



# Formosan Entomologist

Journal Homepage: [entsocjournal.yabee.com.tw](http://entsocjournal.yabee.com.tw)

## Seasonal Occurrence, Hosts, Life History and the Biocontrol Potential of a Mycophagus Ladybird *Illeis koebelei* (Coleoptera: Coccinellidae: Halysziini) in Southern Taiwan 【Research report】

### 嘉南地區柯氏食菌瓢蟲季節性發生、取食對象、生活史及瓜類白粉病防治潛力評估【研究報告】

I-Hsin Sung<sup>1\*</sup>, Yea-Fang Wu<sup>2</sup>, Ming-Ying Lin<sup>2</sup>, and Shen-Kuan Chen<sup>2</sup>

宋一鑫<sup>1\*</sup>、吳雅芳<sup>2</sup>、林明瑩<sup>2</sup>、陳昇寬<sup>2</sup>

\*通訊作者E-mail: [issung@mdais.gov.tw](mailto:issung@mdais.gov.tw)

Received: 2010/11/22 Accepted: 2010/12/14 Available online: 2010/12/01

#### Abstract

Eleven plants infected with powdery mildew disease were found as hosts of a mycophagus ladybird *Illeis koebelei* in Southern Taiwan. These plants were chilli, cummingcordia, flamegold-rain tree, garden cosmos, golden shower tree, Indian heliotrope, Japanese snake gourd, melon, mulberry, persimmon, and sunflower. Among them, persimmon, golden shower tree, and cummingcordia powdery mildew fungi were important foods of *I. koebelei*. The ladybird was found year-round, initially on persimmon leaves during late summer and autumn, and later on golden shower tree, sunflowers and cummingcordia, etc., feeding on powdery mildew from November to next April. Only adults were observed on cummingcordia leaves when powdery mildew was scarce in hot season. *I. koebelei* fed on 6 fungus genera; namely, *Bulbouncinula*, *Leveillula*, *Oidium*, *Ovulariopsis*, *Phyllactinia*, and *Podospaera*. Moreover, powdery mildew of *Podospaera* on melon and pumpkin leaves were used for the mass-rearing for *I. koebelei*. Females laid batch eggs on plant leaves. The body of the first instar larva was grayish with blackish spots, and long setae on dorsal segments. Larvae of second to fourth instar were grayer and yellower with darker spots but short setae. Pupa had blackish spots on each dorsal segment with whitish thorax and yellowish abdomen. Adult had two blackish spots on the whitish thorax with elytra entirely yellowish. The mean developmental time in days for the egg was 3.3, larva 10.4, pupa 4.4, and adult 13.3. The 4th instar larvae and adults had higher feeding rate than the first to third instar larvae, with 1.02 cm<sup>2</sup> / hour for the 4th instar larva and 1.75 cm<sup>2</sup> / hour for adult. Based on the preliminary results, it is estimated that a release of 12,000 - 15,000 adults could be adequate for the control of powdery mildew on organic cucurbits in a 200 m<sup>2</sup> culture under structure.

#### 摘要

本研究調查柯氏食菌瓢蟲 (*Illeis koebelei*) 在台灣南部地區之取食對象及發生生態。調查柯氏食菌瓢蟲在田間棲息於 11 種罹白粉病植物，該植物為大波斯菊、王瓜、台灣欒樹、向日葵、阿勃勒、柿子、洋香瓜、桑樹、破布子、辣椒及蟾除草。其中柿子、阿勃勒與破布子因罹白粉病的期間差異可能是柯氏食菌瓢蟲之主要棲息植物。調查該蟲幾乎週年性發生，9 月在夏秋交際時開始在柿子葉片及果實上發生，11 月至隔年 3 月底普遍出現在許多罹患白粉病植物上，4 月後氣溫升高數量逐漸減少，夏季白粉病不易發生之逆境下，較容易在破布子植株上發現成蟲。該蟲取食之白粉病菌病原有 *Bulbouncinula*、*Leveillula*、*Oidium*、*Ovulariopsis*、*Phyllactinia* 及 *Podospaera* 等 6 個屬。在實驗室中飼養觀察，成蟲產成批卵。1 齡幼蟲灰色，體表具塊狀黑斑及長刺毛；2~4 齡幼蟲體表顏色加深，體表具短刺毛；蛹白黃色，各體節具塊狀黑斑；成蟲前胸節乳白色，具兩塊狀黑斑，翅鞘鮮黃色。在日溫 24°C 與夜溫 20°C 條件下，卵平均發育 3.3 天；幼蟲期為 10.4 天；蛹期 4.4 天；成蟲期為 13.3 天。4 齡幼蟲與成蟲平均食菌速率顯著大於前 3 齡幼蟲，分別為每小時 1.02 及 1.75 cm<sup>2</sup>。評估該蟲可適合於防治有機栽培瓜類及果樹作物白粉病，預估在 200 m<sup>2</sup> 之設施有機栽培園中，理想的野放成蟲總隻數約 12,000~15,000 隻。

**Key words:** mycophagus ladybird, powdery mildew, seasonal occurrence, biocontrol potential

**關鍵詞:** 食菌瓢蟲、白粉病、季節性發生、生物防治潛力。

Full Text: [PDF\(2.5 MB\)](#)

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

# 嘉南地區柯氏食菌瓢蟲季節性發生、取食對象、生活史及瓜類白粉病防治潛力評估

宋一鑫<sup>1\*</sup>、吳雅芳<sup>2</sup>、林明瑩<sup>2</sup>、陳昇寬<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 行政院農業委員會苗栗區農業改良場 36343 苗栗縣公館鄉館南村 261 號

<sup>2</sup> 行政院農業委員會台南區農業改良場 71246 台南縣新化鎮牧場 70 號

## 摘要

本研究調查柯氏食菌瓢蟲 (*Illeis koebeli*) 在台灣南部地區之取食對象及發生生態，調查柯氏食菌瓢蟲在田間棲息於 11 種罹白粉病植物，該植物為大波斯菊、王瓜、台灣欒樹、向日葵、阿勃勒、柿子、洋香瓜、桑樹、破布子、辣椒及蟾除草，其中柿子和阿勃勒與破布子因罹白粉病的期間差異可能是柯氏食菌瓢蟲之主要棲息植物。調查該蟲幾乎週年性發生，9 月在夏秋交際時開始在柿子葉片及果實上發生，11 月至隔年 3 月底普遍出現在許多罹患白粉病植物上，4 月後氣溫升高數量逐漸減少，夏季白粉病不易發生之逆境下，較容易在破布子植株上發現成蟲。該蟲取食之白粉病菌原有 *Bulbouncinula*、*Leveillula*、*Oidium*、*Ovulariopsis*、*Phyllactinia* 及 *Podosphaera* 等 6 個屬。在實驗室中飼養觀察，成蟲產成批卵。1 齡幼蟲灰色，體表具塊狀黑斑及長刺毛；2~4 齡幼蟲體表顏色加深，體表具短刺毛；蛹白黃色，各體節具塊狀黑斑；成蟲前胸節乳白色，具兩塊狀黑斑，翅鞘鮮黃色。在日溫 24°C 與夜溫 20°C 條件下，卵平均發育 3.3 天；幼蟲期為 10.4 天；蛹期 4.4 天；成蟲期為 13.3 天。4 齡幼蟲與成蟲平均食菌速率顯著大於前 3 齡幼蟲，分別為每小時 1.02 及 1.75 cm<sup>2</sup>。評估該蟲可適合於防治有機栽培瓜類及果樹作物白粉病，預估在 200 m<sup>2</sup> 之設施有機栽培園中，理想的野放成蟲總隻數約 12,000~15,000 隻。

**關鍵詞：**食菌瓢蟲、白粉病、季節性發生、生物防治潛力。

\*論文聯繫人

Corresponding email: issung@mdais.gov.tw

南部地區柯氏食菌瓢蟲生物學研究 247

## 前 言

植物白粉病是由一群屬於子囊菌綱 (Ascomycetes) 白粉菌目 (Erysiphales) 的絕對寄生性的真菌引起的病害 (Sutherland and Parrella, 2009a)。在不同緯度地區，植物白粉病的季節性發生略有不同，在熱帶及亞熱帶地區多發生在秋季至春季 (Philip, 1996)，溫帶地區白粉病的發生則多始於春季 (Takeuchi *et al.*, 2000)。食菌瓢蟲族 (Halysiini) 是鞘翅目瓢蟲科 (Coccinellidae) 瓢蟲亞科 (Coccinellinae) 的分類群，該類群主要依賴白粉病菌為食物，本族包含的食菌瓢蟲屬有 *Halyzia*、*Illeis*、*Macroilleis*、*Psyllobora* 及 *Vibidia* 等 (Lundgren, 2009; Giorgi *et al.*, 2009; Sutherland and Parrella, 2009b)。*Illeis* 及 *Psyllobora* 屬取食植物白粉病菌有數種曾被研究，*Illeis* 屬已知約 20 種，分布於澳洲、南亞、東亞及東南亞等地，*Psyllobora* 屬則分布於歐洲、美洲、亞洲及非洲，其餘各屬分布於舊北區 (Palearctic) 及印度馬來亞 (Indomalayan) 等地域 (Timberlake, 1943; Sathe and Bhosale, 2001; Poorani, 2010b)。據 Takeuchi *et al.* (2000) 的調查，柯氏食菌瓢蟲 (*Illeis koebeleri* Timberlake) 可取食超過 10 種植物以上的白粉菌屬 *Microsphaera*、*Oidium*、*Phyllactinia*、*Podosphaera*、*Sphaerotheca* 等。另外，Anderson (1982) 調查 *Illeis galbula* (Mulsant) 喜食危害忍冬科金銀花 *Lonicera fragrantissima* Lindl. *et* Paxt. 的白粉病菌 (*Oidium*)。Sutherland and Parrella (2009a, b) 調查彙總 *Psyllobora* 屬可取食超過 70 種植物植株上的白粉病菌，包括 *Blumeria*、*Erysiphe*、*Leveillula*、*Microsphaera*、*Neoerysiphe*、

*Oidium*、*Phyllactinia*、*Podosphaera*、*Sawadaea*、*Sphaerotheca* 等。

多數露天栽培作物或大面積栽培的瓜科作物其白粉病防治以使用化學藥劑為主 (McGrath, 2001)，也有使用枯草桿菌 (*Bacillus subtilis* Cohn) 或白粉病菌寄生菌 (*Ampelomyces quisqualis* Cesati) 防治控制白粉病 (Sutherland and Parrella, 2009a)。Kumar *et al.* (2000) 及 Krishnakumar and Maheswari (2004) 認為食菌瓢蟲如 *I. indica* Timberlake、*I. cincta* (Fabricius) 及 *I. bistigmata* (Mulsant) 等均可應用在桑樹白粉病 (*Phyllactinia* sp.) 的防治。Sutherland and Parrella (2006) 評估 *Psyllobora vigintimaculata* Say 可降低溫室內百日菊 (*Zinnia elegans*) 白粉病；Santos-Cividanes and Cividanes (2009) 評估 *Psyllobora confluens* (Fabricius) 可以在秋葵上行白粉病防治，Kumar *et al.* (2010) 認為 *Psyllobora bisoctonotata* (Mulsant) 具有對桑樹 (*Morus alba* L.) 及印度黃檀 (*Dalbergia sissoo* Roxb.) 白粉病的防治潛力。台灣地處東方區，氣候環境屬於亞熱帶，農作物及森林植物常發生白粉病 (Tsay and Tung, 1989; Tsay, 1990; Hsieh *et al.*, 1999, 2002)。重要的作物如瓜類與茄科作物、菊科花卉及果樹等，白粉病嚴重發生時均可造成農民生產損失 (Tsay and Tung, 1989; Tsay and Yeuh, 1990; Huang and Tsay, 1999; Huang, 2004; Cheng *et al.*, 2006)。已知食菌瓢蟲族中在台灣紀錄有 3 屬，即 *Halyzia*、*Illeis*、*Macroilleis* (Yu and Wang, 1999; Poorani and Booth, 2006)。柯氏食菌瓢蟲是廣泛分布於日本、中國、台灣的瓢蟲，中文名稱或翻譯尚有黃瓢蟲或素鞘瓢蟲 (Huang and Tsay, 1999; Yu and Wang, 1999;

Takeuchi *et al.*, 2000)。形態分類上隸屬 *I. cincta* 群，另有數個類似種如 *I. cincta*、*I. confusa* Timberlake、*I. indica* Timberlake、*I. shensiensis* Timberlake (Timberlake, 1943)。柯氏食菌瓢蟲在台灣的分布是食菌瓢蟲 3 屬中最普遍的一個種類，因此本研究以此蟲為對象，調查其取食對象、季節性的發生及生活史等生態資料，並評估其在防治有機瓜類白粉病的可能性。

## 材料與方法

### 蟲源、罹病植物與可能取食白粉病原菌調查

自 2009 年 8 月至 2010 年 7 月不定期間於嘉義、台南地區海拔 1,500 公尺以下，非定點之田間、果園、道路與步道兩旁調查罹患白粉病菌之植物及柯氏食菌瓢蟲。柯氏食菌瓢蟲棲息植物之調查是目測該植物之罹患白粉病菌葉片或果實上有無瓢蟲卵、幼蟲、蛹或成蟲發生，並將該蟲活體從植物上採回飼養。總計調查 24 種罹患白粉病菌植物，將罹病葉採回實驗室內供瓢蟲取食，3 日內在解剖顯微鏡下觀察瓢蟲取食及存活情形，以了解該蟲對 24 種罹病植物葉片上白粉病原菌的取食情形。罹病植物之白粉病菌除引用文獻報告外並核對 Hsu *et al.* (2002) 之“台灣植物病害名彙”之國內紀錄，少數國內未明確記載的白粉病菌，利用 100~400× 顯微鏡檢依分生孢子形態鑑定至屬。

### 罹白粉病植株製備、瓢蟲飼育繁殖、成蟲產卵調查

於 20~30°C、50~65% RH、日照 10~14 小時之環控溫室內種植夏南瓜與網紋洋香瓜香華品種，4~5 週後，每 1~2 日切下含葉柄之自然感染白粉病的夏南瓜或洋香瓜

葉片數片，適當修剪葉柄的長度，將葉柄插入含水的 30 mL 小瓶子中，將瓶口以塑膠袋密封備用。將製備好的罹病葉片，移入飼育盒 (17 × 27 × 17 cm) 中飼育幼蟲，飼育盒於 25 ± 0.2°C、70 ± 1% RH、光照 L/D: 16/8 小時之恆溫恆濕生長箱內飼育，每 1~2 日依照飼育盒中葉片白粉病菌之多寡狀態予以更換，並以噴霧器噴水沾溼葉面及飼育盒提供瓢蟲所需之水分。成蟲飼育是將野外採集或人工飼育之羽化瓢蟲任意配對，取 10~50 隻包含雌雄之成蟲放入飼育盒中，並置入罹白粉病之夏南瓜或洋香瓜葉片及供其棲息與產卵之金露花枝葉，每日以噴霧器供給所需之水分。3~5 日後，雌蟲即開始會在葉片背面或密封小瓶子的塑膠袋上產卵，每日以剪刀將卵取出，置於新的飼育盒及葉片上，待幼蟲孵化再置入罹白粉病新葉片，使幼蟲的食物不虞缺乏。

### 形態觀察、生活史記錄、取食速率測量

生活史調查之方法分述如下：於 24 ± 0.2/20 ± 0.2°C (日/夜溫)、70 ± 1% RH、光照 L/D: 16/8 小時之恆溫恆濕生長箱內，取當日產下的卵放入底部鋪一層沾濕濾紙之 10 cm 培養皿中，上方放一片罹白粉病菌之洋香瓜葉片，待幼蟲孵化後會取食白粉病菌，每日檢視並適時更換新鮮罹病葉，至成蟲羽化日前，每日同一時間記錄卵、幼蟲、蛹發育情形及日齡。幼蟲孵化後，每日以 Zeiss SV-11 (6~66×) 解剖顯微鏡內裝之測微尺量測幼蟲第 3 胸節之體表最寬處與體長變化。成蟲羽化後以解剖顯微鏡檢視瓢蟲第 6 腹節 (S6) 確認性別，S6 中央凹陷為雌蟲，中央不凹陷為雄蟲，部份成蟲若 S6 部位不易觀察者，則直接解剖觀察生殖器，解剖後雌蟲可明顯的在產卵管先端見到半月形的 cornu 構造，雄蟲則有明顯的 siphon 構造 (Poorani, 2010a)。利用無母

數統計分析二項要因是否具差異，一為雌雄蟲間幼蟲期至蛹期發育日數，另一為雌雄成蟲間的存活日數。

取食速率測量方法如下：製備底部鋪一層沾濕濾紙之 10 cm 培養皿，採新鮮 100% 感染白粉病菌之洋香瓜葉片，其感染白粉病菌之平均厚度為 125  $\mu\text{m}$ ，在葉片上方蓋上一層直徑 2.5 cm 圓形開口之不織布，使瓢蟲僅能在開口範圍內取食。試驗開始前 2 小時停止供應瓢蟲食物，試驗開始放入單隻幼蟲或成蟲，記錄各齡期幼蟲及成蟲 6 小時內的食菌面積。面積計算調查是利用 Zeiss SV-11 解剖顯微鏡搭配數位攝影系統將 2.5 cm 圓形開口之洋香瓜葉片影像投射至 21 吋液晶電視上，液晶電視螢幕上貼上一張畫 30 等分的圓形投影片，觀察時將放大影像與投影片對應，記錄罹病葉被取食的範圍。

#### 資料統計與處理

幼蟲及成蟲圖像拍攝是利用 Zeiss Stereo Discovery V8 (10~80  $\times$ ) 搭配 AxioCam ICc3 (0.6  $\times$  adapter) 數位攝影，在電腦上以 Axiovision V 4.7 做疊圖處理。本調查所獲得的原始資料 (raw data) 均用 MS Excel 表格計算軟體輸入，敘述性統計分析與無母數分析使用 MS Excel 巨集插件程式 Daniel's XL Toolbox 之 GNU 免費軟體與 MedCalc 試用版，圖表輸出使用 Steema 之 TeeChart Office 3.0 免費軟體。

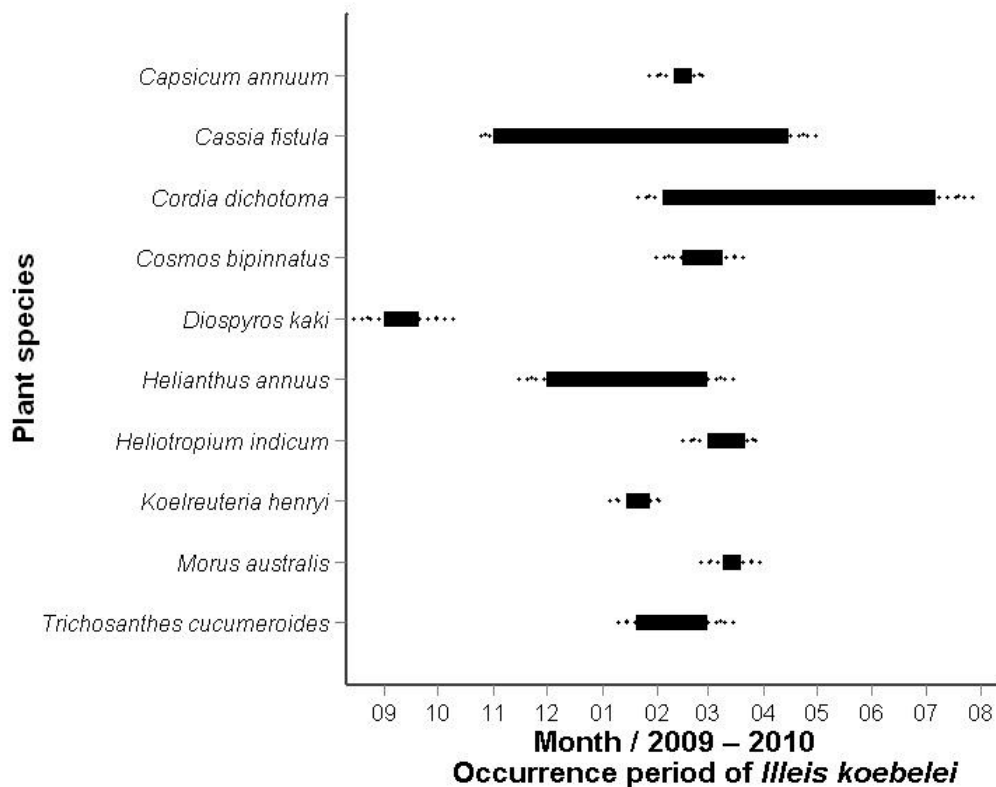
## 結 果

#### 食菌瓢蟲之季節性發生、利用植物與可能取食真菌調查

在田間觀察食菌瓢蟲之卵多數成批集中在罹白粉病植物葉背處，在柿子果實上亦可發

現成蟲產下的卵。1~2 齡幼蟲常集中於單片葉上取食白粉病菌，3~4 齡幼蟲不常集中取食，在單片葉上僅發現 1~2 隻。成蟲發現位置多半在白粉病發生的葉背處，尤其是日間光線強及氣溫高時，會在植株下位葉較陰暗處隱避。調查發現 11 種植物罹白粉病及出現柯氏食菌瓢蟲，這些植物中木本植物有無患子科的台灣欒樹 (*Koelreuteria henryi* Dummer)、蘇木科阿勃勒 (*Cassia fistula* L.)、柿樹科柿子 (*Diospyros kaki* Thunb.)、紫草科破布子 (*Cordia dichotoma* Forst. f.)、桑科桑樹 (*Morus australis* Poir.)，草本植物為菊科大波斯菊 (*Cosmos bipinnatus* Cav.)、向日葵 (*Helianthus annuus* L.)、瓜科王瓜 (*Trichosanthes cucumeroides* (Ser.) Maxim. ex Fr. et Sav.)、洋香瓜 (*Cucumis melo* L.)、茄科辣椒 (*Capsicum annuum* L.)、紫草科蟾蜍草 (*Heliotropium indicum* L.)。另有木瓜、木鱉子、芒果、野牽牛及番茄等 13 種植物雖罹白粉病但未發現柯氏食菌瓢蟲。圖一為食菌瓢蟲在植物上發生之季節性，9 月上旬在低海拔之柿子樹上發現，11 月至隔年 3 月出現在多種罹白粉病植株上。向日葵、阿勃勒、破布子上可長達 3 個月以上持續發現食菌瓢蟲，向日葵與大波斯菊為冬春稻作休耕期間景觀綠肥作物，因生育期管理粗放，普遍會發生白粉病，故在兩種田間作物常可發現食菌瓢蟲。阿勃勒與破布子為南部地區常見樹種，阿勃勒為行道樹，破布子為特用作物，前者罹患的白粉病在 10 月上旬開始發生，10 月至隔年 4 月中旬換葉期仍零星在老舊葉片發現食菌瓢蟲；破布子罹白粉病在 1~2 月間發生，至 6~7 月結果期與換葉期仍零星在老舊葉片出現。4 月下旬氣溫漸升後，田間罹病植物大量減少，食菌瓢蟲亦大量消失且不易發現。

柯氏食菌瓢蟲取食植物之白粉病菌屬共



圖一 柯氏食菌瓢蟲在不同植物上季節性發生之情形。

Fig. 1. Seasonal occurrence of *Illeis koebelei* on plants surveyed from September 2009 to August 2010.

有如下 6 屬：*Bulbouncinula*、*Leveillula*、*Oidium*、*Ovulariopsis*、*Phyllactinia* 及 *Podosphaera* (表一)。在實驗室內測試瓢蟲取食 24 種植物白粉病菌結果得知，柯氏食菌瓢蟲除對芒果及木瓜的白粉病菌接受度較差外，多數植物的白粉病菌均可被取食。

#### 成蟲、卵、幼蟲形態與測量

成蟲形態特徵為翅鞘鮮黃；頭部及前胸乳白色、複眼黑色、前胸基部兩側各具一個黑斑；體長 4~5 mm (圖二 H)。雌蟲常成批產卵，甚少產單顆卵，成批產卵數量為 2~23 顆 ( $n = 120$ )，雌蟲產的卵基部附著在葉片背面或

密封小瓶子的塑膠袋上，剛產下的卵光滑濕潤具光澤，卵乳白色，紡錘形，頂端有少許小突起 (圖二 A)。卵 1~2 天乾燥後可見表面平整具細微紋路，最寬處直徑 0.5~0.6 mm ( $n = 50$ )，長度 1.0~1.2 mm ( $n = 50$ )，直徑與長比 0.42~0.55 (平均  $0.47 \pm 0.03$ ,  $n = 50$ )。幼蟲 4 齡；初孵化之 1 齡幼蟲近灰色，體細小柔弱 (圖二 B)，紡錘形；頭部至第 3 胸節漸寬，第 3 胸節至腹部末節漸狹，進食後體長伸長 (圖二 C)，第 3 胸節之體表最寬處 0.4~0.8 mm ( $n = 72$ )，體長 1.1~2.5 mm ( $n = 72$ )；胸節及腹節具黑斑，胸節兩側各具一條黑色橫斑，腹節 1~8 節兩側橫列 3

表一 柯氏食菌瓢蟲之植物喜好及其取食之白粉菌種類

Table 1. List of plant, and powdery mildew associated with *Illeis koebelei*

Plant species	Powdery mildew species	Field observation*	Laboratory feeding test*	Reference
Anacardiaceae				
Mango ( <i>Mangifera indica</i> L.)	<i>Oidium mangiferae</i> Berthet	×	-	Thaung, 2007
Boraginaceae				
Cummingcordia ( <i>Cordia dichotoma</i> Forst. f.)	<i>Ovulariopsis cordiae</i> Yen et Wang	++	○	Huang and Tsay, 1999
Indian heliotrope ( <i>Heliotropium indicum</i> L.)	<i>Oidium heliotropii-indici</i> Sawada	+	○	Thaung, 2007
Caricaceae				
Papaya ( <i>Carica papaya</i> L.)	<i>Oidium caricae</i> Noack.	×	-	Hsu <i>et al.</i> , 2002
Chenopodiaceae				
Small goosefoot ( <i>Chenopodium serotinum</i> L.)	<i>Oidium cylindricum</i> var. <i>curvare</i> Wang	×	○	Hsu <i>et al.</i> , 2002
Compositae				
Garden cosmos ( <i>Cosmos bipinnatus</i> Cav.)	<i>Podosphaera xanthii</i> (Castagne) U. Braun et S. Takam	++	○	Tsay and Tung, 1989
Sunflower ( <i>Helianthus annuus</i> L.)	<i>Podosphaera xanthii</i> (Castagne) U. Braun et S. Takam	++	○	Tsay and Tung, 1989
Convolvulaceae				
Wild morning-glory ( <i>Ipomoea obscura</i> (L.) Ker Gawl.)	<i>Oidium ipomoeae</i> (J.M. Yen et Chin C. Wang) U. Braun	×	○	Thaung, 2007
Cucurbitaceae				
Balsampear ( <i>Momordica charantia</i> L. var. <i>abbreviata</i> Ser.)	<i>Podosphaera xanthii</i> (Castagne) U. Braun et S. Takam.	×	○	Cheng <i>et al.</i> , 2006
Cucumber ( <i>Cucumis sativus</i> L.)	<i>Podosphaera xanthii</i> (Castagne) U. Braun et S. Takam.	×	○	Cheng <i>et al.</i> , 2006
India trumpetflower seed ( <i>Momordica cochinchinensis</i> (Lour.) Spreng)	<i>Podosphaera xanthii</i> (Castagne) U. Braun et S. Takam.	×	○	Baiswar <i>et al.</i> , 2008
Japanese snake gourd ( <i>Trichosanthes cucumeroides</i> (Ser.) Maxim. ex Fr. et Sav.)	<i>Oidium</i> sp.	++	○	this study
Melon ( <i>Cucumis melo</i> L.)	<i>Podosphaera xanthii</i> (Castagne) U. Braun et S. Takam.	+	○	Cheng <i>et al.</i> , 2006
Pumpkin ( <i>Cucurbita moschata</i> Duchn)	<i>Podosphaera xanthii</i> (Castagne) U. Braun et S. Takam.	×	○	Cheng <i>et al.</i> , 2006

表一 (續)  
Table 1. (continued)

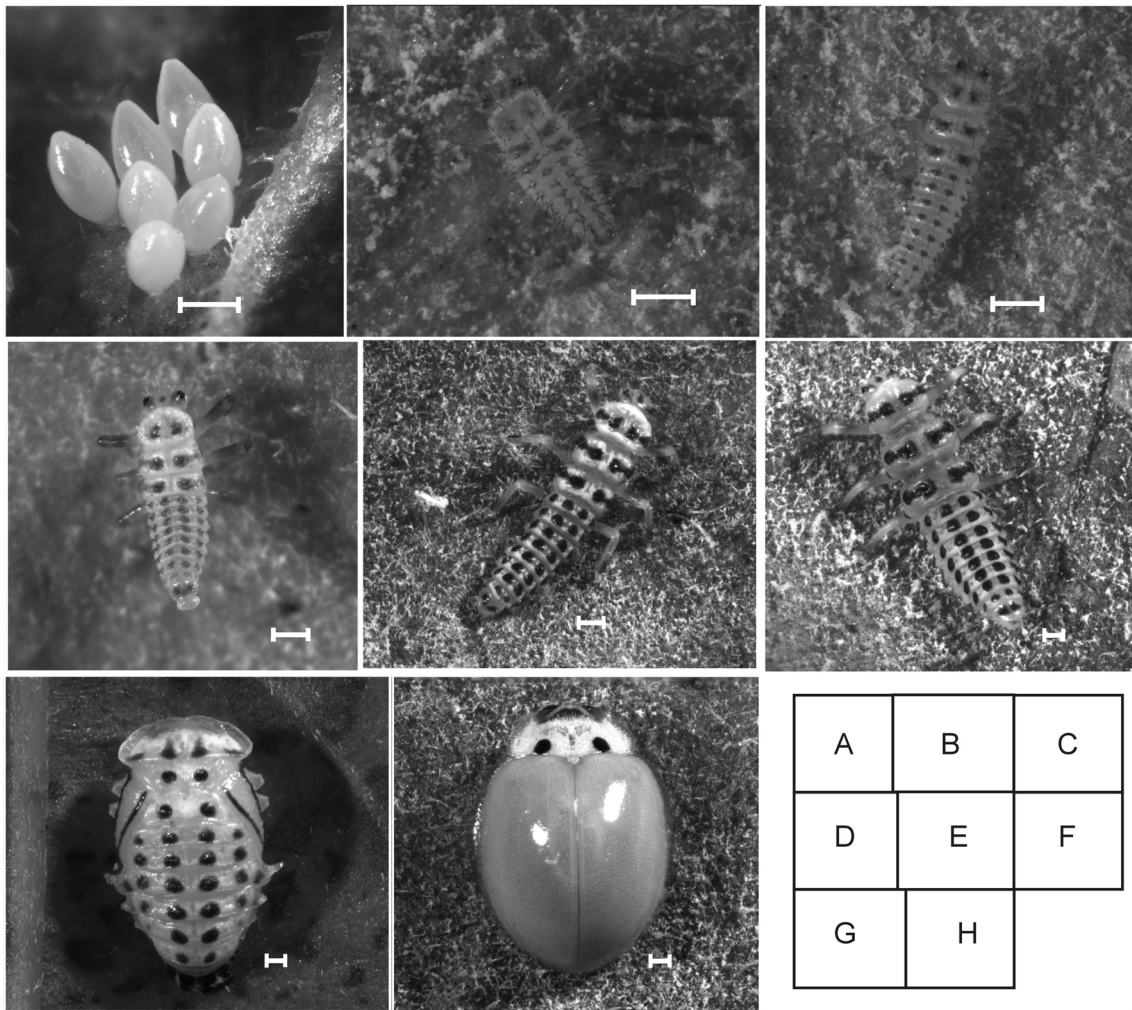
Plant species	Powdery mildew species	Field observation*	Laboratory feeding test*	Reference
Watermelon ( <i>Citrullus vulgaris</i> Schrad)	<i>Podosphaera xanthii</i> (Castagne) U. Braun et S. Takam.	x	o	Cheng <i>et al.</i> , 2006
Ebenaceae				
Persimmon ( <i>Diospyros kaki</i> Thunb.)	<i>Phyllactinia guttata</i> (Wallr.) Lév.	++	o	Hsu <i>et al.</i> , 2002
Fabaceae				
Earleaf acacia ( <i>Acacia auriculiformis</i> A. Cunn. ex Benth.)	<i>Oidium</i> sp.	x	o	this study
Golden shower tree ( <i>Cassia fistula</i> L.)	<i>Oidium</i> sp.	++	o	Thaung, 2007
Malvaceae				
Taiwan cotton rose ( <i>Hibiscus taiwanensis</i> Hu)	<i>Oidium</i> sp.	x	o	this study
Moraceae				
Mulberry ( <i>Morus australis</i> Poir.)	<i>Phyllactinia moricola</i> Homma	+	o	Hsu <i>et al.</i> , 2002
Sapindaceae				
Flamegold-rain tree ( <i>Koelreuteria henryi</i> Dummer)	<i>Bulbouncinula bulbosa</i> (Tai et Wei) Zheng et Chen	+	o	Kuo, 1993
Solanaceae				
Chilli ( <i>Capsicum annum</i> L.)	<i>Leveillula taurica</i> (Lév.) Arn.	+	o	Sudha and Lakshmanan, 2009
Cutleaf groundcherry ( <i>Physalis angulata</i> L.)	<i>Podosphaera xanthii</i> (Castagne) U. Braun et S. Takam.	x	o	Cheng <i>et al.</i> , 2006
Tomato ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.)	<i>Oidium</i> sp.	x	o	this study

\*x: not found, +: found occasionally, ++: found commonly; o: adapted, -: refused.

個塊狀黑斑，第 3 個黑斑極不明顯，腹節第 9 節前緣具一條黑色橫斑；頭、胸、腹節具長 45~75  $\mu\text{m}$  之褐黑色長刺毛，刺毛末端有小分叉，頭部黑色眼區周緣各具 3 根明顯之長刺毛，後頭區橫列 4 根長刺毛，前胸節前緣橫列 6 根長刺毛，每個胸節上黑斑最多 11 根長刺毛，腹節兩側黑斑上具 3 根長刺毛，腹節第 9 節前緣黑斑無長刺毛；頭、胸、腹節及足參雜柔弱白色短刺毛；腹部末端吸盤狀，具黏性，脫皮時會固定在植物表面上。2 齡幼蟲顏色灰白色，體表最寬處 0.6~1.1 mm ( $n$

= 126)，體長 2.4~4.5 mm ( $n = 126$ )；體表刺毛與 1 齡幼蟲略同但不若 1 齡幼蟲長，約 20~55  $\mu\text{m}$  (圖二 D)；腹節 1~8 節兩側各明顯橫列 3 個黑斑。3~4 齡幼蟲體表顏色逐漸由灰白色加深至黃白色 (圖二 E、F)，3 齡體表最寬處 1.0~1.6 mm ( $n = 108$ )，體長 3.5~6.5 mm ( $n = 108$ )，4 齡體表最寬處 1.3~2.5 mm ( $n = 141$ )，體長 4.5~8.0 mm ( $n = 141$ )；體表刺毛與 2 齡幼蟲略同；4 齡幼蟲形成蛹前會將後軀往內捲縮。蛹光滑，頭、前胸及翅痕乳白色；蛹體前胸節與腹節具塊狀黑





圖二 柯氏食菌瓢蟲外觀 (A) 卵；(B~F) 幼蟲期，(B~C) 1 齡，(D) 2 齡，(E) 3 齡，(F) 4 齡；(G) 蛹；(H) 成蟲 (尺規 = 0.5 mm)。

Fig. 2. Appearance of *Illeis koebelei*, (A) eggs; (B-F) larval stage, (B-C) first instar, (D) second instar, (E) third instar, (F) fourth instar; (G) pupa; (H) adult (scale = 0.5 mm).

斑，其餘部份接近黃色 (圖二 G)。幼蟲至蛹期性別區分特徵未知。

#### 環控條件下生活史觀察

表二為單隻食菌瓢蟲在日溫 24°C、夜溫 20°C 環控溫度生長箱之發育情形，各蟲期的發育天數分別為卵期：2~4 天；幼蟲期：9~15 天；

蛹期：3~6 天；成蟲期：1~39 天。以平均日數計，卵為  $3.3 \pm 0.7$  天；1 齡幼蟲期 2~6 天，平均  $3.1 \pm 1.0$  天；2 齡幼蟲期 1~5 天，平均  $2.3 \pm 0.6$  天；3 齡幼蟲期 1~5 天，平均  $2.1 \pm 0.8$  天；4 齡幼蟲期 2~5 天，平均  $3.6 \pm 0.7$  天；蛹期為  $4.4 \pm 0.7$  天；雌蟲幼蟲期至蛹期發育日齡 13~20 天，平均

表二 柯氏食菌瓢蟲餵食洋香瓜上白粉病菌之各齡期蟲之發育日數

Table 2. Developmental time of *Illeis koebelei* feeding with powdery mildew *Podosphaera xanthii* on melon leaves\*

Stage (n)	Developmental time (days)	
	Mean ( $\pm$ SEM)	Range
Eggs (119)	3.3 (0.7)	2-4
Larvae		
First instar (134)	3.1 (1.0)	2-6
Second instar (117)	2.3 (0.6)	1-5
Third instar (79)	2.1 (0.8)	1-5
Fourth instar (70)	3.6 (0.7)	2-5
Total larval development (42)	10.4 (1.2)	9-15
Pupae (58)	4.4 (0.7)	3-6
Total larvae to female adults (28)	14.5 (1.4)	13-20
Total larvae to male adults (30)	14.2 (1.3)	12-17
Female adults (32)	14.5 (10.5)	1-35
Male adults (35)	12.3 (11.2)	1-39

\* Day temp. 24°C, night temp. 20°C, photoperiod (L/D:16/8hr), 70% RH.

表三 柯氏食菌瓢蟲各齡期蟲之平均食菌速率

Table 3. Eating rate of powdery mildew on melon leaves by specific larval instar and adult of *Illeis koebelei*

Stage (n)	Eating rate (cm <sup>2</sup> /hour)		
	Mean *	SEM	Range
First instar (35)	0.11 e	0.09	0.01-0.35
Second instar (28)	0.37 cd	0.21	0.04-0.89
Third instar (19)	0.48 cd	0.22	0.11-0.96
Fourth instar (19)	1.02 b	0.45	0.53-2.09
Adult (14)	1.75 a	0.64	0.70-2.55

\* Posthoc test: Bonferroni-Holm method ( $p < 0.05$ ).

14.5  $\pm$  1.4 天；雄蟲幼蟲期至蛹期發育日齡 12~17 天，平均 14.2  $\pm$  1.3 天；雌成蟲存活日齡 1~35 天，平均 14.5  $\pm$  10.5 天；雄成蟲存活日齡 1~39 天，平均 12.3  $\pm$  11.2 天。雌雄蟲間幼蟲期至蛹期發育日齡在統計上並無差異 ( $p > 0.05$ , Mann-Whitney U-test,  $U = 372$ ,  $n = 28, 30$ )，雌雄蟲間存活日齡在統計上亦無顯著差異 ( $p > 0.05$ , Mann-Whitney U-test,  $U = 457.5$ ,  $n = 32, 35$ )。

#### 取食速率測量

表三為單隻食菌瓢蟲各齡幼蟲與成蟲之取食速率，1 齡幼蟲每小時食菌面積為 0.01~0.35 cm<sup>2</sup>/h，平均 0.11  $\pm$  0.09 cm<sup>2</sup>/h；2 齡幼蟲食菌 0.04~0.89 cm<sup>2</sup>/h，平均 0.37  $\pm$  0.21 cm<sup>2</sup>/h；3 齡幼蟲食菌 0.11~0.96 cm<sup>2</sup>/h，平均 0.48  $\pm$  0.22 cm<sup>2</sup>/h；4 齡幼蟲食菌 0.53~2.09 cm<sup>2</sup>/h，平均 1.02  $\pm$  0.45 cm<sup>2</sup>/h；成蟲食菌 0.70~2.55 cm<sup>2</sup>/h，平均 1.75  $\pm$  0.64 cm<sup>2</sup>/h。比較各齡幼蟲期與成蟲食菌速率差異，以成蟲最高，其次為 4 齡幼蟲，

2~3 齡幼蟲間無顯著差異，1 齡幼蟲食菌能力最低 (ANOVA, Bonferroni-Holm method Post-Hoc test,  $p < 0.05$ )。

## 討 論

瓢蟲是生物防治上重要的益蟲，建立大量繁殖的技術有實際應用的價值，捕食性瓢蟲的幼蟲在飼育上常有相互捕食的特性 (Su and Lin, 2002; Yu and Chen, 2002)，近來國外報告評估顯示食菌瓢蟲在白粉病防治上有其重要性 (Sutherland and Parrella, 2009b)，食菌瓢蟲在人工飼育上幼蟲只有在食物極度缺乏時才有相互捕食的現象，故一般在大量繁殖技術上的開發相對的較捕食性瓢蟲容易。本調查柯氏食菌瓢蟲不論是在野外或實驗室中對瓜類白粉病菌 (*Podosphaera* 屬) 之取食適應性良好，因此評估可用於協助瓜類白粉病的防治。台灣南部地區白粉病是瓜類作物嚴重的病害之一 (Tsay and Tung, 1989)，農民防治現況仍以使用化學藥劑防治為主 (Tsay and Tung, 1992; McGrath, 2001)，可利用之生物防治有枯草桿菌 (*Bacillus subtilis* Cohn) 及白粉病菌寄生菌 (*Ampelomyces quisqualis* Cesati) (Tsay and Tung, 1992; Sutherland and Parrella, 2009a)。由於台灣有機農業的栽培面積日漸擴增，在病害防治上使用化學農藥並無法取得認證，除種植抗病品種外，天然防治資材有乳化植物油、枯草桿菌等 (Wang et al., 2009)，惟高成本仍影響農民栽培有機瓜類的意願，因此利用食菌瓢蟲可嘗試從有機高經濟栽培作物及果樹防治白粉病之應用層面切入。

初步觀察柯氏食菌瓢蟲在台灣南部地區幾乎全年發生，與 Anderson (1982) 調查 *Illeis galbula* 利用不同罹白粉病植物全年性

發生類似，但與 Takeuchi et al. (2000) 調查溫帶柯氏食菌瓢蟲 4~12 月間在數種罹白粉病植物上發生有一些差異，推論因溫帶與熱帶地區氣候因子不同，使柯氏食菌瓢蟲產生環境適應上的差異。季節性發生之動態，秋季白粉病好發的季節，食菌瓢蟲最初在柿子樹上發生，該白粉病菌為 *Phyllactinia* 屬；然後在阿勃勒上發生，該病原鑑定是 *Oidium* 屬，發生期間長達 5 個月；菊科植物取食之白粉病菌屬為 *Podosphaera*，向日葵發生期間長達 3 個月；破布子白粉病約在隔年 1~2 月間發生，該菌屬為 *Ovulariopsis*。因阿勃勒與破布子為常年木本植物，評估其較易成為食菌瓢蟲之長期棲所；據 Huang and Tsay (1999) 敘述破布子上亦常發現柯氏食菌瓢蟲。在台灣南部，柿子、阿勃勒與破布子是常見樹種，田間普遍發現柿子與破布子、阿勃勒與破布子種植在鄰近區域，可能是瓢蟲容易在這些植物間移動及棲息的因素。比較本結果與 Takeuchi et al. (2000) 柯氏食菌瓢蟲之植物選擇與取食白粉菌屬，發現該蟲有選擇數種相同之植物如向日葵、波斯菊等，差異較大的是溫帶地區在忍冬科植物 (*Sambucus* 屬)、山茱萸科 *Benthamedia* 屬植物上發現該蟲，該白粉菌屬 (*Microsphaera*) 並未在本地發現。從田間調查另有木鼈子、野牽牛、番茄等 13 種植物未發現柯氏食菌瓢蟲，這些植物白粉菌為 *Oidium*、*Podosphaera* 屬，然實驗室飼育下這些植物之白粉病菌亦可被柯氏食菌瓢蟲取食，僅芒果及木瓜的白粉菌屬 (*Oidium*) 接受度較差。初步認為木瓜、芒果、木鼈子等植物的葉表面光滑，野牽牛、野苦瓜的葉面狹小，番茄與部份瓜科作物栽培管理頻繁等因素可能會影響柯氏食菌瓢蟲之取食與棲息。

根據 Anderson (1982) 認為 *I. galbula*

在澳洲全年性發生型態有二，一為從 10 月至隔年 5 月白粉病好發季節時為孕育期，專食忍冬科金銀花上的 *Oidium* 屬白粉菌；在 6~9 月時為休眠期，該蟲多棲息於榕屬植物 (*Ficus rubiginosa* Desf.) 上，兼食植物的毛狀體、花粉等。夏季高溫下白粉病幾乎不發生的期間，田間食菌瓢蟲的密度非常低，僅在 5~7 月的期間在破布子上發現成蟲。實驗室飼養的成蟲最長存活日數約可達 40 天，因此評估在台灣南部地區成蟲可能選擇破布子或其它植物渡過夏季。

若要利用食菌瓢蟲行生物防治，需提前在田間作物罹白粉病菌前大量繁殖足夠蟲數以便施放，因白粉病菌是絕對寄生菌，雖可利用洋香瓜或夏南瓜罹病葉大量繁殖食菌瓢蟲，然而夏季要如何產生足夠的白粉菌葉片有一些難度。另考慮幼蟲面臨食料短缺會縮短發育期而脫皮進入次一齡期，爾後成蟲易形成發育不佳個體，因此大量繁殖時如何提供足夠的罹病葉為飼料是重要關鍵。本研究得知 1 齡幼蟲之食菌能力明顯低於 2~4 齡，4 齡幼蟲又明顯高於 2~3 齡幼蟲，在飼育上如依據各齡期及食菌速率差異將幼蟲適當隔離，應可增加飼育之效率。

植物白粉病的發生主要是影響葉片的發育，使光合作用效率減低 (Tsay and Tung, 1989)。據 Shih (2002) 表示洋香瓜果實成熟日數約 50 天至 60 天，每株葉面積達 7,000 cm<sup>2</sup> 即可產生標準果品。若以種植株距 40 公分，畦溝加畦寬 120 公分計算，在面積達 200 m<sup>2</sup> 之小型有機栽培園約可種植 370 株，相當於葉面積達 260 m<sup>2</sup> 後可採收經濟規模果品。評估食菌速率差異及野放難易度，在田間施放應以成蟲最佳，在洋香瓜在網室內種植後在葉片上病徵出現後施放性成熟之成蟲，若以成蟲每日取食時間 6 小時計，施放 8,500 隻

的成蟲在 1 個月的時間可食遍總計的葉面積，且 1 個多月的時間成蟲會產生至少 1 次後代。若考慮野放成蟲的損耗率、適應性、後代幼蟲的協力效果及成本等因素推估理想的野放成蟲總數可能在 12,000~15,000 隻/200 m<sup>2</sup>，後續的研究應考量實際的操作下如何配合田間瓜類白粉病的罹病與增生，依罹病度評估該生長期應釋放的瓢蟲數，以及評估白粉病防治率及後續釋放天敵數量與次數。

## 誌 謝

本文初稿承蒙台灣大學吳文哲教授、台南區農改場鄭安秀博士及農業試驗所李奇峰博士提供寶貴意見；林業試驗所陸聲山博士、德霖技術學院江敬皓博士及李青珍小姐協助野外採集；蔡政勳先生、李品臻小姐、李素華小姐、張碧華小姐協助實驗；本研究部份經費由農委會科技計畫 99AS-9.2.1-NS-N1 支持，謹此一併致謝。

## 引用文獻

- Anderson, J. M. E. 1982. Seasonal habitat utilization and food of the ladybirds *Scymnodes lividigaster* (Mulsant) and *Leptothea galbula* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae). *Aust. J. Zool.* 30: 59-70.
- Baiswar, P., S. Chandra, and S. V. Ngachan. 2008. Anamorph of *Podosphaera xanthii* on *Momordica cochinchinensis* in India. *Aust. Plant Dis. Notes* 3: 166-167.
- Cheng, C. W., R. S. Chen, W. H. Chang, and J. G. Tsay. 2006. The occurrence of powdery mildew on *Physalis*

- angulata* caused by *Podosphaera xanthii*. Plant Prot. Bull. 48: 41-51. (in Chinese)
- Giorgi, J. A., N. J. Vandenberg, J. V. McHugh, J. A. Forrester, S. A. Ślipiński, K. B. Miller, L. R. Shapiro, and M. F. Whiting.** 2009. The evolution of food preferences in Coccinellidae. Biol. Control 51: 215-231.
- Hsieh, H. J., C. H. Hsiao, and S. S. Tzean.** 1999. Handbook of Forest Pathogens in Taiwan (I). Forestry Bureau, Council of Agriculture, Executive Yuan, Taipei, Taiwan. (in Chinese)
- Hsieh, H. J., S. S. Tzean, C. H. Fu, B. Y. Hu, and C. H. Hsiao.** 2002. Handbook of Forest Pathogens in Taiwan (II). Forestry Bureau, Council of Agriculture, Executive Yuan, Taipei, Taiwan. (in Chinese)
- Hsu, S. T., T. T. Chang, C. A. Chang, J. L. Tsai, and T. T. Tsay.** 2002. List of Plant Diseases in Taiwan, Fourth Edition. Taiwan Phytopathological Society Press, Taipei, Taiwan. (in Chinese)
- Huang, C. C., and J. G. Tsay.** 1999. Diseases and insect pests and their damage to *Cordia dichotoma* in Chiayi area. J. Natl. Chiayi Inst. Tec. 65: 105-114. (in Chinese)
- Huang, S. H.** 2004. Integrated control for non-astringent persimmon disease. Proceedings of a symposium on cultural techniques and management in non-astringent persimmon, Taichung DARES. Spec. Publ. 71: 233-248. (in Chinese)
- Krishnakumar, R., and P. Maheswari.** 2004. Management of powdery mildew in mulberry using coccinellid beetles, *Illeis cincta* (Fabricius) and *Illeis bistigmosa* (Mulsant). J. Entomol. Res. 28: 241-246.
- Kumar, V., R. L. Katiyar, A. M. Babu, A. Sarkar, and R.K. Datta.** 2000. Light and sem studies on the life stages of *Illeis indica* (Timb.) and its predatism on *Phyllactinia corylea* (Pers.) Karst. infecting mulberry. Arch. Phytopath. Pflanz. 33: 149-159.
- Kumar, R., V. Mittal, N. V. Patankar, and V. V. Ramamurthy.** 2010. Bionomics of mycophagous coccinellid, *Psyllobora bisoctonotata* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae). Mun. Entomol. Zool. 5: 652-657.
- Kuo, K. C.** 1993. A revision of *Bulbouncinula bulbosa*: a new powdery mildew record from Taiwan, and its presumed anamorph. Mycotaxon 46: 93-96.
- Lundgren, J. G.** 2009. Nutritional aspects of non-prey foods in the life histories of predaceous Coccinellidae. Biol. Control 51: 294-305.
- McGrath, M. T.** 2001. Fungicide resistance in cucurbit powdery mildew: experiences and challenge. Plant Dis. 85: 236-245.
- Philip, T.** 1996. Powdery mildew of mulberry. Indian Silk 34: 21-23.
- Poorani, J.** 2010a. Adult morphology. [Internet]. [updated 2008 Sep 15].

- Project Directorate of Biological Control, Bangalore, India. [cited 2010 May 14]. Available from: [http://www.angelfire.com/bug2/j\\_poorani/morphology.htm](http://www.angelfire.com/bug2/j_poorani/morphology.htm)
- Poorani, J.** 2010b. An annotated checklist of the Coccinellidae (Coleoptera) of the Indian subregion. [Internet]. Project Directorate of Biological Control, Bangalore, India. [cited 2010 Jan 18]. Available from: [http://www.angelfire.com/bug2/j\\_poorani/checklist.pdf](http://www.angelfire.com/bug2/j_poorani/checklist.pdf)
- Poorani, J., and R. G. Booth.** 2006. A new sibling species of *Halyzia straminea* (Hope) (Coleoptera: Coccinellidae: Halyziini) from the Indian subcontinent. *Zootaxa* 1354: 63-68.
- Santos-Cividanes, T. M., and F. J. Cividanes.** 2009. Occurrence of *Psyllobora confluens* (Fabricius) (Coleoptera: Coccinellidae) in okra *Abelmoschus esculentus* L. in Andradina, state of São Paulo. *Arq. Inst. Biol.* 76: 741-743. (in Portuguese)
- Sathe, T. V., and Y. A. Bhosale.** 2001. *Insect Pest Predators*. Daya Publishing House Press, Delhi.
- Shih, S. C.** 2002. Studies on the production of high quality of muskmelon in Penghu, III. the effects of leaf area above the fruiting node on the fruit growth and the quality of muskmelon (cv. Earl's) under simple structure greenhouse. *Res. Bull. Kaohsiung DARES.* 14: 31-42.
- Su, T. H., and K. W. Lin.** 2002. Evaluation of the release of *Delphastus catalinae* on the population of *Bemisia argentifolii* infesting poinsettias. Symposium on the Biological Control of Agricultural Insects and Mites. *Formosan Entomol. Spec. Publ.* 3: 111-117.
- Sudha, A., and P. Lakshmanan.** 2009. Integrated disease management of powdery mildew (*Leveillula taurica* (Lev.) Arn.) of chilli (*Capsicum annuum* L.). *Arch. Phytopath. Pflanz.* 42: 299-317.
- Sutherland, A. M., and M. P. Parrella.** 2006. Quantification of powdery mildew consumption by a native coccinellid: implications for biological control? pp. 188-192. *In: M. S. Hoddle, and M. W. Johnson, eds. CCBC V Proceedings. California Univ. Press, CA.*
- Sutherland, A. M., and M. P. Parrella.** 2009a. Biology and co-occurrence of *Psyllobora vigintimaculata taedata* (Coleoptera: Coccinellidae) and powdery mildews in an urban landscape of California. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 102: 484-491.
- Sutherland, A. M., and M. P. Parrella.** 2009b. Mycophagy in Coccinellidae: review and synthesis. *Biol. Control* 51: 284-293.
- Takeuchi, M., Y. Sasaki, C. Sato, S. Iwakuma, A. Isozaki, and M. Tamura.** 2000. Seasonal host utilization of mycophagous ladybird *Illeis koebelei* (Coccinellidae: Coleoptera). *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 44: 89-94. (in

- Japanese)
- Thaung, M. M.** 2007. Powdery mildews in Burma with reference to their global host-fungus distributions and taxonomic comparisons. *Aust. Plant Pathol.* 36: 543-551.
- Timberlake, P. H.** 1943. The Coccinellidae or ladybeetles of the Koebele Collection-Part I. Hawaii. *Plant. Rec.* 47: 1-67.
- Tsay, J. G.** 1990. Powdery mildew fungus on kenaf found in Taiwan. *J. Nat. Chiayi Ins. Agric.* 28: 363-366. (in Chinese).
- Tsay, J. G., and B. K. Tung.** 1989. Physiology and varietal reaction of powdery mildew fungi of cucurbits. *J. Nat. Chiayi Ins. Agric.* 21: 191-199. (in Chinese)
- Tsay, J. G., and C. S. Yeuh.** 1990. Powdery mildew of gerbera in Taiwan. *J. Chinese Soc. Hort. Sci.* 36: 105-107. (in Chinese)
- Tsay, J. G., and B. K. Tung.** 1992. Ecology and control strategy of powdery mildew of cucurbits. *Plant Prot. Bull.* 34:139-148. (in Chinese)
- Wang, H. L., T. F. Hsieh, and Y. Y. Chuang.** 2009. Non-pesticide controls of plant pests and pathogens. *Natl. Sci. Council. Monthly* 443: 42-48. (in Chinese)
- Yu, G. Y., and H. Y. Wang.** 1999. Guidebook to Lady Beetles of Taiwan. Shih Pui Ni Press, Taipei, Taiwan.
- Yu, J. Z., and B. H. Chen.** 2002. Culture of *Lemnia biplagiata*. Symposium on the Biological Control of Agricultural Insects and Mites. *Formosan Entomol. Spec. Publ.* 3: 193-201.

收件日期：2010年11月22日

接受日期：2010年12月14日

# Seasonal Occurrence, Hosts, Life History and the Biocontrol Potential of a Mycophagous Ladybird *Illeis koebelei* (Coleoptera: Coccinellidae: Halyziini) in Southern Taiwan

I-Hsin Sung<sup>1\*</sup>, Yea-Fang Wu<sup>2</sup>, Ming-Ying Lin<sup>2</sup>, and Shen-Kuan Chen<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Miaoli District Agricultural Research and Extension Station, Council of Agriculture, Executive Yuan, 261, Guannan Village, Gong Guan, Miaoli County 36343, Taiwan

<sup>2</sup> Tainan District Agricultural Research and Extension Station, Council of Agriculture, Executive Yuan, 70 Muchang, Hsinhua, Tainan County 71246, Taiwan

## ABSTRACT

Eleven plants infected with powdery mildew disease were found as hosts of a mycophagous ladybird *Illeis koebelei* in Southern Taiwan. These plants were chilli, cummingcordia, flamegold-rain tree, garden cosmos, golden shower tree, Indian heliotrope, Japanese snake gourd, melon, mulberry, persimmon, and sunflower. Among them, persimmon, golden shower tree, and cummingcordia powdery mildew fungi were important foods of *I. koebelei*. The ladybird was found year-round, initially on persimmon leaves during late summer and autumn, and later on golden shower tree, sunflowers and cummingcordia, etc., feeding on powdery mildew from November to next April. Only adults were observed on cummingcordia leaves when powdery mildew was scarce in hot season. *I. koebelei* fed on 6 fungus genera; namely, *Bulbouncinula*, *Leveillula*, *Oidium*, *Ovulariopsis*, *Phyllactinia*, and *Podosphaera*. Moreover, powdery mildew of *Podosphaera* on melon and pumpkin leaves were used for the mass-rearing for *I. koebelei*. Females laid batch eggs on plant leaves. The body of the first instar larva was grayish with blackish spots, and long setae on dorsal segments. Larvae of second to fourth instar were grayer and yellower with darker spots but short setae. Pupa had blackish spots on each dorsal segment with whitish thorax and yellowish abdomen. Adult had two blackish spots on the whitish thorax with elytra entirely yellowish. The mean developmental time in days for the egg was 3.3, larva 10.4, pupa 4.4, and adult 13.3. The 4th instar larvae and adults had higher feeding rate than the first to third instar larvae, with 1.02 cm<sup>2</sup>/hour for the 4th instar larva and 1.75 cm<sup>2</sup>/hour for adult. Based on the preliminary results, it is estimated that a release of 12,000-15,000 adults could be adequate for the control of powdery mildew on organic cucurbits in a 200 m<sup>2</sup> culture under structure.

**Key words:** mycophagous ladybird, powdery mildew, seasonal occurrence, biocontrol potential

\* Corresponding email: issung@mdais.gov.tw