et al.* (2009; 2015) 紀錄 *H. theivora* 的寄主植物多達 26 科，除了多種經濟作物外，也將小花蔓澤蘭、香澤蘭等雜草列為其寄主植物。

茶角盲椿象在台灣的茶園早有危害紀錄，近年來更成為台灣中部地區嚴重影響有機茶園茶菁品質與產量的關鍵害蟲 (Huang *et al.*, 1996; Hsiao and

Shiau, 2004; Chen *et al.*, 2017a, b), 然而, 有關此蟲寄主植物均僅述及經濟作物, 如可可、茶樹、胡椒、番石榴、蓮霧、腰果、百香果等 (Luo and Jin, 1985; Chen and Chen, 1989; Stonedahl, 1991; Chen *et al.*, 2017a, b), 尚未有確認或探討非經濟栽培植物可為其寄主之研究。本研究於實驗室內證實在僅供食大花咸豐草的情況下, 茶角盲椿象可成功完成生活史, 亦發現其完成若蟲期的發育時間與供食臺茶 18 號者無顯著差異, 而成蟲餵食此二種食草後, 壽命亦無顯著差異, 且雌成蟲除了可以成功將卵產於大花咸豐草嫩莖部位, 其卵的孵化率亦與產於臺茶 18 號嫩莖者無顯著差異。另從雜草偏好選擇的結果, 亦證實當去除臺茶 18 號的一心二葉後, 茶角盲椿象對大花咸豐草的偏好程度顯著提升。因此, 茶園內或周邊環境的大花咸豐草, 可能在茶菁採收或茶樹修剪後, 成為此蟲的重要代用寄主, 當田間缺乏茶樹新梢葉片的情況下, 茶角盲椿象各生活期都可利用大花咸豐草維生, 而雌成蟲則能找到適合產卵的嫩莖部位繼續繁衍其族群。此外, 在雜草偏好選擇試驗中, 亦發現雌成蟲會在小花蔓澤蘭及紫花藿香薊二種闊葉性雜草上留下取食後的斑痕, 因此, 此等在茶園內或周邊環境常見的闊葉性雜草, 都有成為代用寄主的可能性, 相關發現可提供茶園雜草管理之參考。

台灣茶樹適宜在年平均溫度 15~25°C 地區生長, 且多種植於數百公尺丘陵地至兩千六百公尺的高山坡地間 (Lee *et al.*, 2014)。在多雨季節, 茶園土壤除了常遭沖蝕導致有機質流失, 且面臨嚴重的水土保持問題 (Lin *et al.*, 2007)。兩耳草原本即為台灣山坡地水土保持推薦應用的草種之一, Lin (1988) 曾測試兩耳草對光度及溫度的反應, 結果顯示此草種的光補償點 (light compensation point) 極低, 在低光度 (約為全日照之 8%) 時, 即具有相對較高的光合成率, 而在高溫 (40°C) 環境下的相對光合成率更佳, 顯示此草種比其他草種更利於在低光照下生長, 亦能適應高溫環境。Chiang (1991) 的研究亦指出兩耳草對環境適應性大, 在全日照或低光度的陰濕環境下均可生長良好, 且地下部生長量大, 可發揮土壤固持效果, 具有防止坡地果園水土流失之效果。而根據 Liu (2009) 對於果園雜草施用除草劑後的調查顯示, 施用除草劑樣區雜草種類多且歧異度高, 而未施用者草種單純, 皆以兩耳草為優勢草種, 且兩耳草經割刈後有生長量增加的現象, 隨著割刈次數增加可產生草種純化現象, 而減少其他雜草發生, 因此推薦此草種做為簡化果園雜草管理之

方式。加上在我們的雜草偏好試驗中, 皆未發現兩耳草上有茶角盲椿象的取食斑痕, 而以此草種做為若蟲及成蟲的食草, 亦發現各齡若蟲皆無法成功蛻皮成長, 且若、成蟲各生活期均無法存活超過一天, 顯示此蟲可能無法有效利用兩耳草維生, 另鏡檢後亦未發現其雌成蟲可產卵於嫩莖或其它植體部位。參酌前述有關兩耳草生長特性及對環境的適應性, 及本試驗有關茶園雜草相調查時, 發現此草種普遍發生於慣行或有機栽培模式的茶園, 其原本即能適應茶園環境, 且室內試驗證實此草不適成為茶角盲椿象代用寄主等特性, 在茶菁採收或茶樹強剪後, 應可迫使盲椿象另覓適合寄主。因此, 兩耳草應極具應用潛力, 可推薦作為茶園草生栽培草種選擇之參考。

以往有關角盲椿屬害蟲試驗用蟲的飼育, 均倚賴寄主植物作為食草進行繼代繁殖, Tseng (1990) 以茶樹枝條瓶插法飼育奎寧角盲椿象 (*Helopeltis cinchonae* Mann); Dwomoh *et al.* (2008) 及 Srikumar *et al.* (2014) 分別以腰果的新梢枝條飼育 *H. schoutedeni* 及 *Helopeltis antonii* Sign.; 而 Wang (1985) 及 Lin *et al.* (2018) 則以新鮮茶樹心芽及嫩葉部位飼育茶角盲椿象。此等研究皆以經濟作物的植體部位作為食草, 於室內建立繼代族群供作試驗用蟲。雖然, 文獻紀錄尚有其它茶角盲椿象的寄主如番石榴、蓮霧的嫩葉, 及可可果實部位等 (Luo and Jin, 1985), 可供作為茶樹新梢葉片外的飼育食草, 但考量此蟲偏好取食植體幼嫩部位及其食量, 室內飼育時需耗費大量新鮮食草, 若以此等寄主作物植體或茶樹的新梢作為食草, 除取材不易亦可能傷及植株, 且均所費不貲。而大花咸豐草為目前台灣常見的雜草, 極易繁衍植體且其產生側枝的比例極高, 除有性繁殖外, 植體亦可營養繁殖 (Hsu, 2006)。本試驗確認茶角盲椿象可以大花咸豐草完成生活史, 且若蟲發育時間、成蟲壽命、子代數量及雌雄比等皆與餵食臺茶 18 號者無顯著差異。因此, 以簡便易取得的食草建立此蟲室內繁殖技術, 將有助於後續相關的試驗與研究。

茶角盲椿象的危害已成為台灣有機茶園的棘手問題 Chen *et al.* (2017a, b), 而茶農通常僅能以全園修剪放棄採收來因應, 一則減少耗費更多心力於篩選採收堪用之茶菁, 二則避免因新芽部位受損嚴重而影響茶樹後續生長, 三則希望茶角盲椿象能離開茶園另覓適合寄主。但此時若茶園中仍存在眾多闊葉性雜草, 此蟲極可能將其作為代用寄主而繼續停留於茶園中, 待數周後茶樹新梢成長後再持續造成危害。因此, 在尚未研發有效的非農藥防治策略

前，選擇種植茶角盲椿象非偏好之茶樹品種，或應用其偏好品種作為誘引作物 (Lin *et al.*, 2018)，輔以加強茶園及周邊環境闊葉性雜草管理，或以兩耳草作為草生栽培草種，應可推薦為疏緩其族群持續於茶園危害的暫代耕作防治 (cultural control) 策略。

引用文獻

- Abraham CC, Nair GM.** 1981. Effective management of the tea mosquito bugs for breaking the yield barriers in cashew. *Cashew Causerie* 3: 6-7.
- Bora S, Sarmah M, Rahaman A, Gurusubramanian G.** 2007. Relative toxicity of pyrethroid and non-pyrethroid insecticides against male and female tea mosquito bug, *Helopeltis theivora* Waterhouse (Darjeeling strain). *J Entomol Res* 31: 37-41.
- Chen WC, Lin JH, Chuang YY.** 2017a. Correlation between annual damage fluctuations of *Helopeltis fasciaticollis* (Hemiptera: Miridae) and meteorological factors in a Nantou organic tea plantation. *Formosan Entomol* 37: 88-97. (in Chinese)
- Chen WC, Lin JH, Chuang YY.** 2017b. Tea mosquito bug (*Helopeltis fasciaticollis* Poppius). *J Plant Med* 59: 47-48. (in Chinese)
- Chen Z, Chen X.** 1989. An analysis on the word tea pest fauna. *J Tea Sci* 9: 13-22.
- Chiang YH.** 1991. Studying and selecting natural cover grasses on slopeland orchards in central Taiwan. NCHU Master Thesis. 95 pp. (in Chinese)
- Dwomoh EA, Afun JVK, Ackonor JB.** 2008. Laboratory studies of the biology of *Helopeltis schoutedeni* Reuter (Hemiptera: Miridae), a major sucking pest of cashew (*Anacardium occidentale* Linn.). *J Cell Animal Biol* 2: 55-62.
- Hazarika LK, Bhuyan M, Hazarika BN.** 2009. Insect pests of tea and their management. *Annu Rev Entomol* 54: 267-284.
- Hicks A.** 2009. Current status and future development of global tea production and tea products. *Au J* 12: 251-264.
- Hsiao SN, Shiau JH.** 2004. Monitoring of major tea pests and diseases in eastern part of Taiwan. *Taiwan Tea Res Bull* 23: 91-106. (in Chinese)
- Hsu HM.** 2006. Implications of the invasiveness of *Bidens pilosa* L. var. *radiata* Sch. Bip. by studying its superiority over *Bidens bipinnata* L. NTU Master Thesis. 61 pp. (in Chinese)
- Huang CC, Tsay JG, Cheng MF.** 1996. Preliminary survey on the diseases and insect pests of tea (*Camellia sinensis* L.) in Chiayi mountain area. *J Natl Chia-Yi Inst Agri* 47: 119-127. (in Chinese)
- Kalita H, Deka MK, Singh K.** 2000. Diet breadth of tea mosquito bug, *Helopeltis theivora* Waterhouse (Hemiptera: Miridae). *Crop Res* 19: 122-124.
- Kalita H, Avasthe RK, Gopi R, Yadav A, Singh M.** 2016. Tea mosquito bug (*Helopeltis theivora*) and mealy bug (*Paraputo theaecola*) - new threats to large cardamom. *Curr Sci* 110: 1390-1391.
- Li X, Zangerl AR, Schuler MA, Berenbaum MR.** 2000. Cross-resistance to α -cypermethrin after xanthotoxin ingestion in *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae). *J Econ Entomol* 93: 18-25.
- Lin JH, Chen WC, Chuang YY.** 2018. Feeding capacity of *Helopeltis fasciaticollis* (Hemiptera: Miridae) and feeding preference of female adults for tea (*Camellia sinensis*) cultivars. *Formosan Entomol* 38: 1-11. (in Chinese)
- Lin PC.** 1983. Management of weeds in tea plantation. Taiwan Tea Experiment Station. 192 pp.
- Lin SH.** 1988. Responses of soil-conserving grasses to soil moisture, light intensity and temperatures. *J Chinese Soil Water Conserv* 19: 1-13. (in Chinese)
- Lin LL, Tu YT, Tsai YZ, Tu CT.** 2007. A study of soil water characteristic curves on tea

- plantations under different soil conservation practices. *J Soil Water Conserv* 39: 73-85.
- Liu SS.** 2009. Study on the weed management and selection of slope orchard- case of slopeland orchard on Shinkang Town, Taichung County. NCHU Master Thesis. 81 pp. (in Chinese).
- Luo YM, Jin OA.** 1985. Notes on two *Helopeltis* bugs in Hainan Island. *Chinese J Trop Crops* 6: 119-128. (in Chinese)
- Mukhopadhyay A, Roy S.** 2013. Development of tolerant traits in tea mosquito bug (*Helopeltis theivora* Waterhouse) (Hemiptera: Miridae) under insecticide stress. *Int J Bioresour Stress Manag.* 3: 418-423.
- Muraleedharan N.** 1992. Pest control in Asia. pp. 375-412. In: Wilson KC, Clifford MN (eds). *Tea: Cultivation to Consumption*. Chapman and Hall, London.
- Roy S, Gurusubramanian G.** 2013. Comparison of life cycle traits of *Helopeltis theivora* Waterhouse (Heteroptera: Miridae) population infesting organic and conventional tea plantations, with emphasis on deltamethrin resistance. *Arch Biol Sci* 65: 57-64.
- Roy S, Mukhopadhyay A, Gurusubramanian G.** 2009. Comparative lifecycle pattern of tea mosquito bug *Helopeltis theivora* (Miridae: Heteroptera) on tea (*Camellia sinensis*) and weed (*Mikania micrantha*). *J Appl Zool Res* 20: 111-114.
- Roy S, Muraleedharan N, Mukhopadhyay A, Handique G.** 2015. The tea mosquito bug, *Helopeltis theivora* Waterhouse (Heteroptera: Miridae): its status, biology, ecology and management in tea plantations. *Int J Pest Manage* 61: 179-197.
- Saha D, Mukhopadhyay A, Bahadur M.** 2012. Effect of host plants on fitness traits and detoxifying enzymes activity of *Helopeltis theivora*, a major sucking insect pest of tea. *Phytoparasitica* 40: 433-444.
- Srikumar KK, Bhat PS.** 2013. Biology of the tea mosquito bug (*Helopeltis theivora* Waterhouse) on *Chromolaena odorata* (L.) R.M. King & H. Rob. *Chilean J Agri Res* 73: 309-314.
- Srikumar KK, Bhat PS, Raviprasad TN, Vanitha K.** 2014. Biology, behaviour and functional response of *Cydnocoris gilvus* Brum. (Heteroptera: Reduviidae: Harpactorinae) a predator of tea mosquito bug (*Helopeltis antonii* Sign.). *J Threatened Taxa* 6: 5864-5870.
- Stonedahl GM.** 1991. The oriental species of *Helopeltis* (Heteroptera: Miridae): a review of economic literature and guide to identification. *Bull Entomol Res* 81: 465-490.
- Sudhakaran R, Muraleedharan N.** 2006. Biology of *Helopeltis theivora* (Hemiptera: Miridae) infesting tea. *Entomon* 31: 165-180.
- Sundararaju D, Sundara BPC.** 1999. *Helopeltis* spp. (Heteroptera: Miridae) and their management in plantation and horticultural crops of India. *J Plantation Crops* 27: 155-174.
- Tseng HK.** 1990. Life history and consumption damage of *Helopeltis cinchouae* Mann., the tea mosquito bug. *Taiwan Tea Res Bull* 9: 71-77. (in Chinese)
- Wang JW.** 1985. A study of the biology character and prevent and elimination of the *Helopeltis fasciaticollis* Poppius in the tea trees. *Nat Sci J Hainan Univ* 3: 23-31. (in Chinese)

Evaluation of Feeding Activity and Host Suitability of Tea Mosquito Bug, *Helopeltis fasciaticollis* (Hemiptera: Miridae) on Tea and Common Weed Species Presented in Tea Plantation

Jing-Huan Lin¹, Wei-Chia Chen², Su-Ya Cai², and Yi-Yuan Chuang^{1*}

¹ Department of Entomology, National Chung Hsing University, Taichung 402, Taiwan

² Master Program for Plant Medicine and Good Agricultural Practice, National Chung Hsing University, Taichung 402, Taiwan

* Corresponding email: chuangyiyu@nchu.edu.tw

Received: 9 April 2018

Accepted: 10 August 2018

Available online: 20 September 2018

ABSTRACT

The tea mosquito bug, *Helopeltis fasciaticollis* Poppius, is a polyphagous pest, which causes damage to various crops, leading to economic losses. Field surveys have indicated that common weed species present in tea plantations can be potential hosts. Here to determine whether weeds can be used as alternative hosts of *H. fasciaticollis*, laboratory studies were conducted to compare the feeding activities of adult *H. fasciaticollis* females on *Ageratum houstonianum* Mill., *Bidens pilosa* L. var. *radiata*, *Mikania micrantha* H. B. K., and *Paspalum conjugatum* Bergius four types of weeds that grow in tea plantations with those on tea plants with or without fresh shoots (Taiwan Tea Experiment Station No. 18, TTES No. 18). The results showed that fresh tea shoots were the most preferred, with the highest relative ratios of feeding spots and areas. However, when the fresh tea shoots were removed, *B. pilosa* became the most preferred, with the mean relative feeding spot ratio of 59.5%. By contrast, no feeding spots were observed on *P. conjugatum* in both experiments. The host suitability study showed that *H. fasciaticollis* could complete its life cycle on the fresh shoots of both *B. pilosa* and TTES No. 18. Nymph development time, adult longevity, preovipositional period, mean number of eggs oviposited by female adults, and egg hatching rate of *H. fasciaticollis* on both *B. pilosa* and TTES No. 18 did not differ significantly. Taken together, *B. pilosa* can be a host plant of *H. fasciaticollis* in an indoor environment, and by using *B. pilosa* as an alternative diet for rearing *H. fasciaticollis*, weed management or grass cultivation in tea plantations may be studied further.

Key words: *Helopeltis fasciaticollis* Poppius, feeding activity, *Bidens pilosa* L. var. *radiata*, *Paspalum conjugatum* Bergius, life cycle, weed management