



公開
 密件、不公開

執行機關(計畫)識別碼：0503010100

農業部苗栗區農業改良場114年度科技計畫研究報告

計畫名稱：**天敵昆蟲生產優化及整合性害蟲管理
技術之應用** (第4年/全程4年)
(英文名稱) **Biological control agent
production optimization and
integrated pest management**

計畫編號：114農科-5.3.1-苗-01

全程計畫期間：自 111年1月1日 至 114年12月31日
本年計畫期間：自 114年1月1日 至 114年12月31日

計畫主持人：吳怡慧
研究人員：劉東憲、鄭哲皓、蔡餘慶、李世仰
執行機關：農業部苗栗區農業改良場



1140999



一、執行成果中文摘要：

1. 角肩椿象卵寄生蜂 *Trissolcus mitsukurii* 不同溫度寄生表現試驗

本研究評估在四種不同溫度15、20、25、30°C下飼養14日之 *Trissolcus mitsukurii* 的雌成蟲存活、產卵及子代性比，試驗結果由15至30°C之每一雌蟲產卵量依序為19.30±4.26、40.85±3.74、70.83±7.73及72.16±8.45粒，其中以25、30°C產卵數最多且二者間無顯著差異，另經計算子代之性別比，由15至30°C依序為0.82、0.69、0.85及0.84，皆以雌蟲數量較多。依據本研究之結果，可推定黃斑粗喙椿象為良好替代寄主，且 *T. mitsukurii* 在25、30°C下具有較佳繁殖表現，未來可以此為基礎發展良好量產技術。

2. 黑囊食蟻瓢蟲 *Stethorus aptus* 於不同飼養密度下之繁殖效能評估

本研究評估黑囊食蟻瓢蟲於不同飼養密度下之繁殖效能。於實驗室量產條件下（統一飼養裝置與等量葉蟻），分別接種1、3、5及10對成蟲，評估一個月後子代成蟲數及繁殖倍率。結果顯示：（一）一個月後子代成蟲數依序為61.25±29.98、102.89±41.27、197.00±117.27及215.25±57.83隻，其中10對接種組子代數最高，且顯著高於1及3對組；（二）繁殖倍率依序為61.25、34.30、39.40及21.53倍，1對接種組顯著高於3及10對組，且繁殖倍率最高，顯示現有量產條件下，飼養密度顯著影響繁殖效率，較低密度有助提升繁殖倍率。親代成蟲與幼蟲於有限空間中觀察，少見互食現象，並可共食同一獵物，空間因素對繁殖之影響可暫時排除。接種15日日視觀察發現高密度組幼蟲數較多，但一個月後子代總數非線性增加，推測親代中後期產幼蟲因食物不足，無法順利羽化。實際量產時，考量成本與空間利用，多對接種仍為主流操作方式。未來可依本研究密度效應結論，優化食物供應量，便可提升繁殖倍率，最佳化黑囊食蟻瓢蟲成蟲繁殖模式。

3. 環紋肥螋對二種鱗翅目害蟲之捕食能力評估

本研究以環紋肥螋 (*Euborellia annulipes*) 為材料，評估其對二種重要鱗翅目害蟲-斜紋夜蛾 (*Spodoptera litura*) 及小菜蛾 (*Plutella xylostella*) 不同齡期幼蟲之捕食能力，以評估其作為田間生物防治天敵之施用潛力。室內試驗結果顯示，環紋肥螋對斜紋夜蛾幼蟲的捕食量具有齡期差異，二齡幼蟲之每日平均捕食量 (12.96 ± 1.09隻) 顯著高於三、四齡幼蟲 (6.32 ± 0.90隻、6.17 ± 0.41隻)；對小菜蛾幼蟲亦呈相似趨勢，對二齡幼蟲之每日平均捕食量為30.56 ± 0.39隻顯著高於四齡幼蟲之23.47 ± 1.12隻。比較兩種害蟲之獵物消耗量可知，環紋肥螋對小菜蛾幼蟲之整體捕食量高於斜紋夜蛾，顯示其對體型較小的獵物具有更佳的攝食效率。本研究結果顯示環紋肥螋具生物防治潛力，可對葉菜類鱗翅目害蟲具捕食能力。

4. 免登記植物保護資材對設施葫蘆科瓜類草生栽培的自然天敵和粉蝨危害之影響評估

本研究探討皂素(刺刺-掃蟲)與柑橘精油(金桔力)兩種最常被廣泛防治粉蝨的免登記植物保護資材，評估是否適用整合性蟲害管理有溫室使用草生栽培的美濃瓜上，以及對草生栽培上的特定自然天敵所造成的影響。按照藥劑試驗模式進行兩場田間試驗，分別是施用皂素和柑橘精油，第一場(三義鄉)在採收前一周單張黏蟲紙上急遽增加3,102和3,279隻，顯著高於不施藥1,056隻，採收期間為第7次調查分別是6,537和7,498隻，亦顯著高不用藥的對照2,339隻。對於自然天敵族群，以目視法可見噴灑資材會造成偶發性長足蛇死亡或是破壞蜘蛛網，但族群數量無顯著差異。第二場(南庄)粉蝨則無數量差異，該試驗區內沒有長足蛇的自然天敵。蜘蛛、瓢蟲、蚜小蜂於全栽培期則在數量表現不一，今年網架上蜘蛛最高監測雖僅6隻，遠低於去年草生栽培區監測最低15隻，今年不噴藥試區對粉蝨卻有維持控制效果，顯見蜘蛛僅貢獻部分防治效果。因施用皂素和柑橘精油，兩場試驗之植株都會因為施用導致白粉病更嚴重情況成熟度有不足情形，三義和南庄試驗區不施藥則有9成良果率。本計畫配合農場增至2戶，連續兩年共已完成6次栽種美濃瓜皆可不噴藥至採收。

二、執行成果英文摘要：





1. Effects of Different Temperatures on the Parasitism Performance of *Trissolcus mitsukurii*, an Egg Parasitoid of *Rhynchocoris humeralis*

This study evaluated the survival, fecundity, and offspring sex ratio of female *Trissolcus mitsukurii* reared from eggs of *Eocanthecona furcellata* for 14 days at four temperatures: 15, 20, 25 and 30 °C. Mean fecundity per female increased with temperature, reaching 19.30 ± 4.26 , 40.85 ± 3.74 , 70.83 ± 7.73 and 72.16 ± 8.45 at 15, 20, 25 and 30 °C, respectively. Offspring sex ratios, expressed as the proportion of female progeny, were 0.82, 0.69, 0.85 and 0.84 at the four temperatures, indicating consistently female-biased offspring. These results show that *E. furcellata* eggs are a suitable alternative host and that *T. mitsukurii* performs best at 25 and 30 °C, providing a solid basis for developing efficient mass-rearing techniques.

2. Reproductive Efficiency of the mite-eating ladybird *Stethorus aptus* under Different Rearing Densities

This study evaluated the reproductive efficiency of *Stethorus aptus* under different rearing densities. Under laboratory mass-rearing conditions standardized by consistent rearing containers and equal quantities of spider mites, adult beetles were inoculated at densities of 1, 3, 5, and 10 pairs. The number of offspring adults and multiplication rates were assessed after one month. Results showed: (1) the mean number of offspring adults after one month were 61.25 ± 29.98 , 102.89 ± 41.27 , 197.00 ± 117.27 , and 215.25 ± 57.83 , with the 10-pair inoculation group producing the highest offspring count, significantly exceeding the 1- and 3-pair groups; (2) multiplication rates were 61.25, 34.30, 39.40, and 21.53 times, with the 1-pair group significantly higher than the 3- and 10-pair groups and exhibiting the highest multiplication rate. These findings indicate that rearing density significantly affects reproductive efficiency under the current mass-rearing conditions, with lower densities favoring higher multiplication rates. Observations of parental adults and larvae within confined spaces revealed minimal cannibalism and instances of cooperative feeding on the same prey, suggesting spatial factors exert limited influence on reproduction. Visual assessments at 15 days post-inoculation showed greater larval numbers in the high-density groups, yet total offspring after one month did not increase linearly. This is hypothesized to result from insufficient food resources for larvae produced during the mid-to-late reproductive period, impairing successful adult emergence. Considering practical mass-rearing constraints related to cost and space utilization, multi-pair inoculation remains the predominant operational approach. Future optimizations of food supply, guided by the density effects identified in this study, could enhance reproductive multiplication and optimize the breeding protocol for *Stethorus aptus*.

3. Predatory Capacity of *Euborellia annulipes* (Ring-legged Earwig) Against Two Lepidopteran Pests

This study evaluated the predation capacity of the ringlegged earwig (*Euborellia annulipes*) against different developmental stages of two important lepidopteran vegetable pests-*Spodoptera litura* and *Plutella xylostella*-to assess its potential.





as a biological control agent in the field. Laboratory assays showed that predation on *S. litura* larvae varied significantly among instars. The mean daily consumption of 2nd-instar larvae (12.96 ± 1.09 individuals) was significantly higher than that of 3rd- and 4th-instar larvae (6.32 ± 0.90 and 6.17 ± 0.41 individuals, respectively). A similar trend was observed for *P. xylostella*, with 2nd-instar larvae consumed at a significantly higher rate (30.56 ± 0.39 individuals) than 4th-instar larvae (23.47 ± 1.12 individuals). Comparison between the two prey species indicated that overall predation was higher on *P. xylostella* than on *S. litura*, suggesting greater feeding efficiency on smaller-bodied prey. These findings demonstrate that *E. annulipes* has considerable potential as a biological control agent, showing effective predation on lepidopteran pests of crucifer vegetables.

4. Evaluation of Free-registered Plant Protection Materials on Natural Enemies and Whitefly Damage in Protected Cucurbit Sod Culture

This study investigated two commonly used unregistered plant protection materials for whitefly control—soap salt and citrus oil. We evaluated their suitability for use in integrated pest management (IPM) programs involving sod culture in greenhouse-grown oriental melon and assessed their impact on specific natural enemies within the sod culture system. Two field trials were conducted using a standard pesticide trial design, applying soap salt and citrus oil, respectively. In the first trial, one week before harvest, the number of whiteflies on a single sticky trap increased sharply to 3,102 and 3,279, respectively, which was significantly higher than the untreated control's 1,056 whiteflies. By the seventh survey during the harvest period, the numbers were 6,537 and 7,498, also significantly higher than the untreated control's 2,339. Regarding natural enemy populations, visual observations noted occasional long-legged fly (Diptera: Dolichopodidae) deaths or damage to spider webs following material application, but there were no significant differences in overall population numbers. In the second trial (Nanzhuang Township), no difference in whitefly numbers was observed, and stilt-legged flies were absent from this trial area. Spider, ladybug, and aphid wasp populations varied throughout the cultivation period. The highest number of spiders monitored on the trellis this year was only 6, much lower than the minimum of 15 monitored in the sod culture area last year; however, the untreated plots this year maintained effective whitefly control, suggesting that spiders only contribute a partial control effect. In both trials, the application of soap salt and citrus oil led to more severe powdery mildew infections, resulting in insufficient fruit maturity. In contrast, the untreated control plots in both the Sanyi and Nanzhuang areas achieved a 90% good fruit rate. This project has expanded to include two collaborating farms, successfully completing six consecutive crops of oriental sweet melon over two years where no pesticides were needed until harvest.

三、計畫目的：

1. 角肩椿象卵寄生蜂 *Trissolcus mitsukurii* 於不同溫度寄生表現。





2. 黑囊食蟻瓢蟲於二點葉蟻繁殖系統之最佳飼養密度建立。
3. 評估環紋肥螋作為鱗翅目害蟲之天敵昆蟲防治能力。
4. 探討免登記植物保護資材對設施葫蘆科瓜類草生栽培的自然天敵和粉蟲危害之影響。

四、重要工作項目及實施方法：

重要工作項目及實施方法

1. 角肩椿象卵寄生蜂於不同溫度寄生表現
 - (1) 實驗室內族群飼養：由苗栗縣大湖鄉、公館鄉及西湖鄉等地區採集角肩椿象之卵塊，攜回實驗室放入於塗有蜂蜜之培養皿中，置室溫下觀察，待成蟲羽化後於顯微鏡下進行形態鑑定，分離出 *Trissolcus mitsukurii* 之雌蟲後移入網籠(24x24x24公分)中提供蜂蜜及水，並提供替代寄主卵塊予雌蟲進行 48小時寄生以繼代飼養。
 - (2) 不同溫度下寄生替代寄主卵：設定生長箱 $15\pm 1^{\circ}\text{C}$ 、 $20\pm 1^{\circ}\text{C}$ 、 $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ 及 $30\pm 1^{\circ}\text{C}$ 中，取10對1日齡之無產卵經驗之雌雄成蜂，配對後每對單獨放置於同一於培養皿中，並提供替代寄主卵片進行24小時寄生，卵片以30粒卵黏附於卡紙上製作，卵片每日更新，連續寄生14日。寄生完之卵片放入 25°C 生長箱中飼養，紀錄成蟲羽化數量及性別，共3重複。
 - (3) 於不同溫度所羽化子代數量、雌雄蜂數量之數據分析。
2. 黑囊食蟻瓢蟲於不同飼養密度下之繁殖效能評估
 - (1) 食蟻瓢蟲種源蒐集及維持：食蟻瓢蟲樣本採自苗栗縣田間受葉蟻危害之果樹葉片，並接種於實驗室以二點葉蟻(*Tetranychus urticae*)感染之植株進行繁殖，飼養環境為平均溫度 $28\pm 1^{\circ}\text{C}$ 及相對溼度70-80% RH，繁殖出之子代瓢蟲供作本研究蟲源。
 - (2) 葉蟻種群建立：於實驗室繁殖之二點葉蟻(*T. urticae*)成蟻進行單獨飼育，等待葉蟻產卵後接種於寄主植物上進行種群繁殖，飼養環境平均溫度為 $27\pm 1^{\circ}\text{C}$ ，相對溼度為70-80% RH。
 - (3) 食蟻瓢蟲於不同飼養密度之子代數量測試：事先以固定數量範圍之二點葉蟻感染之寄主植物作為食蟻瓢蟲食物來源，分別於尺寸相同之飼養裝置中接種1對、3對、5對及10對瓢蟲成蟲，試驗期間供給等量且足夠的葉蟻感染植物，於15天後分別針對前述處理組隨機採取等量植物葉片，計算抽樣葉片上之瓢蟲子代數及發育階段，並在1個月後計算飼養裝置內植株上的瓢蟲的子代成蟲數，每種對數處理組各進行3次重複。
 - (4) 數據分析及建立瓢蟲最佳飼養密度：比較分析不同瓢蟲接種對數處理組之子代總數、繁殖倍率並確立最佳飼養密度。
3. 環紋肥螋對二種鱗翅目害蟲之捕食能力評估
 - (1) 環紋肥螋種源採集與維持：參考 Happe *et al.* (2018) 之採集方法，以稻桿、碎紙屑、紙箱製成收集器，至苗栗縣大湖鄉果園、公園等富含有機質的樹叢土表設置，一週後回收檢視。採集獲得之環紋肥螋以 Punzalan & Morallo-Rejesus (2004) 與 Jacobs & Stigall (2019) 之改良方式飼養，使用邊緣塗有忌避劑之 3 公升透明保鮮盒填充濕潤培養土，並鋪蓋遮蔽物與飼料作為飼養裝置，於室溫 26°C ，光照 12 小時環境下飼養。
 - (2) 小菜蛾與斜紋夜蛾蟲體來源：向農業藥物試驗所購買小菜蛾及斜紋夜蛾幼蟲作為蟲源，並於室溫 26°C ，光照 12 小時環境下以油菜苗餵食飼養，生長至指定齡期後作為試驗材料使用。
 - (3) 環紋肥螋對小菜蛾與斜紋夜蛾不同齡期幼蟲之防治潛力評估：參考 da Silva Nunes *et al.* (2018) 之方法，試驗時挑選無明顯外傷，有活力的雌成蟲進行試驗。將雌成蟲單獨放置在裝有培養土的 15ml 離心管內，飢餓 12 小時後，置入 15cm 培養皿





內，並分別放入待測之特定齡期害蟲幼蟲作為獵物（據前測結果，五齡後之斜紋夜蛾幼蟲體型過大而一齡過小，蠶蝮取食效率不佳，故選用斜紋夜蛾二至四齡幼蟲；小菜蛾則因一齡過小而二三齡幼蟲體型相近，故採用具分別性之二與四齡幼蟲受試），試驗開始後分別紀錄環紋肥蝮 24、48、72 小時連續三日之捕食量以求得日均捕食量。試驗期間，獵物每 24 小時或消耗殆盡時更新一次。同一種獵物處理以五皿為一重複，試驗進行三重複。

4. 探討免登記植物保護資材對設施葫蘆科瓜類草生栽培的自然天敵和粉蝨危害之影響
 - (1) 葫蘆科栽培期設施內草生栽培和塑膠布栽培溫度分布情形，作物擬以選定甜瓜 (*Cucumis melo*) 為主。
 - (2) 比較用免登記植物保護資材田區和不用資材田區同在草生栽培狀態下(但於白粉病嚴重使用可濕性硫磺80%稀釋1000倍噴灑)對自然天敵及粉蝨危害影響：
 - A. 特定自然天敵目視法調查：(a)如無結網捕食性蜘蛛(非捕植蟎)、捕食性瓢蟲(不分成蟲、幼蟲)、長足蛇(成蟲)、蚜小蜂(成蟲)每一重複調查10株作物個體，並以"+"表示有，以 "-"表示沒有，以此計算出現頻度。(b)以固定大小黏紙放置於瓜架上監測捕食性蜘蛛(非捕植蟎)、捕食性瓢蟲(不分成蟲、幼蟲)、長足蛇(成蟲)密度。
 - B. 蜘蛛結網數調查：分為地上結網數，瓜網(180公分以下)結網數，以具捕捉粉蝨大小形狀的結網數計。
 - C. 菸草粉蝨調查：(a)以固定大小黏紙放置於瓜架上監測粉蝨密度，每周計數粉蝨數量。(b)每一重複調查10株作物個體，並以"+"表示有，以 "-"表示沒有，以此計算粉蝨出現頻度。

五、結果與討論：

1. 角肩椿象卵寄生蜂 *Trissolcus mitsukurii* 於不同溫度寄生表現

角肩椿象 (*Rhynchosoma humeralis*) 為柑橘類果樹害蟲，若蟲與成蟲皆以刺吸式口器危害果實，吸食果實汁液，影響果實生長且提早落果；*Trissolcus* 屬在台灣曾被紀錄為柑橘園常見害蟲之角肩椿象 (*R. humeralis*) 之天敵 (羅，2002)，深具開發潛力，有望作為填補國內大型刺吸性害蟲生物防治缺口之天敵昆蟲。本研究將自田間所採集角肩椿象卵寄生蜂 *Trissolcus mitsukurii*，評估其在四種不同溫度 15、20、25、30°C 下飼養 14 日的雌成蜂存活、產卵及子代性比。試驗結果顯示不同溫度處理間雌成蜂死亡率無顯著差異，由 15 至 30°C 之每一雌蜂產卵量依序為 19.30±4.26、40.85±3.74、70.83±7.73 及 72.16±8.45 粒，其中以 25、30°C 產卵數最多且二者間無顯著差異，另經計算子代之性別比，由 15 至 30°C 依序為 0.82、0.69、0.85 及 0.84，皆以雌蟲數量較多。不同溫度間，雌蟲在 25 及 30°C 下所產子代數量最多，兩種溫度處理間沒有顯著差異，推論其在臺灣椿象科害蟲危害較嚴重的春夏兩季可能與寄主具有季節上的同律性，且與 Sabbatini-Peverieri 等人 (2020) 之結果相似，不論何種溫度下雌蟲產卵表現雌成蟲產卵時間集中在前 10 日內，相對集中的產卵時間及對替代寄主的適應，顯示其具備在台灣規模量產的潛力。14 日內 15 及 20°C 產下子代數量雖相對較少，然依據 Mele 等人 (2024) 在 16 及 21°C 下以茶翅椿為寄主飼養 *T. mitsukurii* 之結果，低溫下相同日數產卵量雖少，但成蟲之壽命亦會延長，亦可為未來在秋冬季節時調控室內族群的參考。本研究之結果，可推定以黃斑粗喙椿象卵為其替代寄主，*T. mitsukurii* 在 25、30°C 下具有較佳繁殖表現，未來可以此為基礎發展良好量產與田間釋放防治技術。

2. 黑囊食蟎瓢蟲 (*Stethorus aptus*) 於不同飼養密度下之繁殖效能評估

(1) 一個月後子代成蟲數

黑囊食蟎瓢蟲子代成蟲數隨親代接種對數增加而上升，其中 10 對接種組子代數最高 (215.25±57.83 隻)，顯著高於 1 對組 (61.25±29.98 隻) 及 3 對組 (102.89±41.27 隻)。然而，從 5 對組





(197.00±117.27隻)至10對組的增幅並非線性，顯示子代產量於高密度時趨緩。接種15日目視觀察發現，高密度組幼蟲數較多，但一個月後子代成蟲總數增幅不明顯，推測主要受食物供應量不足影響。過去研究指出，黑囊食蟻瓢蟲為高度專食性之捕食者，幼蟲與成蟲食量極大 (Osman, 2010; M. M. Matter et al., 2011)；若發育階段之營養攝取不充足，易導致發育或羽化失敗 (Beverley, 2003)，此與本試驗結果相符。

(2) 繁殖倍率

繁殖倍率與親代接種對數呈反向關係，1對組最高 (61.25倍)，顯著優於3對 (34.30倍) 及10對組 (21.53倍) (表二)。在等量食物供應下，較低密度可顯著提升繁殖效率。Jafari等人 (2019)發現同屬 *S. gilvifrons* 於群體飼養下淨繁殖率顯著低於單獨飼養，與本研究結果趨勢一致。本研究觀察，黑囊食蟻瓢蟲於有限空間中無明顯領域性與自相殘殺，並可共食同一獵物 (圖一)，因此高密度飼養之主要限制因素，最可能為食物競爭與覓食效率降低 (Bayoumy et al., 2014)。高密度初期雖可快速增產，但食物供應不足導致親代繁殖潛力降低，中後期幼蟲因營養不良而難以順利羽化，限制最終子代成蟲總數。

綜上所述，高密度接種雖提升子代產量，但固定獵物數量會使繁殖倍率受限，故食物供應為影響量產效率之關鍵因素。雖單對接種繁殖效率最佳，但在量產應用上，考量成本與空間利用 (Beverley, 2003; Walters, 1974)，多對飼養仍具實際價值。未來量產模式應以本研究為基礎，擴大葉蟻供應量，確保高密度飼養下食物充足，兼顧產量與繁殖效率，達成黑囊食蟻瓢蟲量產最佳化。

3. 環紋肥螋 (*Euborellia annulipes*) 對二種鱗翅目害蟲之捕食能力評估

(1.) 斜紋夜蛾幼蟲不同齡期之捕食量差異：由表一與圖一可知，環紋肥螋對斜紋夜蛾二齡幼蟲之捕食量 (12.96 ± 1.09) 顯著高於三齡 (6.32 ± 0.90) 及四齡幼蟲 (6.17 ± 0.41) ($P < 0.05$)。此趨勢與 da Silva Nunes et al. (2018) 對小菜蛾所觀察之體型效應一致，即該天敵對體型較小之幼蟲具有更佳的捕捉效率。斜紋夜蛾三齡後體型變大，可能降低螋捕食成功率。然而，斜紋夜蛾老熟幼蟲具尋找遮蔽習性，常鑽入土壤或植株縫隙，反而使夜行性喜鑽匿且能棲息於表土縫隙的螋可接觸末齡幼蟲，此現象與 Happe et al. (2018) 及 Romeu-Dalmau et al. (2012) 提及之捕食性螋相關棲息行為為高度一致，顯示其田間防治潛力不僅侷限於低齡幼蟲。

(2.) 小菜蛾不同齡期之捕食量差異：表二與圖二顯示，環紋肥螋對小菜蛾幼蟲之捕食量於二齡 (30.56 ± 0.39) 明顯高於四齡幼蟲 (23.47 ± 1.12) ($P < 0.0001$)。整體捕食量顯著高於斜紋夜蛾各齡期，一方面與小菜蛾體型較小、活動性高 (給予螋之視覺與觸覺訊號較強) 且易被捕捉有關，亦符合螋為多食性捕食者之特性 (Symondson et al., 2002)。此高捕食能力與 Punzalan & Morallo-Rejesus (2004) 及 de Souza et al. (2022) 所指出之螋可大量取食鱗翅目卵與初齡幼蟲之結果相呼應。

(3.) 環紋肥螋應用潛力與限制：環紋肥螋對兩種鱗翅目害蟲幼蟲均展現出顯著的捕食能力，特別是低齡幼蟲。然而，螋可能受低溫影響而降低活動力 (Lemos et al., 1998)，因此我國高山地區及低溫期間種植之作物田間之防治效果可能受限；溫室或塑膠布棚等設施栽培環境較適合作為施放場域，若搭配誘集植物或有機質遮蔽物，可增加螋族群密度與留存率 (Happe et al., 2018; Ribeiro & Gontijo, 2017)。釋放時機方面，考慮本實驗螋之捕食量結果及鱗翅目害蟲年幼時具群聚之特性，於害蟲族群偏低齡時施放預期具最大防治效益。此外，本研究提供環紋肥螋捕食量的量化數據，有助於未來建立功能反應模型 (可參考 Sueldo et al., 2010)，作為施放密度計算的基礎。

4. 免登記植物保護資材對設施葫蘆科瓜類草生栽培的自然天敵和粉蝨危害之影響評估

本研究探討皂素(刺剋-掃蟲)與柑橘精油(金桔力)兩種最常被廣泛防治粉蝨的免登記植物保護資材，評估是否適用整合性蟲害管理有溫室使用草生栽培的美濃瓜上，有下列影響：



1140999



(1.) 粉蝨的植株上的發生率及黏紙上數量：

使用皂素(刺剋)及柑橘精油(金桔力)相較對照(不噴藥)是有風險的，第一場田間試驗用藥後均快速造成粉蝨危害程度與數量顯著增加並在採收期數量已失控，第二場可能是該試區對照在外側溫室，而處理的兩個資材分別是內側兩棟溫室，故到採收都沒有顯著危害發生。和112-113年試驗有類似的結果，當時是草生栽培下用尼古丁類的亞滅培導致粉蝨失控，和隔週調查發現粉蝨成蟲有高比例發生。第二場田間試驗僅皂素發生率趨勢相對高。顯示如同Elzinga(1999)和Collier (2023)在闡述IPM (Integrated Pest Management) 整合性害物管理時，均認為栽培管理的是最根本方法，草生栽培健康技術建立了基本農耕操作方法。由於草生栽培下的粉蝨若蟲及成蟲在葉片上均很低，並不如陳與趙(2020)時嚴重發生危害，故採用黏紙的方式監測，能更準確代表溫室空間內的族群量。

1. 第一場試驗(三義)：粉蝨在第一周都未用藥的時候三處理間發生率(目視有1隻以上成蟲的株數比例)和黏紙監測數量皆很低差異不顯著($P>0.05$)，分別是對照的 $20.0\pm 11.5\%$ 黏紙上 13 ± 1.8 隻，皂素的 $26.7\pm 14.5\%$ 黏紙上 10 ± 2.4 隻及柑橘精油的 $33.3\pm 18.6\%$ 黏紙上 13.8 ± 4.7 隻，但是噴藥完即第二週比例上皂素就飆高到 $83.3\pm 8.8\%$ 柑橘精油也是急遽增加到 $93.3\pm 6.7\%$ 和對照 $43.3\pm 8.8\%$ 有明顯差距，第四次噴藥後和對照達最大差別，對照並沒有增加發生率僅 $36.7\pm 6.7\%$ ，但皂素及柑橘精油(金桔力)已近每株都發生1隻以上，分別是 $96.7\pm 3.3\%$ 與 100.0 ± 0.0 (附件四圖一A)。粉蝨數量在第一次噴藥後7周(採收期7/25)後是極顯著的差異，7/25時數量對照是 1056 ± 392 隻但多數在中下位葉，果實9成均正常採收無影響，但皂素已飆高到 3102 ± 1356 隻，柑橘精油也是 3102 ± 1356 隻(附件四圖二A)。

2. 第二場試驗(南庄)：較前一場試驗約晚兩周定植，後早一周採收，採收期的粉蝨量處理和對照皆低於第一場試驗，最後一次(採收期)調查發生率與數量分別是對照 $33.3\pm 18.6\%$ 、 742 ± 198 隻；皂素 $46.7\pm 8.8\%$ 、 496 ± 84 隻和柑橘精油 $33.0\pm 5.8\%$ 、 550 ± 97 隻，相對發生輕微 (附件四圖一B、二B)。

(2.) 自然天敵的差異：今年的兩場試驗都是在6-8月(夏季)完成，即使是草生栽培溫室內高達 40°C 以上溫度難適合自然天敵族群擴展，導致連蜘蛛數量平均最高值都比去(113)年最低值還更少，顯示控制粉蝨應不是只有生物防治，還有植株健康度，和各種生物多樣性所達成的自然防治(Natural control)的現象，廣泛地具備於環境中能平衡其他物種存亡、遲緩或生育力降低等直接或間接因素減少自身被危害 (Stern *et al.*, 1959)，草生的台北草和保留溫室內低矮性草種，更廣泛的包含了天敵銀行植物(Banker plants)成分，但草生非如Frank(2010)是給予特定天敵存活，而是多種生物多樣性。在第二次試驗區(南庄)沒有發現長足虻，顯示生物多樣化狀態下的草生，不需要強求完全一樣的天敵組成。本研究所營造環境上類似果園以草生栽培 (Sod cultue) 證實能帶來穩定土壤結構與養分循環等有利作物環境的條件 (Melville and Cripps, 1956)，讓植株更健康也是增加對抗粉蝨的韌性。

1. 蜘蛛在網架上的數量：

A. 第一場試驗(三義)：有沒有用藥在網架上數量趨勢上互有長短，無固定趨勢差異，三個處理中，最少是平均0隻，最高是平均6.5隻，蜘蛛數量平均最高6隻都比去(113)年最低15隻還更少，蛛網上會看到黏到粉蝨，但並沒有隨粉蝨數量而大幅增加，跟夏季溫室內高溫限制族群量發展有關係(附件四圖三A)。

B. 第二場試驗(南庄)：有沒有用藥在網架上數量趨勢上互有長短，無固定趨勢差異，三個處理中，最少是平均0隻，最高是平均6.4隻，但並沒有隨粉蝨數量而大幅增加，推測跟夏季溫室內高溫限制族群量發展有關係(附件四圖三B)。

2. 蜘蛛在黏紙上的數量：

A. 第一場試驗(三義)：有沒有用藥在黏紙數量趨勢上互有長短，無固定趨勢差異，三個處理中，最少是平均0隻，最高是平均3.5隻(附件四圖四A)。

B. 第二場試驗(南庄)：有沒有用藥在黏紙數量趨勢上互有長短，無固定趨勢差異，三個處理中，最少是平均0隻，最高是平均2.5隻(附件四圖四B)。





以上兩個結果顯示蜘蛛數量不足以因粉蝨一直增加而造成抑制效果，因為夏季的關係發生量都太低，但不像112-113的慣行操作，皂素、柑橘精油施用上還是能有少量的蜘蛛存在。

3. 瓢蟲在黏紙上的數量：兩場試驗黏紙上發生量都很低，趨近於零隻，所以不足以驗證皂素、柑橘精油的田間影響情況。對粉蝨控制亦非主要的自然天敵(附件四圖五)。

4. 長足蛇在黏紙上的數量：僅第一場田間試區(三義)有自然發生，發生量很低，有沒有用藥在黏紙數量趨勢上互有長短，無固定趨勢差異，驗證皂素、柑橘精油的對該類天敵田間影響和對照無差別(附件四圖六A)，第二場田間試區(南庄)試驗期間沒有黏紙上捕獲該蟲(附件四圖六B)，該地沒有此種自然天敵，顯見粉蝨控制良好，並不一定需要長足蛇。

5. 蚜小蜂在黏紙上的數量：兩場試驗黏紙上發生量都很低，即使是三義鄉因粉蝨爆發而略有增加，但平均低於10隻，數據上呈現該蟲圍卜瓦松分布(稀罕事件)，皂素、柑橘精油的田間趨勢上未有顯著影響(附件四圖七)。

(3.) 施藥後植株的差異：

兩場試驗均經定植後每周一次施藥，共都僅施藥五次，處理組在進入採收期植株有明顯提早老化情形，尤其是皂素最為嚴重，並導致植株歉收，兩場的良好果率均不到20%，並導致白粉病全園嚴重發生，柑橘精油的處理植株老化狀況較為緩和，但良好果率亦不佳落在2~5成。僅不用藥劑良好果率有9成以上，同樣栽種時間，未有嚴重老化發生(附件四圖八和九)，並因此於南庄試驗區舉行觀摩會說明本計畫成果。

六、結論：

1. 角肩椿象卵寄生蜂 *Trissolcus mitsukurii* 於不同溫度寄生表現

完成測試 *Trissolcus mitsukurii* 於不同溫度下產卵表現，以25、30°C溫度下產卵數最多，具有較佳繁殖表現；另經計算子代之性別比，由15至30°C為0.82、0.69、0.85及0.84，皆以雌蟲數量較多。根據本研究之結果，可推定以黃斑粗喙椿象卵為量產 *T. mitsukurii* 之替代寄主，在25、30°C下具有較佳繁殖表現，未來可以此為基礎，發展量產與田間釋放防治技術。

2. 黑囊食蟻瓢蟲 (*Stethorus aptus*) 於不同飼養密度下之繁殖效能評估

黑囊食蟻瓢蟲於不同飼養密度下之繁殖效能，以10對接種組有最高子代數，雖此瓢蟲於有限空間中無明顯領域性與自相殘殺行為，但高密度接種之繁殖倍率會受固定食物數量之限制，故充足的食物供應為提升量產效率之關鍵因素。在未來量產應用上，將扣合(多對)高密度接種飼養，並擴大葉蟻供應量，兼顧產量及繁殖效率，最佳化黑囊食蟻瓢蟲量產效率。

3. 環紋肥螞 (*Euborellia annulipes*) 對二種鱗翅目害蟲之捕食能力評估

環紋肥螞對斜紋夜蛾與小菜蛾幼蟲均具有良好的捕食能力，且對低齡幼蟲效果最為顯著。本研究證實其為具潛力之多食性天敵昆蟲，可作為此兩種鱗翅目害蟲防治策略之重要組成。雖然其在低溫環境下活動力可能下降，但於溫室或環境較穩定之栽培條件下仍具高度應用價值。未來可進一步發展量產技術、施放模式與田間整合管理策略，以推動螞螞於蔬菜害蟲生物防治之實際應用。

4. 免登記植物保護資材對設施葫蘆科瓜類草生栽培的自然天敵和粉蝨危害之影響評估

皂素(刺剋-掃蟲)與柑橘精油(金桔力)兩種最常被廣泛防治粉蝨的免登記植物保護資材雖然在試驗的夏季對自然天敵(蜘蛛、長足蛇、瓢蟲、蚜小蜂)無顯著影響，但不一定於其他環境沒有影響，反而是造成美濃瓜提早衰弱、噴灑資材增加濕度反而是白粉病猖獗，均是造成損失是緩效性的副作用，以往欠缺這方面研究。本研究證實了美濃瓜草生栽培健康管理技術目前不使用計畫測試的兩種資材，也沒有用其他農藥，能符合有機驗證，採收品質不輸於慣行農業生產的美濃瓜。

七、參考文獻：





角肩椿象卵寄生蜂於不同溫度寄生表現：

1. 羅幹成。2002。植物保護圖鑑系列9—柑橘保護(上冊)。行政院農業委員會動植物防疫檢疫局。第68-70頁。
2. Sabbatini-Peverieri, G., Dieckhoff, C., Giovannini, L., Marianelli, L., Roversi, P. F., & Hoelmer, K. (2020). Rearing *Trissolcus japonicus* and *Trissolcus mitsukurii* for biological control of *Halyomorpha halys*. *Insects*, 11(11), 787.
3. Mele, A., AvaniGadda, D. S., Ceccato, E., Olawuyi, G. B., Simoni, F., Duso, C., Scaccini, D., & Pozzebon, A. (2024). Comparative life tables of *Trissolcus japonicus* and *Trissolcus mitsukurii*, egg parasitoids of *Halyomorpha halys*. *Biol. Control.*, 195, 105548.

黑囊食蟻瓢蟲(*Stethorus aptus*)於不同飼養密度下之繁殖效能評估：

1. 趙若素、羅幹成。1974。偽二點紅蟻(*Tetranychus truncatus*)生態觀察。臺灣省農又試驗所研究報告第 649 號：48-49。
2. 羅幹成。2006。台灣農作害蟻圖說第 116 號：76。
3. 余志儒、陳炳輝。2002。錨紋瓢蟲(*Lemnia biplagiata*)的飼養。
4. Adly, D. (2022). Effective use of the predatory species, *Phytoseiulus persimilis* and *Stethorus punctillum* in controlling the two-spotted mite *Tetranychus urticae* in croton greenhouse.
5. Ebrahimifar, J., Shishehbor, P., Rasekh, A., Hemmati, S. 6. 7. A., & Riddick, E. W.(2021). Evaluation of *Artemia franciscana* cysts to improve diets for mass rearing *Stethorus gilvifrons*, a predator of *Tetranychus turkestanii*, *Insects*, 12(7): 632.
6. Ranjbar Aghdam, H., Jafari, M., Zamani, A. A., Goldasteh, S., & Soleyman-Nejadian, E. (2019). Effect of solitary and group rearing on demographic parameters of *Stethorus gilvifrons* (Col.: Coccinellidae) feeding on *Tetranychus urticae*. *IAU Entomological Research Journal*, 11(3), 197-217.
7. Raworth, D. A. (2001). Development, larval voracity, and greenhouse releases of *Stethorus punctillum* (Coleoptera: Coccinellidae). *The Canadian Entomologist*, 133(5), 721-724.
8. Riddick, E. W., & Wu, Z. (2015). Effects of Rearing Density on Survival, Growth, and Development of the Ladybird *Coleomegilla maculata* in Culture. *Insects*, 6(4), 858-868.
9. Riddick, E. W., Rojas, M. G., Morales-Ramos, J., Allen, M., & Spencer, B. (2011). *Stethorus punctillum* (Coleoptera: Coccinellidae). In *Biological Control: A Guide to Natural Enemies in North America*.
10. Rott, A. S., & Ponsonby, D. J. (2000). Improving the control of *Tetranychus urticae* on edible glasshouse crops using a specialist coccinellid (*Stethorus punctillum* Weise) and a generalist mite (*Amblyseius californicus* McGregor) as biocontrol agents. *Biocontrol Science and Technology*, 10(4), 487-498.
11. Trivedi, N. P., Patel, P. B., Patel, J. P., & Aniyaliya, M. D. (2021). *Stethorus* spp: A predator of mites. *J. Pharm. Innov*, 10, 389-394.

環紋肥螋 (*Euborellia annulipes*) 對二種鱗翅目害蟲之捕食能力評估：





1. da Silva Nunes, G., T. A. V. Dantas, W. R. S. Figueiredo, M. D. S. de Souza, I. N. do Nascimento, and J. de Luna Batista. 2018. Predation of diamondback moth larvae and pupae by *Euborellia annulipes*. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* 13: 1-8.
2. de Souza, J. M., A. R. Selegim, G. da Silva Nunes, C. C. Truzzi, N. F. Vieira, and S. A. De Bortoli. 2022. Predation of *Diatraea saccharalis* eggs and neonates by the earwig *Euborellia annulipes*. *Biological Control* 172: 104953.
3. Dib, H., B. Sauphanor, and Y. Capowiez. 2017. Report on the life history traits of the generalist predator *Forficula auricularia* (Dermaptera: Forficulidae) in organic apple orchards in southeastern France. *The Canadian Entomologist* 149: 56-72.
4. Gabarra, R., J. Riudavets, G. A. Rodríguez, J. Pujade-Villar, and J. Arnó. 2015. Prospects for the biological control of *Drosophila suzukii*. *BioControl* 60: 331-339.
5. Happe, A. K., L. Roquer-Beni, J. Bosch, G. Alins, and K. Mody. 2018. Earwigs and woolly apple aphids in integrated and organic apple orchards: responses of a generalist predator and a pest prey to local and landscape factors. *Agriculture, ecosystems and environment* 268: 44-51.
6. Jacobs, A. C. and T. Stigall. 2019. Paternity and egg cannibalism in the ringlegged earwig *Euborellia annulipes* (Dermaptera: Anisolabididae). *Entomological science* 22: 250-257.
7. Kocarek, P., L. Dvorak, and M. Kirstova. 2015. *Euborellia annulipes* (Dermaptera: Anisolabididae), a new alien earwig in Central European greenhouses: potential pest or beneficial inhabitant?. *Applied Entomology and Zoology* 50: 201-206.
8. Lemos, W. P., R. S. Medeiros, and F. S. Ramalho. 1998. Influence of temperature on the development of *Euborellia annulipes* (Lucas) (Dermaptera: Anisolabiidae), predator of cotton boll weevil. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 27: 67-76.
9. Moral, R. A., C. G. B. Demétrio, J. Hinde, W. A. C. Godoy, and F. S. Fernandes. 2017. Parasitism-mediated prey selectivity in laboratory conditions and implications for biological control. *Basic and Applied Ecology* 19: 67-75.
10. Punzalan, E. G. and B. Morallo-Rejesus. 2004. Mass-rearing of predatory earwig, *Euborellia annulata* (Fabricius), on artificial diet. *Philipp. Ent.* 18: 16-23.
11. Rana, N., S. Azam, S. Riasat, G. Ruqia, F. Rasheed, S. Kanwal, S. Nargis, A. Shabir, M. Ali, and M. Z. Iqbal. 2019. Prevalence of macro-invertebrate among cauliflower (*Brassica oleracea* var. *capitata*) and tomato (*Solanum lycopersicum* L.). Blanco cv. Feutrell' s Early. *International Journal of Advances in Agriculture Sciences* 4: 1-9.
12. Ramos, T. O. 2015. Couve consorciada com sorgo e feijão-guandu na ocorrência de pulgões e insetos predadores. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal 3: 58.





13. Ribeiro, A. L. and L. M. Gontijo. 2017. Alyssum flowers promote biological control of collard pests. *BioControl* 62: 185-196.
14. Romeu-Dalmau, C., X. Espadaler, and J. Piñol. 2012. Abundance, interannual variation and potential pest predator role of two co-occurring earwig species in citrus canopies. *Journal of Applied Entomology* 136: 501-509.
15. Silva, A. B., J. L. Batista, and C. H. Brito. 2009. Aspectos biológicos de *Euborellia annulipes* sobre ovos de *Spodoptera frugiperda*. *Engenharia Ambiental* 6: 482-495.
16. Sueldo, M. R., A. O. Bruzzone, and E. G. Virla. 2010. Characterization of the earwig, *Doru lineare*, as a predator of larvae of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*: a functional response study. *Journal of Insect Science* 10: 38.
17. Symondson, W. O. C., K. D. Sunderland, and M. H. Greenstone. 2002. Can generalist predators be effective biocontrol agents?. *Annual review of entomology* 47: 561-594.

免登記植物保護資材對設施葫蘆科瓜類草生栽培的自然天敵和粉蝨危害之影響評估

1. 陳泓如、趙語矜。2020。草蛉導入洋香瓜綜合病蟲害防治之研究。苗栗區農業改良場研究彙報 9：58-66。
2. Collier, R. 2023. Pest insect management in vegetable crops grown outdoors in northern Europe-approaches at the bottom of the IPM pyramid. *Frontiers in Horticulture* 2. <https://doi.org/10.3389/fhort.2023.1159375>
3. Elzinga, R. J. 1999. Chapter 11: Insect pest management. pp. 314 - 334. In Elzinga, R. J. editor. *Fundamentals of entomology 5th*. Prentice-Hall, Inc. New Jersey.
4. Frank, S. D. 2010. Biological control of arthropod pests using banker plant systems: Past progress and future directions. *Biol. Control* 52: 8-16. 24.
5. Melville, F. and, J. Cripps. 1956. Sod culture - A system of orchard soil management. *Journal of the Department of Agriculture, Western Australia, Series 3, 5*: 47-50.
6. Messelink, Gerben J., *et al.* 2014. Approaches to conserving natural enemy populations in greenhouse crops: current methods and future prospects. *BioControl* 59: 377-393.
7. Stern V. M., R. F. Smith, R. van den Bosch, and K. S. Hagen. 1959. The integrated control concept. *Hilgardia* 29: 81-101.





表一、不同溫度下 *Trissolcus mitsukurii* 雌蜂連續 14 日內親代平均產卵總數及子代性比

Table 1. Mean total number of eggs laid by *Trissolcus mitsukurii* females over 14 days and offspring sex ratio at different temperatures.

	*Number of eggs per female	Number of eggs per female per day	Sex ratio (%female)
15°C	19.30±4.26 ^a	1.44	0.82
20°C	40.85±3.74 ^b	3.06	0.69
25°C	70.83±7.73 ^c	5.07	0.85
30°C	72.16±8.45 ^c	5.07	0.84

* Mean ± standard error. Means within each column followed by the same letter(s) are not significantly different at 5% level by Scheffe's method.

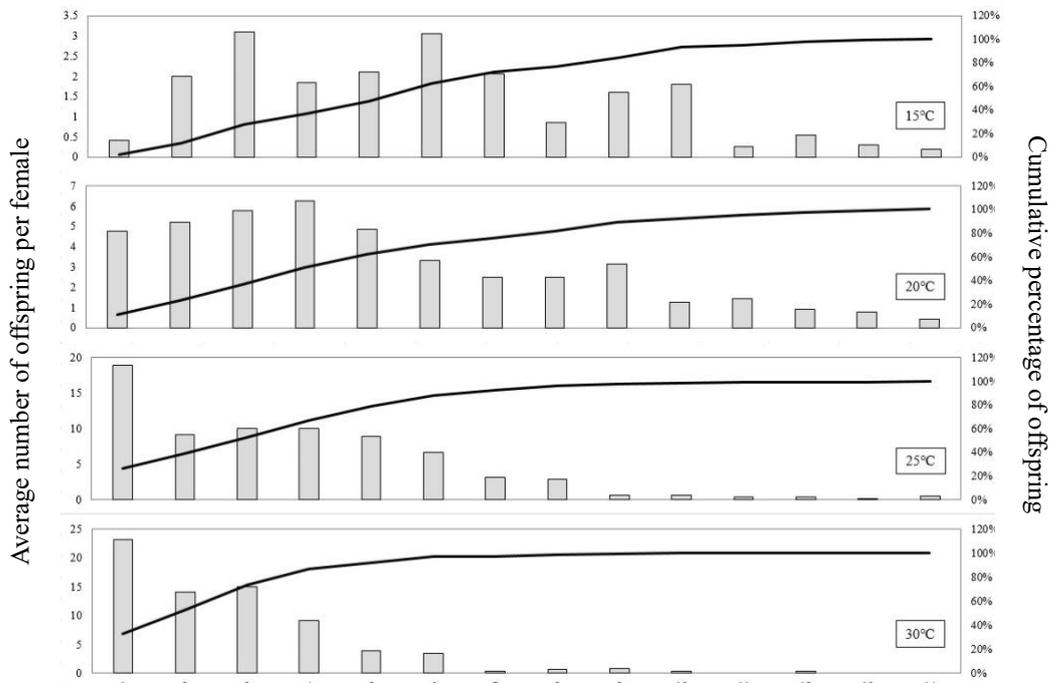


圖 1、不同溫度下 *Trissolcus mitsukurii* 雌蜂逐日產下之子代數與累積百分比

Fig. 1. Daily and cumulative offspring production of *Trissolcus mitsukurii* females at different temperatures





表一、黑囊食蟪瓢蟲於不同親代密度下之繁殖倍率

Table 1 . The mean number of offspring adults of *Stethorus aptus* under different parental densities.

Pair of <i>Stethorus aptus</i> (P)	Offspring adults (no.)
1	61.25 ± 29.98 c
3	102.89 ± 41.27 bc
5	197.00 ± 117.27 ab
10	215.25 ± 57.83 a

Data in the same column with different letter(s) were significantly different by LSD test ($p < 0.05$).

表二、黑囊食蟪瓢蟲於不同親代密度下之繁殖倍率

Table 2 . Multiplication rate of *Stethorus aptus* under different parental densities.

Pair of <i>Stethorus aptus</i> (P)	Reproductive ratio
1	61.25 a
3	34.30 b
5	39.40 ab
10	21.53 b

Data in the same column with different letter(s) were significantly different by LSD test ($p < 0.05$).





圖一、黑囊食蟎瓢蟲(*Stethorus aptus*)幼蟲有共享獵物二點葉蟎(*Tetranychus urticae*)之行為。

Fig. 1. The larvae of *Stethorus aptus* were observed to share predation on the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae*.





圖表：

表一、環紋肥螋對不同齡期斜紋夜蛾之捕食能力評估

Table 1. Evaluation of the predation capacity of the ringlegged earwig (*Euborellia annulipes*) against different developmental stages of *Spodoptera litura*

<i>Spodoptera litura</i>	n	Number of predated larvae
		Mean ± SE
2 nd instar	25	12.96 ± 1.09a
3 rd instar	32	6.32 ± 0.90b
4 th instar	26	6.17 ± 0.41b
<i>F</i>		19.38
<i>df</i>		2, 80
<i>P</i>		< 0.0001

Means within a column followed by different lowercase letters are significantly different (Tukey's HSD, $P < 0.05$).

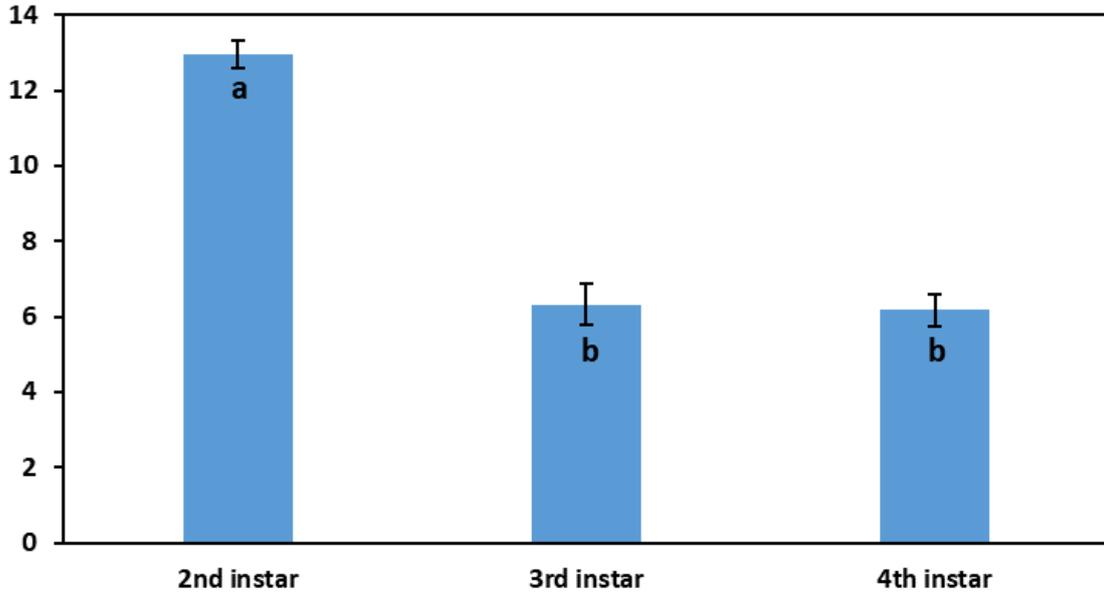
表二、環紋肥螋對不同齡期小菜蛾之捕食能力評估

Table 2. Evaluation of the predation capacity of the ringlegged earwig (*Euborellia annulipes*) against different developmental stages of *Plutella xylostella*

<i>Plutella xylostella</i>	n	Number of predated larvae
		Mean ± SE
2 nd instar	12	30.56 ± 0.39a
4 th instar	15	23.47 ± 1.12b
<i>F</i>		29.70
<i>df</i>		1, 25
<i>P</i>		< 0.0001

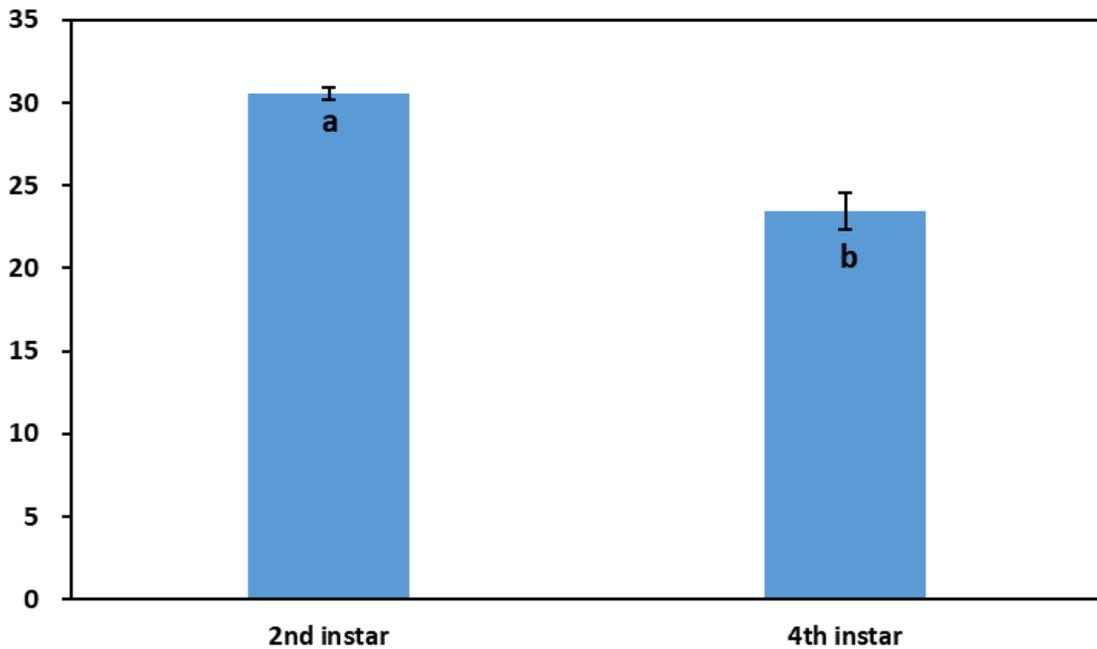
Means within a column followed by different lowercase letters are significantly different (Tukey's HSD, $P < 0.05$).





圖一、環紋肥螻對不同齡期斜紋夜蛾幼蟲之日均捕食量。

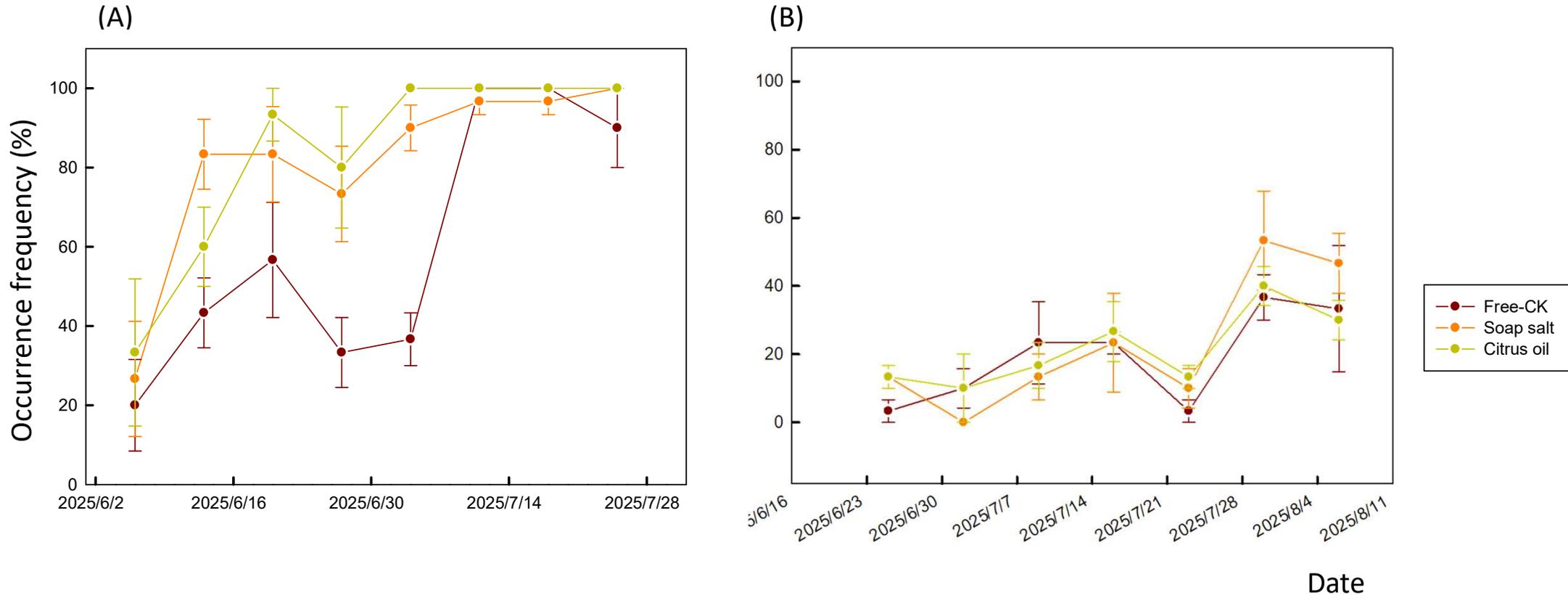
Fig. 1. Daily consumption of the ringlegged earwig (*Euborellia annulipes*) against different instar larva of *Spodoptera litura*.



圖二、環紋肥螻對不同齡期小菜蛾幼蟲之日均捕食量。

Fig. 2. Daily consumption of the ringlegged earwig (*Euborellia annulipes*) against different instar larva of *Plutella xylostella*.

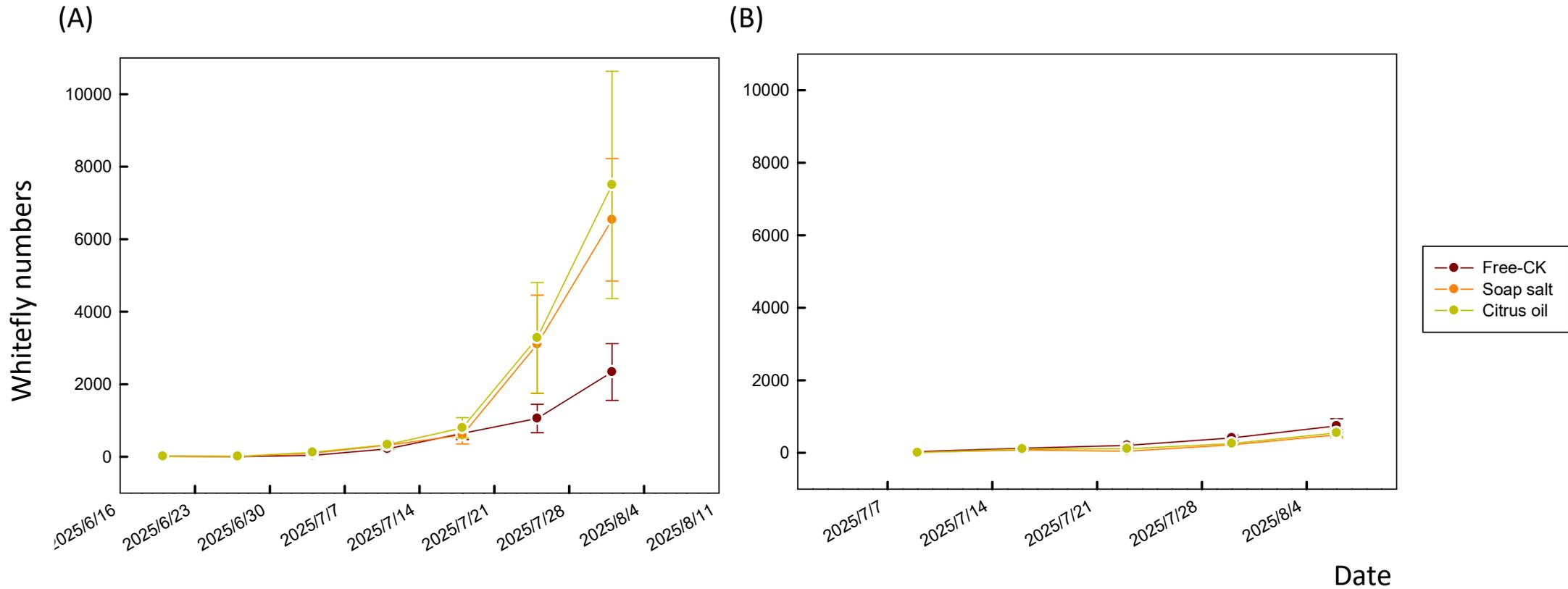




圖一、草生栽培美濃瓜以不同免登記植物保護資材(對照不用藥、皂素、柑橘精油)處理，(A) 第一次藥劑試驗(三義鄉)和(B) 第二次藥劑試驗(南庄鄉)每一植株菸草粉蟲發生頻度。

Figure 1. Frequency of whitefly occurrence per oriental melon plant under sod culture, treated with different free registered plant protection materials (control without pesticide application, soap salt, and citrus oil) in (A) the first pesticide trial (Sanyi) and (B) the second pesticide trial (Nanzhuang).

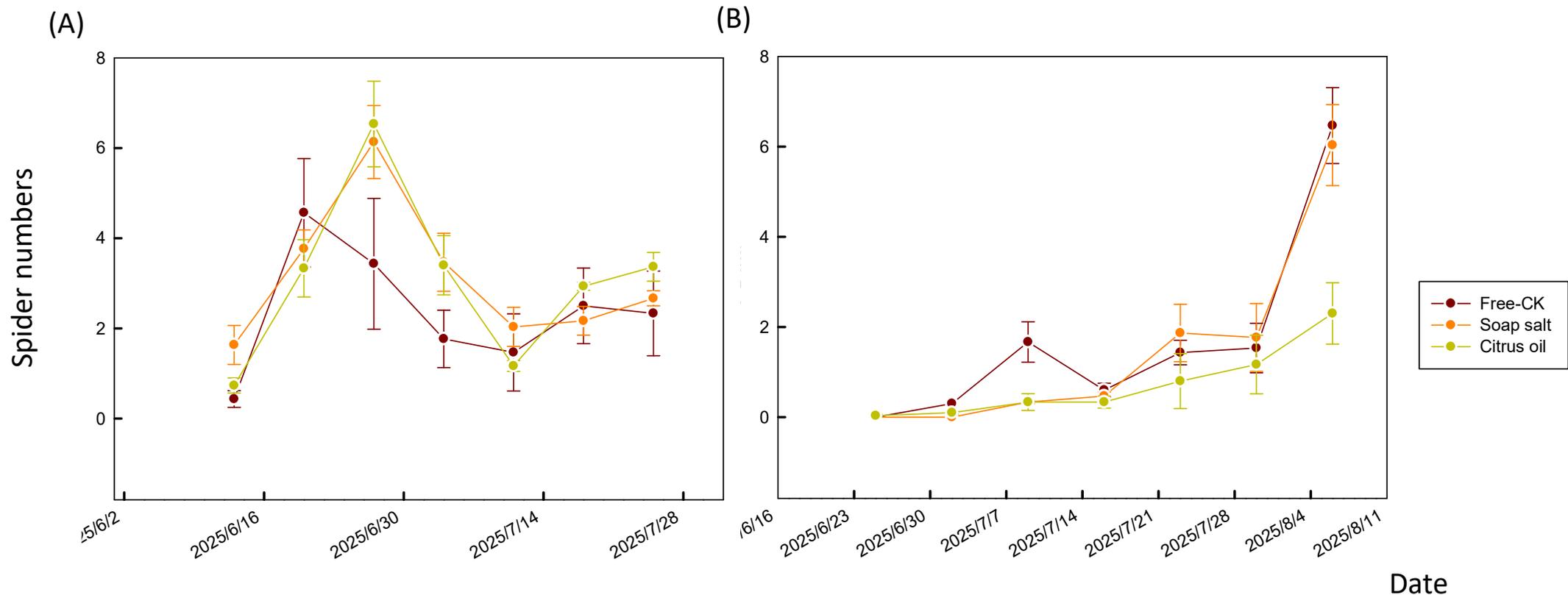




圖二、草生栽培美濃瓜以不同免登記植物保護資材 (對照不用藥、皂素、柑橘精油) 處理，(A) 第一次藥劑試驗 (三義鄉) 和 (B) 第二次藥劑試驗 (南庄鄉) 菸草粉蝨於每張黏紙上隻數。

Figure 2. Number of whiteflies per sticky trap card on oriental melon under sod culture, treated with different free registered plant protection materials (control without pesticide application, soap salt, and citrus oil) in (A) the first pesticide trial (Sanyi) and (B) the second pesticide trial (Nanzhuang).

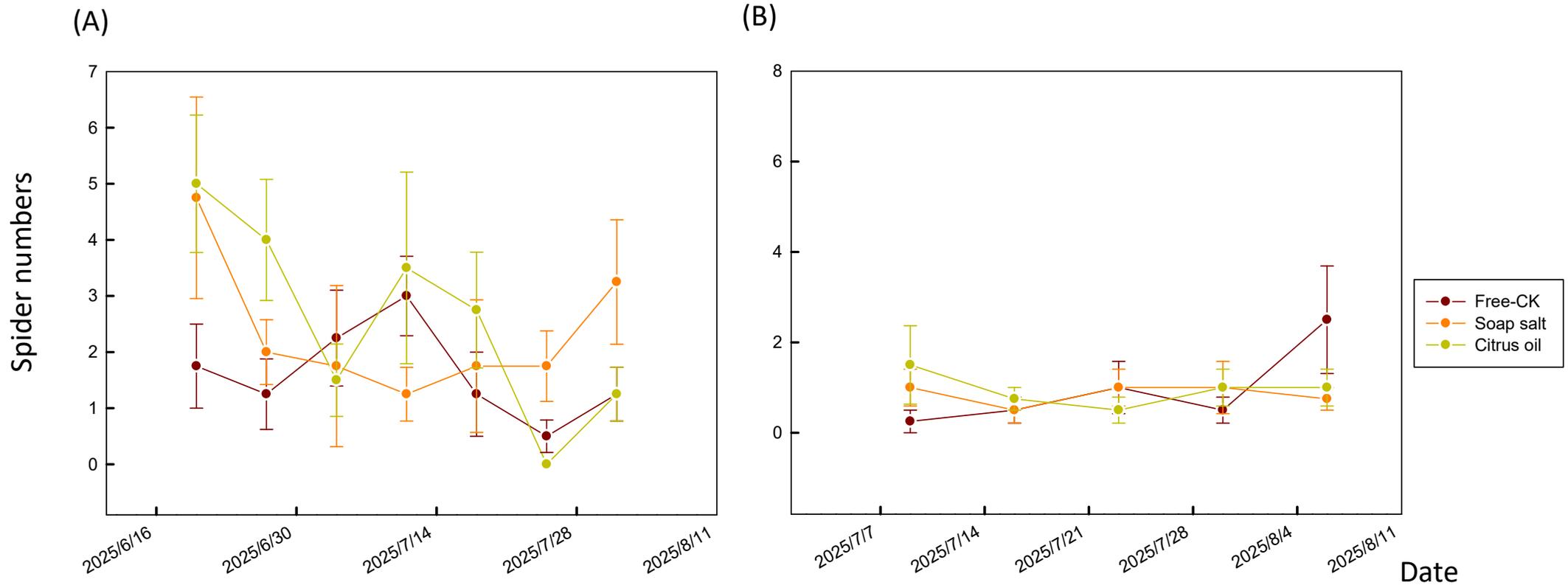




圖三、草生栽培美濃瓜以不同免登記植物保護資材 (對照不用藥、皂素、柑橘精油) 處理，(A) 第一次藥劑試驗 (三義鄉) 和 (B) 第二次藥劑試驗 (南庄鄉) 網架上蜘蛛數量。

Figure 3. Number of spiders on the trellis net on oriental melon under sod culture, treated with different free registered plant protection materials (control without pesticide application, soap salt, and citrus oil) in (A) the first pesticide trial (Sanyi) and (B) the second pesticide trial (Nanzhuang).

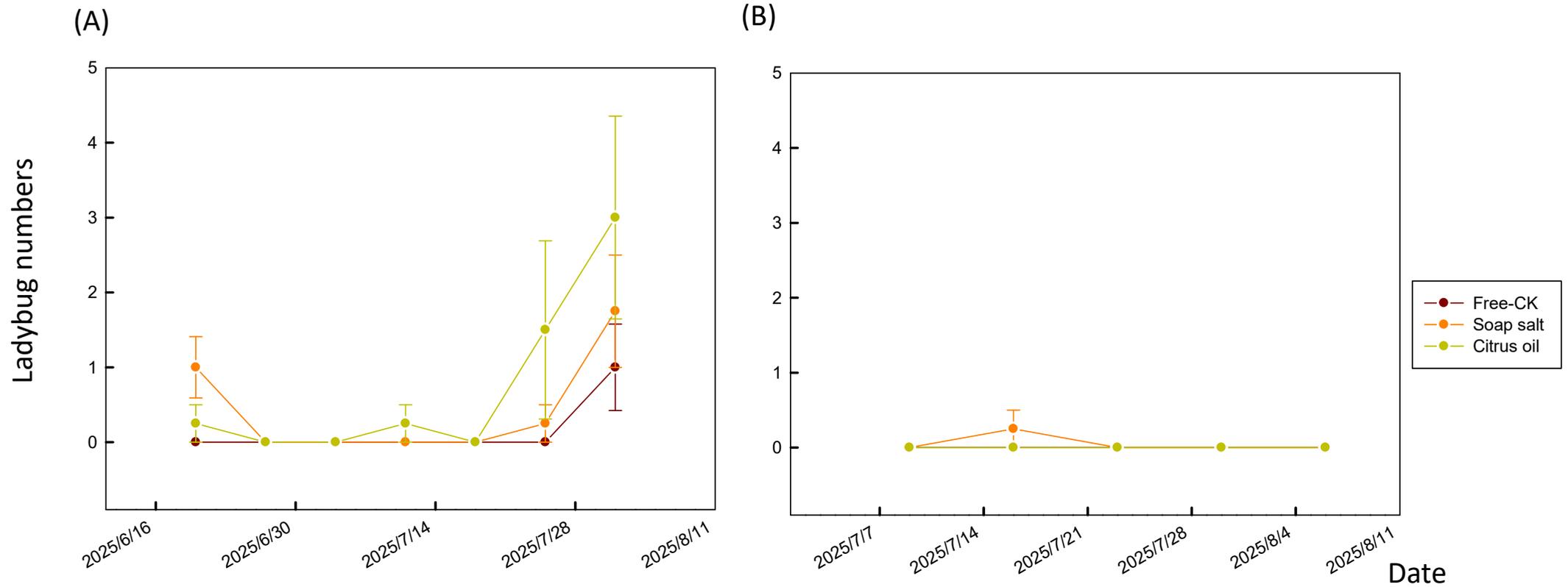




圖四、草生栽培美濃瓜以不同免登記植物保護資材 (對照不用藥、皂素、柑橘精油) 處理，(A) 第一次藥劑試驗 (三義鄉) 和 (B) 第二次藥劑試驗 (南庄鄉) 蜘蛛於黏蟲紙上數量。

Figure 4. Number of spiders on the sticky trap card on oriental melon under sod culture, treated with different free registered plant protection materials (control without pesticide application, soap salt, and citrus oil) in (A) the first pesticide trial (Sanyi) and (B) the second pesticide trial (Nanzhuang).

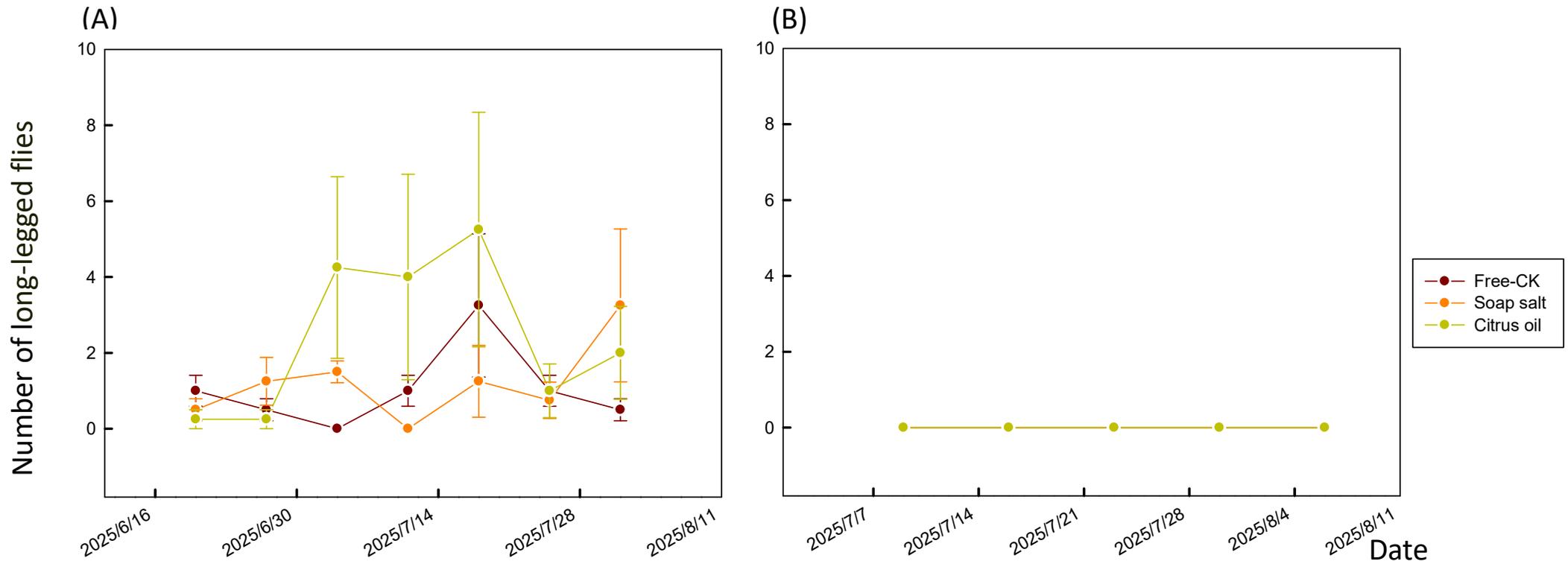




圖五、草生栽培美濃瓜以不同免登記植物保護資材(對照不用藥、皂素、柑橘精油)處理，(A) 第一次藥劑試驗(三義鄉)和(B) 第二次藥劑試驗(南庄鄉)瓢蟲於黏蟲紙上數量。

Figure 5. Number of ladybugs on the sticky trap card on oriental melon under sod culture, treated with different free registered plant protection materials (control without pesticide application, soap salt, and citrus oil) in (A) the first pesticide trial (Sanyi) and (B) the second pesticide trial (Nanzhuang).

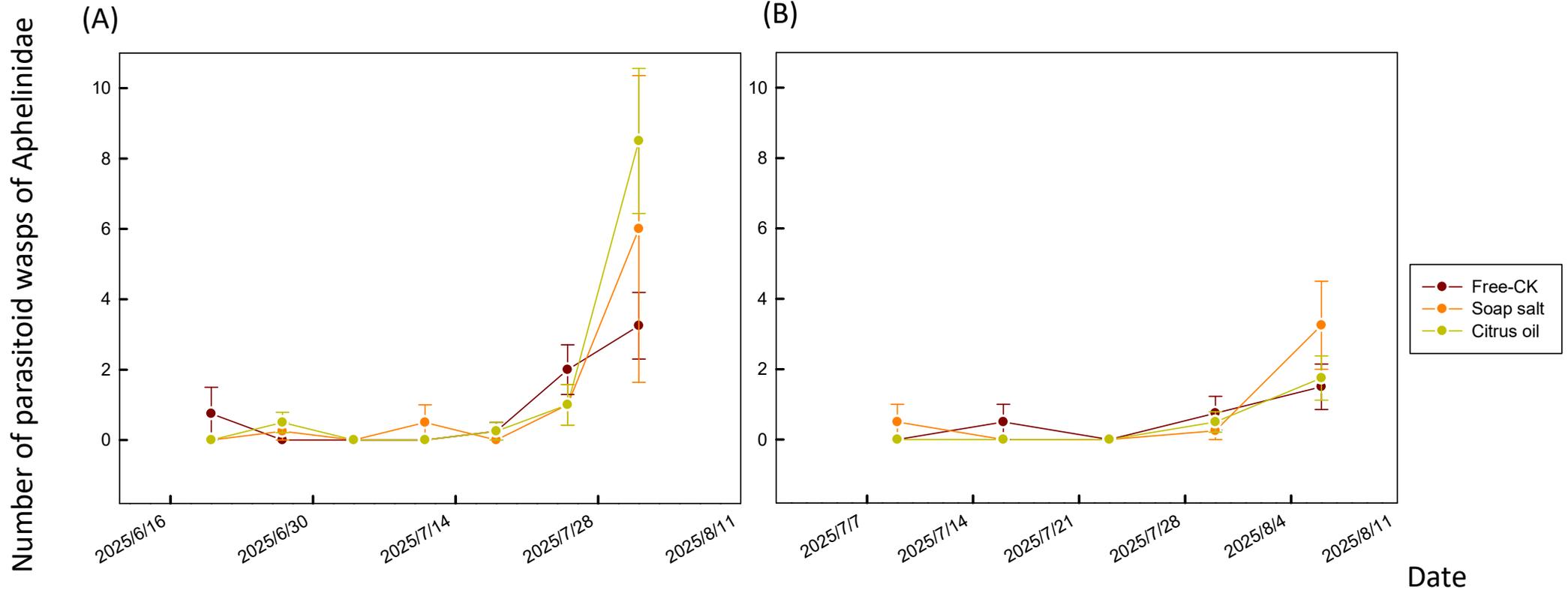




圖六、草生栽培美濃瓜以不同免登記植物保護資材 (對照不用藥、皂素、柑橘精油) 處理，(A) 第一次藥劑試驗 (三義鄉) 和 (B) 第二次藥劑試驗 (南庄鄉) 長足虻科物種於黏蟲紙上數量。

Figure 6. Number of Dolichopodidae species (long-legged flies) on the sticky trap card on oriental melon under sod culture, treated with different free registered plant protection materials (control without pesticide application, soap salt, and citrus oil) in (A) the first pesticide trial (Sanyi) and (B) the second pesticide trial (Nanzhuang).





圖七、草生栽培美濃瓜以不同免登記植物保護資材 (對照不用藥、皂素、柑橘精油) 處理，(A) 第一次藥劑試驗 (三義鄉) 和 (B) 第二次藥劑試驗 (南庄鄉) 蚜小蜂科物種於黏蟲紙上數量。

Figure 7. Number of Aphidiinae species (aphid wasps) on the sticky trap card on oriental melon under sod culture, treated with different free registered plant protection materials (control without pesticide application, soap salt, and citrus oil) in (A) the first pesticide trial (Sanyi) and (B) the second pesticide trial (Nanzhuang).





(A)



(B)



(C)



圖八、草生栽培美濃瓜使用不同免登記植物保護資材第一次試驗(三義鄉)：A對照不用藥、B皂素、C柑橘精油處理，採收期間植株狀態。

Figure 8. Plant status during harvest in the first trial of oriental melon under sod culture using different free registered plant protection materials (Sanyi): A, control without pesticide application; B, soap salt; C, citrus oil treatment.





(A)



(B)



(C)



圖九、草生栽培美濃瓜使用不同免登記植物保護資材第二次試驗(南庄鄉)：A對照不用藥、B皂素、C柑橘精油處理，採收期間植株狀態。

Figure 9. Plant status during harvest in the second trial of oriental melon under sod culture using different free registered plant protection materials (Nanzhuang): A, control without pesticide application; B, soap salt; C, citrus oil treatment.

