



Formosan Entomologist

Journal Homepage: entsocjournal.yabee.com.tw

The Control of *Varroa destructor* Using Oxalic Acid Syrup in Brood-right Honeybee Colonies 【Research report】

利用草酸糖液於蜂群繁殖期防治蜂蟹蟎【研究報告】

Yue-Wen Chen^{1*}, Pao-Liang Chen²
陳裕文^{1*}、陳保良²

*通訊作者E-mail: chenyw@niu.edu.tw

Received: 2008/03/12 Accepted: 2008/03/31 Available online: 2008/03/01

Abstract

Varroa destructor is an ectoparasite of serious economic importance to beekeeping in Taiwan. In this study, we evaluated the efficacy of the oxalic acid (OA) sugar solution against varroa mites in brood-right honeybee colonies. In laboratory trials, each comb was sprayed with 4 mL solution containing 0-4% OA and 30% sugar. The 3% OA treatment gave the best results and caused $81.8 \pm 6.3\%$ mite mortality at 48 h post-treatment. It also did not cause any additional deaths of treated adult workers. Field trials were conducted in I-Lan, Taiwan. Honeybee colonies received five successive applications (at intervals of 3-4 days) with 3% OA syrup by spraying method with two alternative doses (2 mL or 4 mL OA per comb). These treatments resulted in $72.6 \pm 11.3\%$ and $82.4 \pm 3.8\%$ mite mortality, respectively. There was a significant difference ($p < 0.05$) between them. In the experimental honeybee colonies, neither of the two treatments reduced the area of capped cells nor the ratio of larval development into the capped stage. These results suggest that repeated spray applications of OA syrup is effective for the control of varroa mites in brood-right honeybee colonies.

摘要

蜂蟹蟎 (*Varroa destructor*) 是台灣養蜂業最嚴重的有害生物，本研究評估利用草酸糖液於蜂群含有幼蟲的狀態下防治蜂蟹蟎的可行性。室內試驗結果顯示，每巢片分別噴灑4 ml含0~4%草酸與30%蔗糖的草酸糖液，其中以含3%草酸者效果最佳，48 h後殺蟎率可達 $81.9 \pm 6.3\%$ ，而且不會顯著增加成蜂的死亡率。田間試驗於台灣宜蘭的秋季進行，試驗蜂群噴灑含3%草酸與30%蔗糖的草酸糖液，每隔3-4日施用1次，共施用5次，每次施用量則有2 ml / 巢片與4 ml / 巢片等兩種處理組；試驗結果顯示，蜂蟹蟎死亡率分別可達 $72.6 \pm 11.3\%$ 與 $82.4 \pm 3.8\%$ ，兩者具有顯著差異 ($p < 0.05$)；試驗期間，兩種處理對試驗蜂群的封蓋房面積與幼蟲封蓋率皆未出現不良影響，如此說明重複噴灑草酸糖液的方法可於蜂群繁殖期間有效防治蜂蟹蟎。

Key words: oxalic acid, *Varroa destructor*, honeybee, control

關鍵詞: 草酸、蜂蟹蟎、蜜蜂、防治。

Full Text: [PDF\(0.43 MB\)](#)

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

利用草酸糖液於蜂群繁殖期防治蜂蟹蟎

陳裕文^{1*}、陳保良²

¹ 國立宜蘭大學動物科技系 宜蘭縣宜蘭市神農路1段1號

² 行政院農業委員會動植物防疫檢疫局 台北市重慶南路二段51號9樓

摘要

蜂蟹蟎 (*Varroa destructor*) 是台灣養蜂業最嚴重的有害生物，本研究評估利用草酸糖液於蜂群含有幼蟲的狀態下防治蜂蟹蟎的可行性。室內試驗結果顯示，每巢片分別噴灑 4 ml 含 0~4% 草酸與 30% 蔗糖的草酸糖液，其中以含 3% 草酸者效果最佳，48 h 後殺蟎率可達 $81.9 \pm 6.3\%$ ，而且不會顯著增加成蜂的死亡率。田間試驗於台灣宜蘭的秋季進行，試驗蜂群噴灑含 3% 草酸與 30% 蔗糖的草酸糖液，每隔 3-4 日施用 1 次，共施用 5 次，每次施用量則有 2 ml / 巢片與 4 ml / 巢片等兩種處理組；試驗結果顯示，蜂蟹蟎死亡率分別可達 $72.6 \pm 11.3\%$ 與 $82.4 \pm 3.8\%$ ，兩者具有顯著差異 ($p < 0.05$)；試驗期間，兩種處理對試驗蜂群的封蓋房面積與幼蟲封蓋率皆未出現不良影響，如此說明重複噴灑草酸糖液的方法可於蜂群繁殖期間有效防治蜂蟹蟎。

關鍵詞：草酸、蜂蟹蟎、蜜蜂、防治。

前言

蜂蟹蟎 (*Varroa destructor* Anderson & Trueman, 原名 *Varroa jacobsoni* Oudemans) 為蜜蜂身上的一種外寄生蟎類，被蜂蟹蟎寄生的蜜蜂會有發育不全的現象，可能會導致不能羽化而死亡；羽化的工蜂則可能出現翅萎縮無法飛行、蠟腺萎縮無法泌蠟築巢、體重較輕且壽命縮短等現象 (De Jong *et al.*, 1982; De Jong and De Jong, 1983; Schneider and

Drescher, 1987)，這些工蜂已無法擔任正常的職務，最後被趕出蜂箱外飢餓而死。蜂蟹蟎除了對寄主造成直接的傷害外，也是多種蜜蜂病毒 (Bowen-Walker *et al.*, 1999; Chen and Chen, 2007) 與真菌性病害的媒介者或帶原者 (Liu, 1996; Sammataro, 1997)，因此，被蜂蟹蟎危害蜂群的蜂勢變弱，嚴重者會整群滅亡。

目前，全球主要的養蜂地區皆有蜂蟹蟎的分佈 (Matheson, 1995)，至少有 60 個國家報

*論文聯繫人
e-mail: chenyw@niu.edu.tw

導蜂蟹蟎的危害 (Williams, 2000), 台灣則於 1970 年在新竹地區發現蜂蟹蟎, 1975 年全台養蜂場的蜂蟹蟎發生率已達 100% (Lo and Chao, 1975)。面對此嚴重的敵害, 各國蜂農多以福化利 (fluvalinate) 防治蜂蟹蟎, 而我國也推薦使用福化利浸泡的木片防治之, 但 Milani (1995) 早已報導義大利地區的蜂蟹蟎對福化利產生抗性, 此後於法國 (Colin *et al.*, 1997)、美國 (Elzen *et al.*, 1999) 與地中海地區 (Floris *et al.*, 2001) 皆有蜂蟹蟎對福化利產生抗性的報導, 而台灣近年來多數蜂農亦表示福化利的防治效果明顯下降, Chen *et al.* (2002) 也指出在台灣必須加重福化利的劑量才能有效防治蜂蟹蟎。為解決日趨嚴重的蜂蟹蟎危害問題, 必須積極開發替代性的防治資材。草酸 (oxalic acid) 為蜂蜜中的固有物質, 已被歐盟地區許可做為替代性的蜂蟹蟎防治資材 (EU Council Regulation, 1999), 且建議應於越冬前的蜂群停卵期防治之, 而台灣地處亞熱帶, 蜂后於冬季並不停止產卵, 因此有必要修正草酸的施用方式, 以提供本地防治蜂蟹蟎的參考。

材料與方法

一、試蜂群與管理

西洋蜂共 30 群飼養於宜蘭市國立宜蘭大學校園內, 每群的工蜂均達 8 片以上且有一隻正常產卵的蜂后, 試驗蜂群的蜂蟹蟎寄生密度約 10~15 mites / 100 adult bees, 並視外界的蜜源狀況隨時補充蔗糖水 (1:2, w/w)。

二、供試藥劑與防治資材製備

草酸 (99.5% oxalic acid, Sigma), 福化利 (fluvalinate) 25% 乳劑 (台北市聯因公), 牛壁逃 (coumaphos) 粉劑 (Bayer 公

司)。草酸糖液的製備: 取 0~40 g 草酸分別溶解於 660~700 ml 的蒸餾水, 待草酸完全溶解後, 分別加入 300 g 砂糖並攪拌均勻, 使之成為 1000 g 分別含 0%、2%、3% 與 4% 的草酸糖液 (砂糖含量均為 30%)。福化利藥片製備: 將 25% 福化利乳劑以水稀釋 5 倍, 使之成為含 5% 福化利的稀釋液, 再將木製壓舌板 (150 mm × 17 mm × 1.5 mm) 浸泡其中達 24 小時, 隨後取出置入烘箱以 45°C 烘乾 24 小時後備用。

三、室內藥效試驗

為探討不同濃度草酸糖液對蜂蟹蟎的藥效與其對成蜂的毒性, 逢機選取 5 箱蜜蜂, 每箱皆取蜂群中央育幼區的 4 片巢片, 每巢片分別噴灑 4 ml 含 0、2、3 與 4% 的草酸糖液於成蜂體上, 各處理巢片噴畢立即以蜂刷掃落成蜂約 200~300 隻於 120 mm (高度) × 100 mm (直徑) 玻璃瓶, 瓶口則套上透氣的塑膠濾網, 瓶中懸掛 2 塊方糖讓蜜蜂自由取食, 此玻璃瓶放置於室溫全暗的環境, 分別於 24 h 與 48 h 後觀察成蜂與蜂蟹蟎的死亡率。以上各處理均重複五次。

四、田間蜂群防治試驗

本試驗於 2003 年 10~11 月在國立宜蘭大學試驗蜂場進行, 逢機選取 18 箱蜜蜂, 將各箱蜜蜂的巢片逐一取出, 以手持式噴霧器均勻噴灑草酸糖液於各巢片的成蜂體上, 避免糖液直接接觸巢房內的幼蟲; 其中 6 箱每巢片皆噴灑 4 ml 含 3% 草酸糖液, 每 3~4 日噴 1 次, 處理日期為 10/15、10/18、10/22、10/25、10/29 共 5 次; 另 6 箱則於相同日期每片噴 2 ml 含 3% 草酸糖液, 其餘 6 箱未噴草酸糖液為對照組。施用草酸糖液結束後 1 週 (11/5), 所有蜂群皆施用 0.3 g 牛壁逃於蜂箱後窗, 並同時懸

掛3片含福化利的壓舌板，另於第2週(11/12)再追加福化利與牛壁逃1次，用以殺死蜂群內殘存的蜂蟹蟎。試驗期間調查的項目如下：

1.每週記錄落蟎數以評估草酸糖液的防治效果

於試驗蜂群的蜂箱底部放置1片足以涵蓋全部蜂箱底面積的白色壓克力板，板面塗佈一層凡士林以黏附上方掉落的蜂蟹蟎，再於壓克力板與巢框間鋪設一層金屬網，藉以阻隔蜜蜂接觸被壓克力板黏附的蜂蟹蟎；試驗期間(10/1~11/19)每7日取出壓克力板計算落蟎數目，並根據 Bacandritsos *et al.* (2007) 的方法計算防治效果，計算式如下：

$$E(\%) = V_{OA} / (V_{OA} + V_C) \times 100\%$$

$E(\%)$ 為防治效果， V_{OA} 為使用草酸糖液期間的落蟎數， V_C 則是使用福化利與牛壁逃期間的落蟎數。

2.草酸糖液施用前後標示幼蟲進入封蓋期的比率

試驗蜂群分別於10/8、10/15、10/22、10/29、11/5共5次各標示100隻1日齡工蜂幼蟲，7日後記錄這些幼蟲進入封蓋期的比率；其中10/8標示者的幼蟲生長期並未接觸任何藥劑處理；10/15與10/22標示者則於1日齡與4日齡時，其生長的巢片經歷2次草酸糖液的處理；10/29標示者則於1日齡時，其生長的巢片經歷1次草酸糖液的處理；11/5標示者則於1日齡時，其生長的巢片經歷福化利

與牛壁逃的處理。

3.草酸糖液施用前後試驗蜂群的封蓋房面積

試驗蜂群分別於10/15、10/29、11/12共3次調查其封蓋工蜂房的總面積，調查的方法為將試驗蜂群所有的巢片依序取出，先行清除巢片上的成蜂，再以畫有方格(1×1cm)的透明塑膠片(25×50cm)覆蓋於巢片上，以白板筆描繪封蓋工蜂房的區域，再據以估算各試驗蜂群的封蓋工蜂房總面積。其中10/15調查日，試驗蜂群並未接觸任何藥劑處理；10/29調查日，試驗蜂群歷經4次草酸糖液處理；11/12調查日，試驗蜂群歷經1次草酸糖液處理與1次福化利與牛壁逃的處理。

結 果

一、室內藥效試驗

室內試驗的結果顯示，3%草酸糖液的殺蟎效果最佳，每巢片噴灑4ml草酸糖液24h後，蜂蟹蟎死亡率即達72.3±15.2% (資料未列出)，48h後蜂蟹蟎死亡率則為81.8±6.3% (表一)；4%草酸糖液的殺蟎效果亦佳，48h後蜂蟹蟎的死亡率為77.1±9.5%，兩種濃度的殺蟎率並無顯著差異($p > 0.05$)；與上述兩種濃度相比較，2%草酸糖液的殺蟎效果較差($p < 0.05$)，48h後蜂蟹蟎的死亡率為62.8±7.7%，但仍遠高於對照組的1.3±3.0%死亡率($p < 0.05$)。噴灑4ml含2%與3%草酸糖

表一 每巢片噴灑4ml不同濃度草酸糖液48h後成蜂與蜂蟹蟎的死亡率

Table 1. Mortality of adult bees and varroa mites at 48 h after spraying 4 mL/frame of oxalic-sugar syrup

Concentrations	Dead bees (%)	Dead mites (%)
0%	2.2 ± 2.0a*	1.3 ± 3.0a
2%	2.1 ± 1.9a	62.8 ± 7.7b
3%	4.2 ± 1.7a	81.8 ± 6.3c
4%	10.3 ± 4.4b	77.1 ± 9.5c

*Means in the same column followed by a different letter are significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

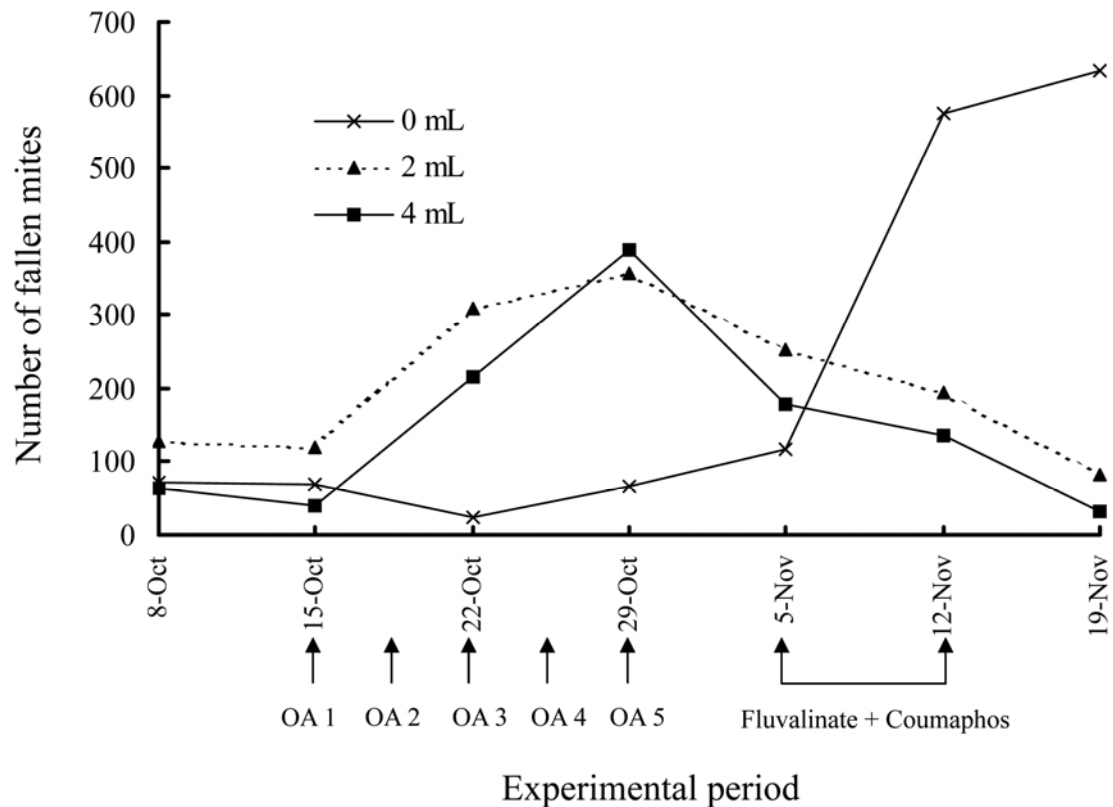


Fig. 1. The dynamics of the fallen mites in the treated honeybee colonies over the experimental period. Each oxalic-sugar syrup (including the treated number) and fluvalinate-coumaphos application is indicated by an arrow and number.

液並不會明顯導致成蜂的死亡，噴灑 48 h 後成蜂死亡率分別為 $2.1 \pm 1.9\%$ 及 $4.2 \pm 1.7\%$ (表一)，與對照組死亡率 ($2.2 \pm 2.0\%$) 並無顯著差異 ($p > 0.05$)；噴灑 4% 草酸糖液則會顯著提高成蜂的死亡率 ($10.4 \pm 4.4\%$, $p < 0.05$)。由上述結果顯示，3% 草酸糖液的殺蟎效果最佳，而且不會明顯導致成蜂的死亡，因此本文便以 3% 草酸糖液做為後續田間蜂群防治試驗的試驗濃度。

二、田間蜂群防治試驗

1. 草酸糖液的防治效果

田間蜂群噴灑 3% 草酸糖液的結果，可造成落蟎數大量增加。以每巢片噴灑 4 ml 草酸糖液的試驗組為例，於 10 / 15 噴灑前，收集 10/1~10/8 與 10/8~10/15 的平均落蟎數分別為 63.5 ± 26.4 隻與 41.0 ± 25.0 隻；10/15 (OA 1) 與 10/18 (OA 2) 噴灑 2 次草酸糖液後，10/15~10/22 的平均落蟎數大量增加為 216.7 ± 83.9 隻 (圖一)，落蟎數約增加 5 倍；10/22 (OA 3) 與 10/26 (OA 4) 又繼續噴灑 2 次草酸糖液的結果，10/22~10/29 的落蟎數達最高量，平均落蟎數達 389.5 ± 204.6 隻；此後又於 10/29 (OA 5) 噴灑 1 次草酸糖液，10/29~

表二 試驗蜂群噴灑 5 次 3%草酸糖液 (OA) 後的殺蟎效果

Table 2. Efficacy of honeybee colonies receiving five successive sprayings with 3% oxalic-sugar syrup (OA) at different doses

Doses	Varroa drop-down (%)			Cumulative mortality
	Oct. 15 (OA 1 + OA 2)	Oct. 22 (OA 3 + OA 4)	Oct. 29 (OA 5)	
0 mL / frame	1.4 ± 1.3a*	4.7 ± 1.9a	8.1 ± 3.2a	14.1 ± 5.0a
2 mL / frame	25.6 ± 5.9b	27.5 ± 7.5b	19.5 ± 5.2b	72.6 ± 11.3b
4 mL / frame	22.9 ± 1.1b	39.2 ± 5.2c	20.3 ± 6.4b	82.4 ± 3.8c

* Means in the same column followed by a different letter are significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

表三 試驗蜂群噴灑 3%草酸糖液前後 1 日齡工蜂幼蟲進入封蓋期的比率

Table 3. Percentage of 1-day-old worker larvae developing into capped stage before and after spraying with 3% oxalic-sugar syrup

Doses	Pre-treatment	3% Oxalic-sugar syrup			Fluvalinate + Coumaphos
	Oct. 8*	Oct. 15	Oct. 22	Oct. 29	Nov. 5
0 mL / frame	90.3 ± 5.7a**	87.8 ± 5.9a	90.3 ± 9.2a	87.3 ± 5.3a	86.0 ± 3.2a
2 mL / frame	85.7 ± 4.2a	89.3 ± 8.7a	84.5 ± 5.1a	87.0 ± 6.0a	87.5 ± 6.3a
4 mL / frame	88.3 ± 8.0a	91.8 ± 9.1a	85.8 ± 6.0a	88.8 ± 6.1a	94.0 ± 4.3a

* Date of 1-day-old larvae labeling.

** Means in the same row followed by a different letter are significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

11/5 的平均落蟎數仍達 179.3 ± 45.0 隻;接著於 11/5 與 11/12 共 2 次施用福化利與牛壁逃用以殺死蜂群中殘存的蜂蟹蟎, 11/5~11/12 的平均落蟎數已下降為 134.7 ± 58.2 隻, 11/12~11/19 的平均落蟎數更下降為 32.7 ± 21.2 隻。每巢片噴灑 2 ml 草酸糖液的試驗組, 其落蟎數的趨勢變化類似於 4 ml 草酸糖液試驗組 (圖一), 但由於組內各試驗蜂群的落蟎數於噴灑草酸糖液前即有較大的變異, 平均落蟎數分別為 126.8 ± 115.3 隻 (10/1~10/8) 與 119.8 ± 114.0 隻 (10/8~10/15), 因此噴灑草酸糖液後的 7 日總落蟎數仍有較大的變異, 其平均落蟎數變化依序為 308.2 ± 246.1 隻 (10/15~10/22)、 357.8 ± 291.5 隻 (10/22~10/29) 與 253.8 ± 240.6 隻 (10/29~11/5); 施用福化利與牛壁逃後, 平均落蟎數依序下降

為 195.3 ± 128.6 隻 (11/5~11/12) 與 81.3 ± 82.8 隻 (11/12~11/19)。

依據試驗期間的落蟎數, 可以發現每巢片噴灑 4 ml 草酸糖液的防治效果顯著高於 2 ml 處理組 ($p < 0.05$), 其施用第 1 週 (OA 1 + OA 2) 的殺蟎率為 $22.9 \pm 1.1\%$, 第 2 週 (OA 3 + OA 4) 殺蟎率則為 $39.2 \pm 5.2\%$, 第 3 週 (OA 5) 為 $20.3 \pm 6.4\%$, 累計 3 週的蜂蟹蟎死亡率達 $82.4 \pm 3.8\%$ (表二)。相對地, 噴灑 2 ml 草酸糖液處理組的蜂蟹蟎死亡率為 $72.6 \pm 11.3\%$, 而試驗期間對照組的自然落蟎率為 $14.1 \pm 5.0\%$, 兩者相差約 58.5% (表二), 可見 2 ml 處理組仍有不錯的防治效果。

2. 草酸糖液對幼蟲發育的影響

每巢片噴灑 2 ml 或 4 ml 含 3%草酸糖液後, 對 1 日齡工蜂幼蟲發育進入封蓋期的比率

表四 試驗蜂群噴灑 3%草酸糖液前後的封蓋工蜂房面積 (cm²)

Table 4. Area of capped worker cells (cm²) before and after spraying with 3% oxalic-sugar syrup

Doses	Pre-treatment		Post-treatment	
	Oct. 15	Oct. 29	Oct. 29	Nov. 12
0 ml/frame	1374 ± 256a*	1346 ± 418a	1220 ± 328a	1220 ± 328a
2 ml/frame	1479 ± 444a	1350 ± 399a	1258 ± 445a	1258 ± 445a
4 ml/frame	1209 ± 401a	1269 ± 362a	1098 ± 328a	1098 ± 328a

* Means in the same row followed by a different letter are significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

均無顯著影響 (表三)，兩種草酸糖液處理組與對照組，其所有標示幼蟲進入封蓋期的比率皆無顯著變化 ($p > 0.05$)，基本上都維持約 90% 的封蓋率。

3. 草酸糖液施用前後試驗蜂群的封蓋房面積

每巢片噴灑 2 ml 或 4 ml 含 3% 草酸糖液後，處理組與對照組蜂群的封蓋工蜂房面積皆均無顯著差異 (表四， $p > 0.05$)，顯示噴灑草酸糖液對蜂群的族群發展並無顯著影響。2 ml 草酸糖液處理組於處理前後的平均面積維持於 1258~1479 cm²，4 ml 草酸糖液處理組的平均面積為 1098~1269 cm²，對照組則為 1220~1374 cm²，三者於調查期間的封蓋工蜂房面積皆無顯著變化 ($p > 0.05$)。

討 論

由於蜂蟹蟎對全球養蜂業造成重大的危害，其防治藥劑的篩選與防治策略一直是研究的重點，Mutinelli (2000) 歸納歐洲各國登記可使用的防治資材可區分為 (1) 化學藥劑：福化利 (fluvalinate)、flumethrin、amitraz、coumaphos；(2) 有機酸：甲酸 (formic acid)、草酸 (oxalic acid)；(3) 植物精油：百里酚 (thymol)、油加利油 (eucalyptol)。惟蜂蟹蟎對上述 4 種化學藥劑均已產生一定程度的抗藥性或耐藥性 (Milani, 1999)，蜂產品一直被視為健康機能性食品，蜂群使用化學藥劑不當便容易發生藥劑殘留的問題，而有機酸與植物精

油僅具微毒性，被視為相對安全，一般均未訂定殘留量標準 (Mutinelli, 2000)。事實上，適切地使用有機酸或植物精油來防治蜂蟹蟎，其效果並不亞於化學藥劑；例如：Calderone (2000) 於北美秋季利用 300 ml 甲酸 (65%) 防治準備越冬蜂群的蜂蟹蟎，其防治率可達 94.2%，使用 4 片 Apistan (fluvalinate) 的防治率則為 92.6%，兩者無顯著差異；而使用 32 g 百里酚的防治效果雖較差，但其防治率仍達 75.4%。Chen *et al.* (1995) 在台灣曾利用甲酸防治蜂蟹蟎，防治率也可達 80% 以上，但因甲酸具有高揮發性，容易因使用過量或不足，造成蜂群負面影響或防治效果不佳，如此限制了甲酸的適用性。

利用草酸防治蜂蟹蟎始於歐洲地區，Imdorf *et al.* (1997) 首先報導於 1994~1995 年在瑞士的 8 個養蜂場，利用 3% 草酸溶液噴灑無幼蟲狀態的越冬蜂群，每巢片噴灑 3~4 ml，其平均防治率高達 94.5~98.8%。接著，Milani (2001) 報導添加蔗糖於草酸溶液具有協力殺蟎的效果；由於草酸為蜂蜜中的固有物質，含量為 11~119 mg / kg，而且蜂群施用草酸防治蜂蟹蟎後，蜂蜜中草酸的含量並未顯著增加 (Bogdanov *et al.*, 2002)，歐盟也於 1999 年公告允許有機養蜂業使用草酸 (EU Council Regulation, 1999)，歐洲蜂農因而廣泛利用草酸糖液防治蜂蟹蟎。由於草酸糖液的殘效期不長，如施用於無幼蟲狀態的蜂群，此時蜂蟹蟎的族群皆同時集中於成蜂體上，草酸

處理可獲得較佳的防治效果；Gregorc and Planinc (2001) 於斯洛伐尼亞 (Slovenia) 比較 8 月 (蜂群內有封蓋期幼蟲) 與 10 月 (蜂群內無幼蟲) 施用草酸糖液的防治效果，8 月防治時每隔 9 日連續施用 3 次，其防治率為 39.16~52.28%，而 10 月防治僅施用 1 次即得 99.44% 的防治效果；Gregorc and Planinc (2002) 又於斯洛伐尼亞進行類似的試驗，亦得到相似的試驗結果，因而建議草酸糖液防治法僅適用於無幼蟲狀態的越冬蜂群。

台灣地處亞熱帶，蜂群無停卵越冬的現象，正常蜂群內全年皆有封蓋期幼蟲，如果依照歐洲地區施用草酸糖液的方式防治蜂蟹蟻，防治效果必然不佳。本文首先利用室內試驗的方法評估適用的草酸糖液濃度，結果發現 3% 草酸糖液的殺蟻率達 $81.8 \pm 6.3\%$ ，且不會顯著增加成蜂的死亡率 (表一)，而 4% 草酸糖液的殺蟻率與前者無顯著差異，但卻會顯著增加約 8% 的成蜂死亡率，顯示過量草酸濃度對蜜蜂具有一定程度的毒性；Ebert *et al.* (2007) 將草酸添加於 69% 的蔗糖漿讓成蜂自由取食，結果發現餵食含 1000 ppm 草酸糖漿者，8 日後的成蜂死亡率達 96%，他們估算成蜂持續取食 1000 ppm 草酸糖漿的半致死時間 (LT_{50}) 僅 4.8 日，顯然，蜂群施用草酸不可採用糖漿餵食的方式。對於正常狀態巢內含有封蓋幼蟲的蜂群，本文建議採用每巢片噴灑 4 ml 含 3% 草酸糖液 (蔗糖含量 30%) 防治蜂蟹蟻，施用頻度為每隔 3~4 日施用 1 次，連續施用 5 次，其蜂蟹蟻死亡率可達 $82.4 \pm 3.8\%$ (表二)。對於含有封蓋幼蟲的蜂群，多數的研究配製 2.9% / 31.9% (草酸 / 蔗糖，w/w) 草酸糖液 (Gregorc and Planinc, 2001, 2002, 2004; Gregorc, 2005)，每箱蜜蜂噴灑約 50 ml，但由於施用頻度較低 (約每隔 7~10 日施用 1 次，共 3 次)，因此防治率僅約 40%。一

般而言，防治資材只能殺死成蜂體上的蜂蟹蟻，無法作用於封蓋巢房內的蜂蟹蟻，而工蜂房與雄蜂房的封蓋期分別達 12 日與 15 日，因此防治資材必須能維持高防治力達 15 日以上才能得到良好的防治效果 (Chen and Chen, 2007)。從田間防治結果顯示，每次噴灑 3% 草酸糖液並無法維持 7~10 日的高殺蟻力，推測只能持續 3~4 日，而本試驗第 1 次施用 (10 / 15) 至第 5 次施用 (10 / 29) 草酸糖液，前後相隔 14 日，又根據室內試驗顯示噴灑 4 ml 的 3% 草酸糖液於 48 h 的殺蟻率為 81.8% (表一)，因此整個防治期間應可維持約 80% 殺蟻力持續達 15 日以上，由田間試驗顯示蜂蟹蟻死亡率達 $82.4 \pm 3.8\%$ (表二)，防治效果明顯優於歐洲地區，而且整個防治期程對幼蟲發育進入封蓋期 (表三) 與封蓋工蜂房面積 (表四) 均無顯著影響，如此顯示草酸糖液處理對蜂后的產卵量、卵孵化狀況及幼蟲發育均無不良影響，因此本文的草酸糖液施用方式可應用於台灣養蜂業。由於此種施用方式須取出蜂群所有的巢片逐片噴灑，且連續施用 5 次，田間應用時頗費力耗時，宜研究改良其施用方式以收簡便省力之效。在義大利，已有發展出利用分注器從巢框上方沿著蜂路 (bee space) 直接澆注約 50 ml 含 3.1% 或 4.2% 草酸糖液，或者將 2 g 草酸粉末置於加熱器伸入巢框下方以薰蒸方式防治蜂蟹蟻，在越冬蜂群無幼蟲的條件下，兩種施用方式皆有不錯的防治效果，殺蟻率約 80.6~81.6% (Marinelli *et al.*, 2006)；另當地的養蜂組織建議可以利用纖維條片 (3 cm × 25 cm) 浸漬於草酸溶液 (20%) 中，陰乾後每片約含 1.3 g 草酸，每箱懸掛 2 片於巢框之間，此法類似國內使用福化利藥片的防治方式，經 Marinelli *et al.* (2006) 試驗結果顯示，此方法不但在春季使用沒有防治效果，甚至在越冬蜂群的防治效果也非常低。

Bacandristosos *et al.* (2007) 於希臘利用一種可自動充填的分注器澆注草酸糖液於蜂群內，每小時可處理 150 群蜜蜂，他們於 10 月開始進行田間試驗，每箱蜜蜂澆注 50 ml 含 4.2% 的草酸糖液 (60% 含糖量)，每隔 16 日施用 1 次，共施用 4 次，其中第 1~3 次施用時試驗蜂群內仍有幼蟲，經 3 次處理後的蜂蟹蟎死亡率為 65.3%；第 4 次施用時已至 12 月，此時試驗蜂群內已無幼蟲，僅該次處理的蜂蟹蟎死亡率即高達 77.3%。事實上，草酸毒殺蜂蟹蟎的作用機制目前尚未明瞭，非常值得進一步探討，才能針對其殺蟎作用模式，開發適於各地養蜂型態的有效防治法。

綜合以上所述，由於台灣飼養的西洋蜂群並無越冬停卵的現象，而蜂蟹蟎已對福化利逐漸出現耐藥性，本文建議可以利用草酸糖液作為替代性防治資材。施用方式為每巢片噴灑 4 ml 含 3% 草酸糖液防治蜂蟹蟎，每隔 3~4 日施用 1 次，連續施用 5 次，其蜂蟹蟎死亡率可達 80% 以上。

引用文獻

- Bacandristosos, N., I. Papanastasiou, C. Saitanis, A. Nanetti, and E. Roinioti. 2007. Efficacy of repeated trickle applications of oxalic acid in syrup for varroosis control in *Apis mellifera*: Influence of meteorological conditions and presence of brood. *Vet. Parasitol.* 148: 174-178.
- Bogdanov, S., J. D. Charrière, A. Imdorf, V. Kilchenmann, and P. Fluri. 2002. Determination of residues in honey after treatments with formic acid and oxalic acid under field conditions. *Apidologie* 33: 399-409.
- Bowen-Walker, P. L., S. J. Martin, and A. Gunn. 1999. The transmission of deformed wing virus between honeybees (*Apis mellifera* L.) by the ectoparasitic mite *Varroa jacobsoni* Oud. *J. Invertebr. Pathol.* 73: 101-106.
- Calderone, N. W. 2000. Effective fall treatment of *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) with a new formulation of formic acid in colonies of *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) in the Northeastern United States. *J. Econ. Entomol.* 93: 1065-1075.
- Chen, Y. W., and P. L. Chen. 2007. Important diseases and pests of honey bees in Taiwan. Bureau of Animal and Plant Health Inspection and Quarantine, Council of Agriculture, Executive Yuan, Taiwan, 43 pp. (in Chinese)
- Chen, Y. W., I. J. Horng, and K. K. Ho. 1995. The effect of formic acid on *Varroa jacobsoni* and the honeybee colony. *Chinese J. Entomol.* 15: 287-294. (in Chinese)
- Chen, Y. W., Y. Y. Chen, and X. J. Chen. 2002. Control effects of three miticides on varroa mites. *Journal of Ilan Institute of Technology* 9: 53-60. (in Chinese)
- Colin, M. E., R. Vandame, P. Jourdan, and S. Di Pasquale. 1997. Fluvalinate resistance of *Varroa jacobsoni* Oudemans (Acari: Varroidae) in Mediterranean apiaries of France. *Apidologie* 28: 375-384.

- De Jong, D., and P. H. De Jong.** 1983. Longevity of Africanized honey bees (Hymenoptera: Apidae) infested by *Varroa jacobsoni* (Parasitiformes: Varroidae). *J. Econ. Entomol.* 76: 766-768.
- De Jong, D., P. H. De Jong, and L. S. Goncalves.** 1982. Weight loss and other damage to developing worker honeybee from infestation with *Varroa jacobsoni*. *J. Apicult. Res.* 21: 165-167.
- Ebert, T. A., P. G. Kevan, B. L. Bishop, S. D. Kevan, and R. A. Downer.** 2007. Oral toxicity of essential oils and organic acids fed to honey bee (*Apis mellifera*). *J. Apicult. Res.* 46: 220-224.
- Elzen, P. J., F. A. Eischen, J. R. Baxter, G. W. Elzen, and W. T. Wilson.** 1999. Detection of resistance in US *Varroa jacobsoni* Oud. (Mesostigmata: Varroidae) to the acaricide fluvalinate. *Apidologie* 30: 13-17.
- EU Council Regulation.** 1999. No. 1804 on Organic Farming, Chapter Beekeeping and Beekeeping Products. Official Journal of the European Communities of 19 July 1999, L 222, C. Bruxelles, Belgium.
- Floris, I., P. Cabras, V. L. Garau, E. V. Minelli, A. Satta, and J. Troullier.** 2001. Persistence and effectiveness of pyrethroids in plastic strips against *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) and mite resistance in a Mediterranean area. *J. Econ. Entomol.* 94: 806-810
- Gregorc, A.** 2005. Efficacy of oxalic acid and Apiguard against varroa mites in honeybee (*Apis mellifera*) colonies. *Acta Vet. Brno.* 74: 441-447.
- Gregorc, A., and I. Planinc.** 2001. Acaricidal effect of oxalic acid in honeybee (*Apis mellifera*) colonies. *Apidologie* 32: 333-340.
- Gregorc, A., and I. Planinc.** 2002. The control of *Varroa destructor* using oxalic acid. *Vet. J.* 163: 306-310.
- Gregorc, A., and I. Planinc.** 2004. Dynamics of falling varroa mites in honeybee (*Apis mellifera*) colonies following oxalic acid treatments. *Acta Vet. Brno.* 73: 385-391.
- Imdorf, A., J. D. Charriere, and B. Bachofen.** 1997. Efficiency checking of the *Varroa jacobsoni* control methods by means of oxalic acid. *Apiacta* 32: 89-91.
- Liu, T. P.** 1996. Varroa mites as carriers of honey-bee chalkbrood. *Amer. Bee J.* 136: 665.
- Lo, K. C., and R. S. Chao.** 1975. The preliminary investigations on bee mites in Taiwan. *J. Taiwan Agric. Res.* 24: 50-56. (in Chinese)
- Marinelli, E., G. Formato, G. Vari, and F. M. De Pace.** 2006. Varroa control using cellulose strips soaked in oxalic acid water solution. *Apiacta* 41: 54-59.
- Matheson, A.** 1995. World bee health report. *Bee World* 76: 31-39.
- Milani, N.** 1995. The resistance of *Varroa jacobsoni* Oud. to pyrethroids: a laboratory assay. *Apidologie* 26: 361-

440.

Milani, N. 1999. The resistance of *Varroa jacobsoni* Oud. to acaricides. *Apidologie* 30: 229-234.

Milani, N. 2001. Activity of oxalic and citric acids on the mite *Varroa destructor* in laboratory assays. *Apidologie* 32: 127-138.

Mutinelli, F. 2000. European legislation governing the use of veterinary medicinal products with particular reference to varroa control. *Bee World* 81: 164-171.

Sammataro, D. 1997. Report on parasitic honey bee mites and disease associations. *Amer. Bee J.* 137: 301-302.

Schneider, P., and W. Drescher. 1987. The influence of *Varroa jacobsoni* Oud. on weight, development of weight and hypopharyngeal glands, and longevity of *Apis mellifera* L. *Apidologie* 18: 101-109.

Williams, D. L. 2000. A veterinary approach to the European honey bee (*Apis mellifera*). *Vet. J.* 160: 61-73.

收件日期：2008年3月12日

接受日期：2008年3月31日

The Control of *Varroa destructor* Using Oxalic Acid Syrup in Brood-right Honeybee Colonies

Yue-Wen Chen^{1*}, Pao-Liang Chen²

¹ Department of Animal Science, National I-Lan University, 1, Sec. 1, Shen-Lung Road, I-Lan, Taiwan 260, R.O.C.

² Bureau of Animal and Plant Health Inspection and Quarantine, Council of Agriculture, Executive Yuan, 9F, No. 51, Sec. 2, Chungching S. Rd., Jungjeng Chiu, Taipei, Taiwan 100, R.O.C.

ABSTRACT

Varroa destructor is an ectoparasite of serious economic importance to beekeeping in Taiwan. In this study, we evaluated the efficacy of the oxalic acid (OA) sugar solution against varroa mites in brood-right honeybee colonies. In laboratory trials, each comb was sprayed with 4 mL solution containing 0-4% OA and 30% sugar. The 3% OA treatment gave the best results and caused $81.8 \pm 6.3\%$ mite mortality at 48 h post-treatment. It also did not cause any additional deaths of treated adult workers. Field trials were conducted in I-Lan, Taiwan. Honeybee colonies received five successive applications (at intervals of 3-4 days) with 3% OA syrup by spraying method with two alternative doses (2 mL or 4 mL OA per comb). These treatments resulted in $72.6 \pm 11.3\%$ and $82.4 \pm 3.8\%$ mite mortality, respectively. There was a significant difference ($p < 0.05$) between them. In the experimental honeybee colonies, neither of the two treatments reduced the area of capped cells nor the ratio of larval development into the capped stage. These results suggest that repeated spray applications of OA syrup is effective for the control of varroa mites in brood-right honeybee colonies.

Key words: oxalic acid, *Varroa destructor*, honeybee, control

*Correspondence address
e-mail: chenyw@niu.edu.tw