

甲酸膠體防治蜂蟹蟎之藥效評估

吳姿嫻^{1*}、徐培修¹、陳本翰¹、陳昶璋²

¹行政院農業委員會苗栗區農業改良場

²衛生福利部國家中醫藥研究所

摘要

蜂蟹蟎(*Varroa destructor*)是威脅全球西洋蜜蜂(*Apis mellifera*)養殖業最嚴重的外寄生性害蟎。本試驗是以苗栗區農業改良場自行研發之甲酸膠體(formic acid gel)分別於2016年秋季、2017年春季及夏季進行蜂蟹蟎防治之田間藥效試驗，以探討甲酸膠體劑在臺灣作為蜂蟹蟎輪替用藥之可行性。試驗結果顯示施用12.5公克、25公克甲酸膠體在春、秋兩季，具蜂蟹蟎防治成效，施用50公克在春、夏兩季可亦有防治效果。以秋季施用25公克甲酸膠體蜂蟹蟎落蟎率達86.25%最佳；春季最佳施用劑量為50公克甲酸膠體，落蟎率可達73.84%；夏季50公克甲酸膠體落蟎率可達75.91%。觀察試驗期間蜜蜂族群消長，結果顯示施用12.5、25及50公克甲酸膠體對蜂群皆無負面影響。總論本試驗所施用之甲酸膠體劑於臺灣蜂場測試藥效結果，適合在秋季取代現行福化利藥籤劑，具作為蜂蟹蟎整合性防治輪替用藥之潛力。

關鍵詞：西洋蜜蜂、甲酸膠體、蜂蟹蟎、輪替藥劑

前言

臺灣養蜂已有約300多年的歷史，自1910年起開始飼養西洋蜜蜂(*Apis mellifera*)，逐漸朝向專業化生產，過去臺灣養蜂業主要以生產蜂王漿為主，漸漸轉變為蜂蜜與蜂王漿併重之生產模式。農業統計資料顯示2017年從事養蜂專業農戶已將近1,000戶規模，年產值約34億元新臺幣。然而1970年代一

個嚴重衝擊產業的寄生性蟎類蜂蟹蟎(*Varroa jacobsoni*)入侵(Ho and An, 1980)，後證實其中部分基因型為另一個物種(*Varroa destructor*)(Anderson and Trueman, 2000)，在短短幾年間全臺養蜂場皆已淪陷。現今蜂蟹蟎已成為全球西洋蜜蜂產業最主要寄生害蟎(Rosenkranz *et al.*, 2010)。最早臺灣蜂農多以牛避逃(coumaphos)防治蜂蟹蟎，但此藥劑對哺乳類毒性高，且因長期使用

*論文聯繫人

e-mail: thwu@mdais.gov.tw

甲酸膠體防治蜂蟹蟎之藥效評估 33

防治效果降低(Chen *et al.*, 1994)，後進口以化學農藥福化利(fluvalinate)為主成分之藥籤劑商品 Apistan® 取代，因進口藥籤劑價格昂貴，又再改以進口福化利水基乳劑讓操作者自製藥籤劑以減低防治成本。然而福化利經長時間的使用，同樣面臨防治效果逐漸降低之窘境，導致蜂蟹蟻族群難以壓抑。蜂蟹蟻除影響蜜蜂幼蟲發育(Schatton-Gademayer and Engels, 1988)，又會傳播許多蜜蜂病毒(Kevan *et al.*, 2006)，導致維持蜂群健康的工作更為嚴峻。

蜂蟹蟻繁殖速率與蜂群週年消長之間具連帶關係(DeGrandi-Hoffman and Curry, 2004)，且蜂蟹蟻生活史短，繁殖速率驚人，因此對藥物產生耐受性的速度也很快速，在蜂蟹蟻的防治管理上，應採取整合性管理措施，並善用不同作用機制之藥劑輪替使用，以減緩抗藥性之發生。目前世界各國關於蜂蟹蟻防治藥劑除了過去國內曾使用的牛避逃及福化利之外，化學藥劑還包含有 Flumethrin 及三亞蟻(Amitraze)等(Floris *et al.*, 2001)，但化學農藥登記上市需進行多項田間藥效、理化及毒理試驗等，登記門檻較高，緩不濟急，且許多國家的使用也證實，這些藥劑會殘留在蜂蜜、蜂蠟及蜂膠等蜂產品(Wallner, 1999; Bogdanov *et al.*, 1998)，登記上市仍需進行藥劑殘留等安全性評估。因此世界各國亦朝向使用較安全的天然資材開發蜂蟹蟻防治藥劑，在過去已發現許多植物精油及有機酸對蜂蟹蟻具防治效果，

植物精油包含百里酚、薄荷、奧勒岡、香茅等精油，有機酸則包含甲酸、草酸及乳酸等(Rosenkranz *et al.*, 2010; Sabahi *et al.*, 2017; Sammataro *et al.*, 2008; Nazer and Al-Abbadi, 2003)。

甲酸是一種為蜂蜜中自然存在的成分(Calderon *et al.*, 2000)，不必擔心在採蜜期前使用會造成藥物殘留，又具成本低廉的優點，過去國內曾評估甲酸防治蜂蟹蟻的效果(陳, 1995)，發現防治成效良好，防治率可達 80%以上，惟施用上需精準控制使用量，當使用量過多，會影響蜂群，並使工蜂房面積減少。另有實驗證實甲酸處理濃度過高與時間過久皆會影響蜂王及工蜂的壽命(Underwood and Currie, 2003)，曾有報告指出在氣溫較高的地區施用甲酸，會提高幼蟲及卵的死亡率(Elzen *et al.*, 2004)。因此在不同氣候條件下施用甲酸防治蜂蟹蟻需精準計算濃度與時間之 CT 值($CT = \text{Concentration} * \text{Time}$)，當氣溫介於 15°C~35°C 間，蜂蟹蟻與蜂群的死亡率受 CT 影響顯著(Underwood and Currie, 2003)。臺灣地區平地全年月均溫介於 15.2°C~29.2°C(中央氣象局氣象統計資料, 2010)，四季氣候變化大，因此以甲酸防治蜂蟹蟻，季節溫度的變化影響著防治效果及蜂群的發展，是重要的環境因子。目前國際上甲酸防除蜂蟹蟻多以甲酸液體自然蒸散之燻蒸方式進行(Elzen *et al.*, 2004; Wagchoure *et al.*, 2012)，除可殺滅成蜂身上的蜂蟹蟻外，亦證實對封蓋巢房內的蜂蟹蟻具防

治效果(Calderon *et al.*, 2000), 近年來許多國家為克服液體甲酸施用上的困難, 多開發膠體緩效性劑型, 以控制甲酸揮發速率, 減少甲酸揮發快速而對蜂群造成負面的影響(Eguaras *et al.*, 2003; Fidel *et al.*, 2010; Kochansky and Shimanuki, 1999)。以 Alberto 等人 2005 年發表於地中海地區進行甲酸液體釋放包與商品化甲酸膠體 Bee var 防治效果試驗, 發現甲酸膠體的施用相較於甲酸液體的揮發其成蜂死亡率較低, 且沒有盜蜂情形發生。本試驗即是探討國內開發之甲酸膠體劑型在不同季節之防治效果, 並觀察其對蜂群的影響, 以評估作為蜂蟹蟎整合性防治之輪替藥劑之可行性。

材料與方法

一、甲酸膠體配製

- (一) 甲酸原體：94% Formic acid (Extra pure reagent) 500 公克/島久藥品株式會社。
- (二) 甲酸膠體：以苗栗區農業改良場開發之天然膠體配方, 加入 94% 甲酸原體, 調製成 65% 重量百分濃度之甲酸膠體。取各處理所需甲酸膠體劑量盛裝於表面積 44.2 cm² 之聚丙烯(PP)塑膠容器中。

二、甲酸膠體田間藥效試驗

試驗地點為行政院農業委員會苗

栗區農業改良場試驗蜂場, 田間藥效試驗期間為 105 年秋季 9 月 20 日至 10 月 26 日、106 年春季 5 月 11 日至 6 月 8 日及 106 年夏季 7 月 20 日至 8 月 17 日, 共三場次, 每場次依據以下試驗方法進行：

- (一) 供試蜂群：供試蜜蜂為向蜂農購入西洋蜜蜂之蜂群, 蜂王為一年內之新王, 蜂群購入後經由單箱式飼養馴化至少 3 個月以上, 不施用任何藥劑。馴化期間每箱蜂勢調整相仿, 且維持於 13,000 隻以上。
- (二) 蜂蟹蟎寄生率調整：以隔蟎蜂箱調查落蟎數, 進行蜂蟹蟎寄生率調查, 以調整試驗蜂群間之蜂蟹蟎寄生率。
- (三) 實驗處理包含 65% 甲酸膠：體試驗組 (12.5、25 及 50 公克)、參考藥劑福化利之處理及不施藥對照組, 每組處理 3 重複數, 供試蜂群共 15 箱。
- (四) 田間設計採完全隨機設計：(Completely Randomized Design, CRD), 田區供試蜂箱每一蜂箱視為一獨立試區, 每處理共 3 重複, 每個蜂箱距離相距 0.8 公尺以上, 處理排列隨機排列。
- (五) 施藥方法：
 1. 將備製好之甲酸膠體連同塑膠器皿置於蜂箱中央巢框上方, 參考藥劑福化利藥籤則是懸掛於中央巢片旁。間隔及次數：每週

施藥 1 次，連續施藥 3 週。

2. 最後處理：第 3 次施藥後第 8 天以 24% 福化利稀釋 5 倍後所製成之藥籤劑懸掛 2 片及 65% 甲酸液體 15 ml 滴於岩棉進行最後處理。

(六) 蜂蟹蟎發生調查：

1. 實驗蜂箱採用防治蟹蟎之隔落蟎箱飼育蜂群，下方設有抽屜，與上方箱體間由不鏽鋼網隔開，鋼網孔隙大小以蟹蟎可通過而蜜蜂無法穿越為主。以隔落蟎箱底部黏貼黃色黏蟲紙收集落蟎，施藥前、第一次施藥後 7 天、第二次施藥後 7 天、第三次施藥後 7 天及進行最後處理後 7 天，調查落蟎數 1 次，記錄落蟎數，並更換黏蟲紙。落蟎率計算公式：假設此段期間所收集之落蟎為 100%。落蟎率(E%)依下列公式計算： $E\% = [TB / (TB + TC)] \times 100\%$ TB 為藥劑防治期間所收集落蟎數總和；TC 為最後處理一週所收集落蟎數總和(Semkiw *et al.*, 2013; Floris *et al.*, 2001)。
2. 統計分析：所得數據以 SAS Enterprise Guide 7.1 進行 ANOVA 分析，均值間差異以 LSD (Fisher's least significant difference procedure) 比較 ($P < 0.05$)。

(七) 藥害發生與調查：

1. 蜂勢影響評估：試驗前後依重量

法進行蜂勢評估，即稱量蜂箱含蜜蜂之總重量減去將蜜蜂抖落後之空蜂箱重量則為該蜂箱之蜂勢總重量。並取數隻工蜂，稱量工蜂體重(連同夾鍊袋秤得工蜂粗體重，減去夾鍊袋重量得出工蜂淨體重)，計算單隻重量後，以蜂勢重量除單隻重量，即可得出該箱蜂群隻數。

2. 每日死蜂觀測：於蜂箱出入口放置死蜂收集籃記錄每日死蜂數目。

(八) 蜂場溫度及相對濕度觀測：試驗期間於蜂場設置溫濕度自動記錄器，每小時自動收集溫度及相對濕度記錄一次，計算每日平均溫度及相對濕度。

結果及討論

在秋季施用甲酸膠體試驗中，12.5 及 25 公克之甲酸膠體處理，與不處理之對照組，防治率具顯著差異。以施用 25 公克甲酸膠體達 86.25 % 之平均落蟎率最佳，顯著高於對照藥劑福化利藥籤劑處理之平均落蟎率 73.2 %，及不處理對照組之 64.88 % (調查使用之隔落蟎蜂箱具物理防治效果)，而施用 50 公克之甲酸膠體處理組平均落蟎率為 73.22 % 與對照藥劑防治效果相仿，並與不處理組無顯著差異 (表一)，顯示秋季使用甲酸膠體 12.5 公克即可達到防治效果，而以施用 25 公克為最佳劑量，優於現行推薦之福化利藥籤劑，可取代福

化利作為秋季之蜂蟹蟎防治用藥，雖 50 公克甲酸膠體施用落蟎率略高於不處理對照組，但從其統計上無顯著差異顯示田間使用上並非劑量越高效果越好，應有最適用劑量之極限。另在試驗期間蜂勢變化發現，在秋季蜜蜂繁殖季節，不處理組與三種不同劑量之甲酸膠體處理組之平均蜂勢變動在調查期間皆逐步增加，各處理間無顯著差異（圖一，(A)），顯示不論是甲酸膠體或是對照藥劑對蜂群在秋季施用皆無負面影響。

在春季試驗期間，12.5 公克甲酸膠之平均落蟎率為 62.55 %；25 公克甲酸膠之平均落蟎率為 64.92 %；50 公克甲酸膠之平均落蟎率為 73.84 %，25 公克及 50 公克之甲酸膠處理之平均落蟎率都顯著高於未處理組的 56.35 %，以 50 公克甲酸膠為最佳劑量，雖平均落蟎率略低於對照藥劑的 76.54 %，但統計上兩者之平均落蟎率無顯著差異(表一)，因秋季與春季平均日均溫與蜂勢不同，未來可接續測試 50 公克以上劑量之甲酸膠體在春季是否能達到更佳的防治功效。在春季試驗期間為週年蜂群繁殖速率最快的季節，從蜂勢調查的數據顯示，所有處理組及未處理組之平均蜂勢皆在第三週後急遽增加平均約 5 萬至 6 萬隻，各處理間蜂勢變動百分比亦無顯著差異，但在第四週調查則蜂勢增加趨勢趨緩（圖一，(B)），顯示在春季蜂群繁殖速率快速時，不論施用甲酸膠體 12.5、25 及 50 公克與福化利藥籤劑皆

不影響蜂勢，而第四週蜂勢未見持續增加，可能為本試驗採用之平箱飼育方式，各蜂群達 6 萬隻已近乎平箱飼育之極限。

夏季試驗結果僅以 50 公克甲酸膠平均落蟎率 75.91 % 及對照藥劑福化利平均落蟎率 73.22 % 顯著高於未處理組之 58.64 %，而 12.5 公克甲酸膠及 25 公克甲酸膠平均落蟎率分別為 68.05 % 及 63.2 %，雖略高於未處理組，但在統計上未達顯著差異（表一），顯示夏季防治蜂蟹蟎以 50 公克甲酸膠及福化利藥籤劑較為有效。7 月至 8 月是臺灣地區蜜蜂越夏時期，此時外界蜜粉源不足，蜜蜂群勢自然狀況下都會逐漸減弱，亦從本試驗夏季蜂勢變化觀察可得（圖一，(C)），從蜂勢下降趨勢看出，在試驗處理後 7 日，未防治之對照組蜂勢與其他藥劑處理組的蜂勢已有顯著差異，並再後續兩週的試驗中，差距逐漸拉大。顯示蜂蟹蟎族群可能加速了夏季蜂勢漸弱速度，夏季以甲酸膠處理不至於對蜂勢造成影響，反倒很可能因有效防治蜂蟹蟎而有助於減緩蜂勢消退。但若單從防治蜂蟹蟎效果而論，對照藥劑福化利藥籤劑組在夏季試驗同樣具防治效果，但在處理後 21 日蜂勢變化顯示 50 公克甲酸膠體組的蜂勢與對照藥劑福化利間具顯著差異，除說明抑制蜂蟹蟎族群可以減緩蜂勢衰退，但在夏季施用福化利藥籤劑對蜂群亦可能有負面影響。過去也有學者觀察發現在使用福化利防治處理後，蜂王體重會下降，微卵

管內卵發育受影響(Haarmann *et al.*, 2002)，而影響蜂王產卵數量。且從Reeves 等人(2018)研究亦指出蜂群暴露於施用福化利 6 週的環境下，蜜蜂體的總蛋白與碳水化合物會明顯降低，顯示福化利藥劑影響了蜜蜂個體的生長與發育，這很有可能是因為蜜蜂攝取食物獲得營養的某個途徑受到了改變。而Zheng 等人(2014)也從食物攝取角度證實，當工蜂攝取食物營養缺失時，進而會使整體蜂勢衰弱。從福化利藥劑影響蜜蜂生理的角度看來，不難解釋本試驗中所觀測到的結果，在夏季缺乏蜜粉源的狀況下，使用福化利防治蜂蟹蟻可能會更加速蜂群的衰弱，但在外界食物充足的春、秋兩季，即使以福化利防治蜂蟹蟻，對於蜜蜂營養攝取上所造成的影響可能還不足以威脅蜂群正常發展。

過去探討使用甲酸防治蜂蟹蟻，成敗關鍵常在於外界溫度會影響甲酸釋放速率，從本試驗三個季節田間蜂場平均溫度與平均相對濕度資料顯示，在秋季日均溫度介於 23.2°C~28.8°C，平均溫度為 26.7°C，相對濕度介於 80.8%~99.3%，平均相對濕度為 86.7%；春季試驗期間日均溫度介於 20.2°C~29.1°C，平均溫度為 25.5°C，相對濕度介於 79%~100%，平均相對濕度為 89.29%；夏季日均溫度介於 27.1°C~30.8°C，平均溫度為 29.0°C，相對濕度介於 63.8%~87.3%，平均相對濕度為 77.1%（圖二）。與多數使用以甲酸防治蜂蟹蟻的研究比較，施用液體甲酸有效的使用溫度應介於

18~25°C(Imdorf *et al.*, 1990)，而本試驗在春、秋兩季的日均溫略高於建議溫度，夏季平均溫度 29.0°C 遠高於最佳施用溫度 25°C，從三個季節防治率而論，本試驗所使用之甲酸膠體劑型皆可達顯著防治效果，應能有效減緩在高溫時揮發過快速問題，在 20.2°C~30.8°C 施用能達到一定防治成效，唯有 12.5 公克甲酸膠處理組，劑量較少，在田間觀測得知甲酸膠體多於施用 2~3 天內即完全揮發乾燥，可能使箱內甲酸蒸氣維持時間不足，且夏季試驗期間外界相對濕度常低於 80%，亦可能使揮發速率增快，因而無法達到理想殺滅蜂蟹蟻之 CT 值，導致防治效果較差。因此在夏季施用甲酸膠體，建議用量可維持 50 公克，以達持續緩效釋放。

本試驗調查結果顯示甲酸膠體防治蜂蟹蟻在秋季施用 25 公克即可達最佳效果，且優於對照藥劑福化利，在蜂蟹蟻整合性防治策略上，適合在秋季作為主要防治藥劑。而春季採蜜季節結束後，可先用福化利進行防治，但若是因長期使用福化利使得蜂群內寄生之蜂蟹蟻已出現耐受性，則亦可施用甲酸膠體作為輪替用藥。在夏季蜂蟹蟻族群若突然爆發時，每次施用 50 公克甲酸膠體連續施用三週，亦可替代福化利藥劑，並可減緩蜂群消褪速度。總體而論，本試驗所施用之甲酸膠體劑可有效防治蜂蟹蟻，且在日均溫 20°C~30°C 對蜂群不會有負面影響，具有作為國內蜂蟹蟻整合性防治上輪替用藥之潛力，以克

服蜂蟹蟎族群對現行福化利藥劑產生抗藥性問題。

致 謝

本試驗承蒙行政院農業委員會藥物毒物試驗所「防治蜂蟹蟎甲酸製劑之田間藥效試驗（105 農科-10.8.1-藥-P2 及 106 農科-10.8.1-藥-P2）」計畫經費支持，及苗栗區農業改良場張素絨小姐、陳慶旺先生、劉享芳先生、林婉瑛小姐與顏君靜小姐等同仁協助，謹此致謝。

引用文獻

- 行政院農業委員會農糧署。2017。106年農業統計年報：臺灣地區養蜂業況。
- 交通部中央氣象局。2010。氣候統計。
- 陳裕文、洪英傑、何鎧光。1995。甲酸對蜂蟹蟎及蜂群的影響。中華昆蟲 15：287-294。
- Anderson, D. and J. Trueman.** 2000. *Varroa Jacobsoni*(Acari: Varroidae) is more than one species. *Experimental and Applied Acarology* 24(3): 165-189.
- Bogdanov, S., V. Kilchenmann, and A. Im-dorf.** 1998. Acaricide residues in some bee products. *Journal of Apicultural Research* 37(2): 57-67.
- Calderon R. A., R. A. Ortiz, H. G. Arce, J. W. V. Veen, and J. Quan.** 2000. Effectiveness of formic acid on varroa mortality in capped brood cells of Africanized honey bees. *Journal of Apicultural Research* 39(3-4): 179-180.
- Chen, Y.W., P. L. Chen, E. L. Hsu, and K. K. Ho.** 1994. The effect of coumaphos on *Varroa jacobsoni* and its influence on honeybee colony. *Chinese Journal of Entomology* 14(3): 353-360.
- DeGrandi-Hoffman G. and R. Curry.** 2004. A mathematical model of Varroa mite (*Varroa destructor* Anderson and Trueman) and honeybee (*Apis Mellifera* L) population dynamics. *International Journal of Acarology*. 30: 259-274.
- Eguaras, M., M. A. Palacio, C. Faverin , M. Basualdo , M. L. Del Hoyo, G. Velis, and E. Bedascarrasbure.** 2003. Efficacy of formic acid in gel for varroa control in *Apis mellifera* L.: Importance of the dispenser osition inside the hive. *Veterinary Parasitology* 111(2): 241-245.
- Elzen, P., D. Westervelt, and R. Lucas.** 2004. Formic acid treatment for control of *Varroa destructor* (Mesostigmata: Varroidae) and safety to *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) under southern United States conditions. *Journal of Economic Entomology*

- gy 97(5): 1509-12.
- Fidel, A.R., O.C. Gabriel, S.A. Hussein, T. S.G. María, and T. Alberto.** 2010. A gel formulation of formic acid for control of *Varroa destructor*. Trends in Acarology: Proceedings of the 12th International congress: 545-549.
- Floris I., A. Satta, V. L. Garau, M. Melis, P. Cabras, and N. Aloul.** 2001. Effectiveness, persistence, and residue of amitraz plastic strips in the apiary control of *Varroa destructor*. Apidologie 32: 577-585.
- Haarmann, T.I., M. Spivak, D. Weaver, B. Weaver, and T. Glenn.** 2002. Effects of fluvalinate and coumaphos on queen honeybees (Hymenoptera: Apidae) in two commercial queen rearing operations 95(1): 28-35.
- Ho, K. K. and J. K. An.** 1980. A collective report of the important diseases and enemies of the honey bee I. The bee mite, *Varroa jacobsoni*. Phytopathologist and Entomologist 7: 1-14.
- Kevan, P. G., M. A. Hannan, P. G. Kevan, M. A. Hannan, N. Ostiguy, and E. Guzman-Novoa.** 2006. A summary of the varroa-virus disease complex in honeybees. American Bee Journal 146(8): 694-697.
- Kochansky J. and H. Shimanuki.** 1999. Development of a gel formulation of formic acid for control of parasitic mites of honeybees. Journal of Food Chemistry. Sep. 47(9): 3850-3.
- Nazer I. K. and A. Al-Abbadi.** 2003. Control of varroa mite (*Varroa destructor*) on honeybees by aromatic oils and plant materials. Journal of Agricultural and Marine Sciences 8(1) : 15-20.
- Reeves, S.A., O'Neal, R. Fell, C. Brewster, and T. Anderson.** 2018. In-hive acaricides alter biochemical and morphological indicators of honey bee nutrition, immunity, and development. Journal of Insect Science 18(5): 1-6.
- Rosenkranz, P., P. Aumeier, and B. Ziegelmann.** 2010. Biology and control of *Varroa destructor*. Journal of Invertebrate Pathology 103: S96-S119.
- Sabahi, Q., H. Gashout, P. Kelly, and E. Guzman-novoa.** 2017. Continuous release of oregano oil effectively and safely controls Varroa destructor infestations in honey bee colonies in a northern climate. Experimental and Applied Acarology 72(3): 263-275.
- Sammataro, D., J. Finley, and R. Underwood.** 2008. Comparing oxalic acid and sucroside treatments for *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) control under desert conditions. Jou-

Journal of Economic Entomology 101
(4): 1057-1061.

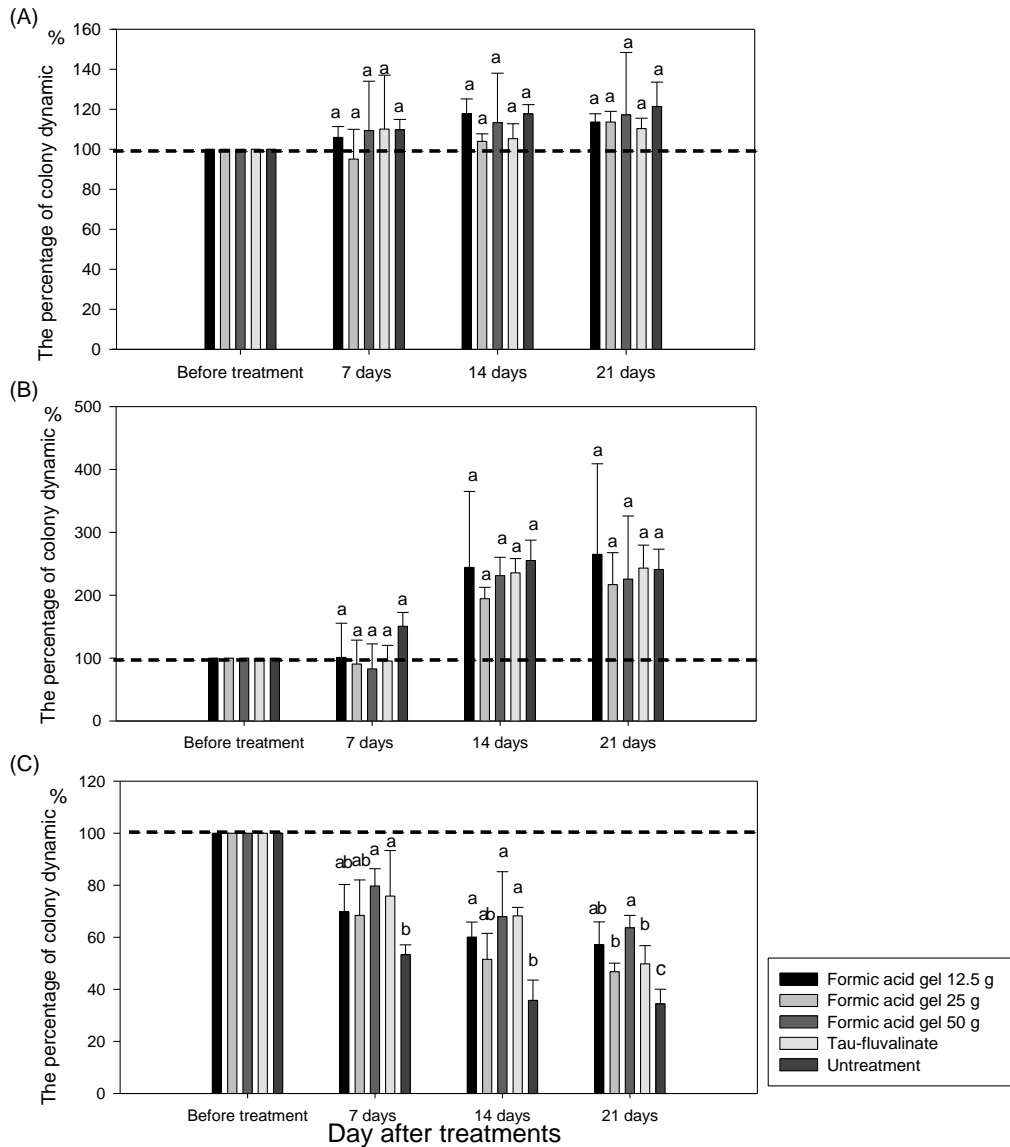
Schatton-Gademayer, K. and W. Engels. 1988. Blood proteins and body weight of newlyemerged worker honeybees with different levels of parasitization of brood mites. *Entomologia Generalis* 14(93-101): 267-273.

Underwood, R. and R. Currie. 2003. The effects of temperature and dose of formic acid on treatment efficacy against *Varroa destructor* (Acari: Varroidae), a parasite of *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae). *Experimental and Applied Acarology* 29 (1-4): 303-13.

Wagchoure, E., S. Raja, and G. Sarwar. 2012. Control of *Varroa destructor* using oxalic acid, formic acid and Bayvarol strip in *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) colonies. *Pakistan Journal of Zoology* 44 (6): 1473-1477.

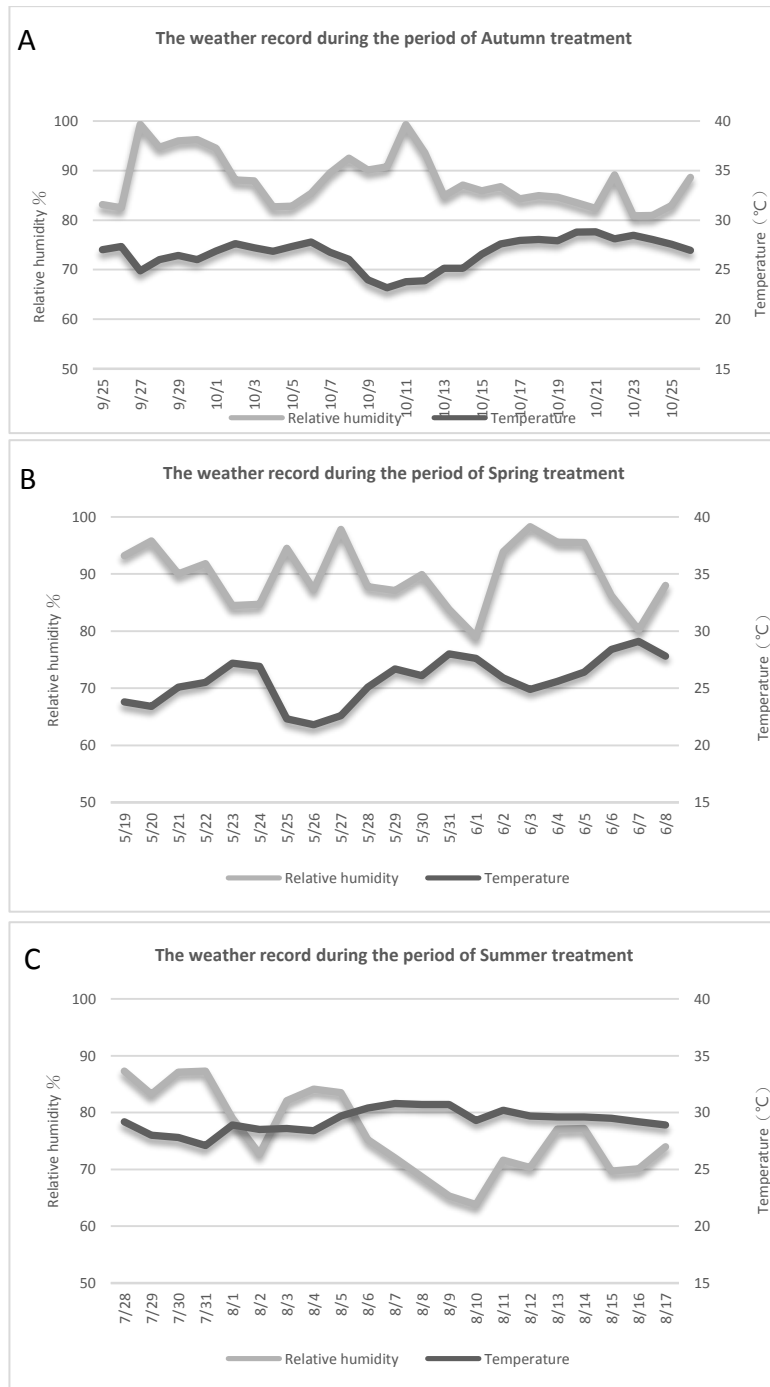
Wallner, K. 1999. Varroacides and their residues in bee products. *Apidologie* 30(23): 235-248.

Zheng, B., Z. Wu, and B. Xu. 2014. Effects of dietary protein levels on the population growth, performance, and physiology of honey bee workers during early spring. *Journal of Insect Science* 14(191): 1-7.



圖一 不同甲酸膠劑量處理之調查期間每週蜂勢變化率。處理前蜂群數量設定為 100%。

Fig. 1. The colony dynamic rate between different treatments during the period of treatments every week. The colony population before retreatment was regarded as 100%. Means with the same letter(s) of the same day in same season are not significantly different at 5% level by LSD test. (A) Autumn: September 20-October 26 in 2016; (B) Spring: May 11-June 8 in 2017; (C) Summer: July 20-August 17.



圖二 試驗處理期間每日之平均溫度及相對濕度紀錄。

Fig. 2. Average temperature and relative humidity during treatments. (A) Autumn: September 25-October 26 in 2016; (B) Spring: May 19-June 8 in 2017; (C) Summer: July 28-August 17.

表一 施用不同劑量甲酸膠體之蜂蟹蟎平均落蟎率

Table 1. The percentage of fallen varroa mites after the treatment of different dosages of formic acid gel

	Control effect (%)		
	2016 Autumn	2017 Spring	2017 Summer
Formic acid gel 12.5g	78.93 ± 4.91 ab ^z	62.55 ± 1.89 bc	68.05 ± 2.31 abc
Formic acid gel 25g	86.25 ± 7.72 a	64.92 ± 1.09 b	63.2 ± 1.83 bc
Formic acid gel 50g	73.22 ± 1.68 bc	73.84 ± 3.62 a	75.91 ± 5.67 a
Tau-fluvalinate	73.20 ± 5.55 bc	76.54 ± 6.44 a	73.22 ± 7.24 ab
Untreatment	64.88 ± 1.99 c	56.35 ± 5.84 c	58.64 ± 7.86 c

^z Means ± standard deviation (n = 3). Means within each column followed by the same letter(s) are not significantly different at $P < 0.05$ by Fisher's protected LSD test.

Effect of formic acid gel for control of *Varroa destructor*

Wu, Tzu-Hsien^{1*}, Pei-Shou Hsu¹, Pen-Han Chen¹, and Chang-Chang Chen²

¹Miaoli District Agricultural Research and Extension Station, COA.

²National Research Institute of Chinese Medicine, Ministry of Health and Welfare.

ABSTRACT

The *Varroa destructor* is the most serious ectoparasitic mite of *Apis mellifera*, and threatens the apiculture industry in the world. In order to understanding the possibility of this formic acid gel as the alternative miticides for varroa mite control in Taiwan, the formic acid gel, which was developed by Miaoli District Agricultural Research and Extension Station for varroa mite control, was evaluated in the autumn of 2016, the spring of 2017 and the summer of 2017. The result showed that proper varroa mite control efficiency was achieved in the treatments, which exposed to 12.5g and 25g formic acid gel in spring and autumn, and 50g formic acid gel in spring and summer. In the autumn, the control efficiency in 25g formic acid gel was 86.25%. The best application dosage in spring was 50g formic acid gel and the control rate was 73.84%. The control efficiency was about 75.91% in 50g formic acid gel in summer. In observation, all the treatments of formic acid gel did not have any negative effect on the colonies. The results suggested the formic acid gel are suitable for replacing the recommended miticide, tau-fluvalinte in the autumn. Formic acid gel has potential as an alternative miticide for integrated control of varroa mites.

Key words: *Apis mellifera*, formic acid gel, *Varroa destructor*, alternative miticide

* Corresponding author, e-mail: thwu@mdais.gov.tw