



The Effect of Formic Acid on Varroa Jacobsoni and the Honeybee Colony 【Research report】

甲酸對蜂蟹蟎及蜂群的影響【研究報告】

Yue-Wen Chen*, Inn-Jei Horng and Kai-Kuang Ho
陳裕文*、洪英傑、何鎧光

*通訊作者E-mail:

Received: Accepted: 1995/10/19 Available online: 1995/12/01

Abstract

The honeybee mite *Varroa jacobsoni* Oudemans is the most serious pest of the honeybee in Taiwan. This study evaluates the possibility of utilizing a formic acid board to control this mite. Placing the formic acid board on the top of the comb frames produced the most effective results. There were no significant differences in mite control between application of 6ml/day and 8ml/day of formic acid. Both dosages gave more than an 80% control rate of *Varroa* mites. There were no significant differences in the survival rates of adult bees among different dosage treatments of formic acid from 2ml/day to 8ml/day. But treatments of 6ml/day and 8ml/day decreased capped worker cells an average of 15% and 58.5%, respectively. These treatments also influenced the amount of feeding by the bees on sugar syrup and pollen cake, but the influence of the 6ml/day treatment was less than the 8ml/day treatment. Application of 6ml/day of formic acid to control *Varroa jacobsoni* in a colony is recommended, and at this dosage adverse effects can be neglected.

摘要

本研究探討甲酸防治蜂蟹蟎的效果，評估其防治利用可行性。甲酸施放位置以巢框上的防治效果較佳，施放於巢框下則效果明顯降低。防治劑量以6ml/day和8ml/day較果最佳，防治率可達80%以上，但二者防治率無顯著差異。甲酸對成蜂存活率影響不大，但6ml/day和8ml/day劑量對封蓋工蜂房面積有顯著影響，分別使面積減少15%和58.5%；此二個劑量也會顯著影響蜂群取食糖水和代用花粉量，惟6ml/day劑量的影響較輕微。田間應用甲酸防治蜂蟹蟎，以6ml/day的劑量較適當，但防治劑量應嚴格控制，避免用量過多或不足，造成蜂群負面影響或防治效果不彰。

Key words: Honeybee, *Varroa jacobsoni*, formic acid, control.

關鍵詞: 蜜蜂、蜂蟹蟎、甲酸、防治。

Full Text:  [PDF\(0.44 MB\)](#)

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

甲酸對蜂蟹蟎及蜂群的影響

陳裕文* 洪英傑 何鎧光 台灣大學植物病蟲害學系 台北市羅斯福路四段一號

摘要

本研究探討甲酸防治蜂蟹蟎的效果，評估其防治利用可行性。甲酸施放位置以巢框上的防治效果較佳，施放於巢框下則效果明顯降低。防治劑量以6ml/day和8ml/day較果最佳，防治率可達80%以上，但二者防治率無顯著差異。甲酸對成蜂存活率影響不大，但6ml/day和8ml/day劑量對封蓋工蜂房面積有顯著影響，分別使面積減少15%和58.5%；此二個劑量也會顯著影響蜂群取食糖水和代用花粉量，惟6ml/day劑量的影響較輕微。田間應用甲酸防治蜂蟹蟎，以6ml/day的劑量較適當，但防治劑量應嚴格控制，避免用量過多或不足，造成蜂群負面影響或防治效果不彰。

關鍵詞：蜜蜂、蜂蟹蟎、甲酸、防治

前言

蜂蟹蟎 (*Varroa jacobsoni*) 為西洋蜂 (*Apis mellifera*) 最嚴重的敵害，被寄生的成蜂，翅萎縮無法飛行採集，蠟腺萎縮無法泌蠟築巢，體重減輕及壽命縮短，直接造成蜂勢減弱，甚至蜂群滅亡 (De Jong *et al.*, 1982; De Jong and De Jong, 1983; Schneider and Drescher, 1987)。台灣於1970年在新竹地區發現蜂蟹蟎為害 (Ho and An, 1980), Lo and Chao (1975) 調查全台蜂場，發生率已達100%。面對此嚴重的敵害，台灣蜂農普遍使用牛壁逃 (coumaphos) 防治，惟此藥劑經蜂農長期使用，防治效果已然降低 (Chen *et al.*, 1994)；而且，牛壁逃對哺乳動物的毒性甚高 ($LD_{50} = 16\text{mg/kg}$)，不當使用極易殘

留於蜂產品 (Chen, 1991)。近年來雖有蜂農改以控制釋放劑 Apistan® (fluvalinate) 防治蜂蟹蟎，然過度仰賴此一藥劑，未來必然導致蜂蟹蟎抗藥性問題，本文即評估利用甲酸 (formic acid) 防治蜂蟹蟎的效果，並探討甲酸對蜂群的影響，以做為綜合防治時輪替用藥之參考。

材料與方法

一、供試蜂群與管理

供試蜂群為西洋蜂，每群使用可容10片巢脾的單箱式蜂箱飼養，工蜂族群均滿9片且有一隻正常產卵的蜂王，蜂群視外界粉蜜狀況，隨時補充1:2 (W/W) 糖水及代用花粉。

二、供試藥劑

*抽印本索取及論文聯繫之負責人

日本石津製藥株式會社製造之純度88%，比重1.20的甲酸(formic acid)。

三、甲酸防治蜂蟹蟎的效果

(1)不同甲酸劑量的防治效果

以30mm×30mm×9mm的蔗板分別吸附2ml, 4ml, 6ml及8ml甲酸，蔗板置於6cm×8cmPE袋中，製成含不同劑量的甲酸包，甲酸包的袋口皆未封著；甲酸包置於處理蜂群的巢框上，使甲酸由袋口自然釋出，每一甲酸劑量皆進行三重覆，對照組三群則吸附清水。處理蜂群於下午施放甲酸包至隔日下午取出，再置入同劑量的甲酸包，連續施放三日甲酸包為一處理，間隔六日後，再追加一次處理。

施藥前各蜂群皆取樣100個封蓋工蜂房，記錄蜂蟹蟎的寄生率；藥劑處理進行時，蜂箱底鋪有收集落蟎的網框，於每次療程處理後隔日取出計算落蟎數，並取樣封蓋3日內的工蜂房100個，以估算處理組的防治率。防治率計算式如下：

$$\text{防治率} = \left(1 - \frac{P_2 \times P_a}{P_1 \times P_b}\right) \times 100\%$$

P_1 ：施藥前處理組封蓋工蜂房蟹蟎寄生率

P_2 ：第n次施藥後處理組封蓋3日內工蜂房的蟹蟎寄生率

P_a ：施藥前對照組封蓋工蜂房蟹蟎寄生率

P_b ：第n次施藥後對照組封蓋3日內工蜂房的蟹蟎寄生率

(2)不同甲酸施放位置的防治效果

以前述的蔗板吸附6ml的甲酸於PE袋中，甲酸包放置於巢框上、蜂箱底板及吸附3ml甲酸包同時各放置1包於巢框上和蜂箱底板等3種處理，每日更換同劑量的甲酸包，連續施放3日，對照組則吸附清水，處理組與對照組皆進行3重覆。蜂群的蜂蟹蟎寄生率調查法

和甲酸包的防治率計算式皆同前述。

四、甲酸對蜂群的影響

同前述試驗三的蜂群管理與不同劑量的二次甲酸包處理，甲酸包放置於巢框上，處理組與對照組皆為三重覆，蜂群進行如下的觀察

(1)成蜂存活率

施藥前取每一試驗蜂群初羽化工蜂100隻，以油漆筆標識於胸背板上；標識工蜂放回原蜂群後，蜂群即施放不同劑量的甲酸包，記錄標識工蜂於二次處理前後的存活率。

(2)封蓋幼蟲面積

以封蓋工蜂房面積為群勢指標 (Al-Tikrity *et al.*, 1971)，蜂群於甲酸療程處理後，以透明膠片貼於巢片上，逐片畫下蜂群全部的封蓋工蜂房面積，以之記錄不同劑量甲酸包處理後的蜂群群勢變化。

(3)蜂群取食量

蜂群於甲酸包處理三日前，分別餵飼蜂群500ml的糖水(砂糖：水=1：2)和150g的代用花粉(花粉：脫脂黃豆粉：砂糖=2：1：2)，經三日後秤取糖水與代用花粉的剩餘量，以測定各蜂群的糖水與代用花粉取食量；蜂群於甲酸包處理當日，復供應同量的糖水與代用花粉，三日後再行測定取食量，觀察甲酸對蜂群取食糖水與代用花粉的影響。

結 果

一、甲酸防治蜂蟹蟎的效果

(1)不同甲酸劑量的防治效果

不同甲酸滴加量防治蜂蟹蟎的效果見於表一。82年1月18日施藥前，各處理組蜂蟹蟎的平均寄生率為9.3%—16.3%不等，於當天施行連續三天的甲酸處理，並於1月27日追加一次處理；處理結束次日，分別於1月21日與

表一 不同甲酸劑量防治蜂蟹蟎的效果

Table 1 Effect of various dosages of formic acid against *Varroa* mites

Dosages	N	Mean parasitic rate of <i>Varroa</i> mites per 100 capped worker cells		
		pretreatment (Jan 18)	1st treatment (Jan 21)	2nd treatment (Jan 30)
2ml / day	3	13.7	12.3 (12.2% c) ¹⁾	13.3 (-1.5% c)
4ml / day	3	9.3	6.7 (27.8% b)	4.7 (49.2% b)
6ml / day	3	16.3	3.3 (80.8% a)	2.7 (85.2% a)
8ml / day	3	14.3	2.7 (81.5% a)	2.7 (81.0% a)
Control	3	12.0	12.0	11.0

1) Percentage of mean control rate: data in the same column followed by the same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test ($P < 0.05$).

1月30日調查封蓋3日內工蜂房的蜂蟹蟎寄生率。表一中可以發現，2ml / day處理組的效果不明顯，第一次處理防治率為12.3%，第二次處理則僅1.5%；雖然表二顯示2ml / day劑

治率皆無顯著差異($P < 0.05$)。

以落蟎數而言(表二)，除2ml / day劑量外，其餘劑量第一次處理的落蟎數均多於第二次處理，其中以6ml / day和8ml / day處理組的落蟎數最多，分別為第一次平均殺死855隻及983.3隻；較第二次431隻及737隻為多。

表二 不同甲酸劑量處理後的落蟎數

Table 2 The number of fallen *Varroa* mites after application of various dosages of formic acid

Dosages	N	Mean number of fallen <i>Varroa</i> mites	
		1st treatment	2nd treatment
2 ml / day	3	119.7	134.7
4 ml / day	3	281.7	270.7
6 ml / day	3	855.0	431.0
8 ml / day	3	983.3	737.0
Control	3	20.7	20.7

(2)不同甲酸施放位置的防治效果

甲酸包的施放位置以巢框上的防治效果最佳(表三)，可阻止79.9%蜂蟹蟎進入封蓋工蜂房寄生；倘甲酸包放置於蜂箱底板，則防治效果明顯降低，防治率僅為7.4%；若6ml甲酸分置於巢框上與蜂箱底板，防治效果亦明顯降低，防治率為32.5%。顯示利用甲酸防治蜂蟹蟎，甲酸包應放置於巢框上方，否則防治效果明顯降低。

量於第一次和第二次處理，分別殺死119.7隻和134.7隻蜂蟹蟎，後者多於前者，故第二次處理的防治率應超過1.5%，此可能為取樣寄生率所造成的誤差。但是，2ml / day劑量的甲酸仍是無法有效防治蜂蟹蟎的。4ml / day的處理則略見效果，第二次處理的防治率可達49.2%。6ml / day和8ml / day二種劑量，則於第一次處理即分別有80.8%和81.5%的防治率；第二次處理的防治率分別為85.2%和81.5%，與第一次處理相若。此二種劑量的防

二、甲酸對蜂群的影響

(1)成蜂

以油漆筆標識於蜜蜂胸背板的存活率試驗，各處理組初羽化工蜂的存活數於試驗期間均無顯著差異，但與對照組相較，平均存活數均顯著較低($P < 0.05$)，惟存活數僅減低5-8隻，顯示甲酸氣味對工蜂的存活率略有影響(表四)。此外，由調查的日期觀之，處理組與對照組的標識工蜂存活率均於2月2日呈現明顯的降低(表四)，但處理組存活率降幅較大；2月8日蜂群再行施放甲酸包，處理

組與對照組的存活率已不再降低，故甲酸對成蜂存活率的影響僅出現於標識後的三天，此時標識工蜂不足4日齡，可能對藥劑較為敏感；第二次甲酸處理時，標識工蜂已達10日

齡，此時甲酸對其已不具毒殺性。

(2)封蓋工蜂房面積

甲酸施用後對封蓋工蜂房面積的影響見於表五。施用2ml / day及4ml / day劑量均不

表三 甲酸6ml / day劑量施放於不同位置的防治蜂蟹蟎效果

Table 3 Effect of application of 6 ml / day of formic acid at different locations against *Varroa* mites

Location of application of formic acid	N	Mean parasitic rate (%)		Mean control rate (%) ¹⁾
		pretreatment	posttreatment	
On the top of comb frames (6ml)	3	16.3	3.3	79.9a
At the bottom board (6ml)	3	8.3	7.3	7.4c
On the top of comb frames (3ml) and at the bottom board (3ml)	3	6.0	4.0	32.5b
Control	3	12.0	12.0	—

1) Mean control rates in the same column followed by the same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test ($P < 0.05$).

表四 不同甲酸劑量處理後工蜂成蜂的存活率

Table 4 The survival rate of adult workers after application of various dosages of formic acid

Dosages	N	Mean survival rate of adult workers (%) ^{1,2)}			
		Jan 30	Feb 2	Feb 8	Feb 11
2ml / day	3	100	85.0 c	84.7 b	84.3 b
4ml / day	3	100	87.7 b	86.7 b	85.7 b
6ml / day	3	100	86.0 bc	86.0 b	85.3 b
8ml / day	3	100	88.3 b	86.3 b	85.7 b
Control	3	100	93.7 a	91.7 a	91.7 a

1) Workers emerged on Jan 30, and the 1st and 2nd dosages of formic acid were applied on Jan 30 and Feb 8, respectively.

2) Mean survival rates of adult workers in the same column followed by the same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test ($P < 0.05$).

表五 不同甲酸劑量處理後的封蓋工蜂房面積

Table 5 The area (cm²) of capped worker cells after application of various dosages of formic acid

Dosages	N	Mean area of capped worker cells (cm ²) ¹⁾		
		pretreatment	1st treatment	2nd treatment
2ml / day	3	881.7a	895.0a	907.3a
4ml / day	3	875.3a	900.3a	901.7a
6ml / day	3	1144.3a	1004.0b	981.0b
8ml / day	3	1177.0a	755.7b	489.6c
Control	3	1272.0a	1281.0a	1174.3a

1) Mean areas in the same row followed by the same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test ($P < 0.05$).

會影響封蓋工蜂房的面積，對蜂群群勢的發展不具負面影響。惟6ml / day的劑量處理，封蓋工蜂房則顯著減少($P < 0.05$)，由施藥前的1144cm²，第一次處理減為1004cm²，第二次則為981cm²，封蓋工蜂房面積約減少15%，顯示6ml / day劑量對幼蟲的存活有負面的效果，而且，也可能影響蜂王的產卵。8ml / day劑量影響最大，由施藥前的1177cm²，第一次處理減為755cm²，第二次更減為489cm²，分別減少了36%和58.5%的面積($P < 0.05$)，顯示8ml / day劑量已嚴重影響幼蟲的存活和蜂王的產卵。

(3)蜂群取食量

取食量的多寡可代表蜂群的強盛程度與工作意願。2ml / day和4ml / day劑量，蜂群

於試驗期間的糖水取食率均為100%；6ml / day劑量，蜂群於第一次處理時也有100%的取食率，惟第二次處理已減為80.5%；8ml / day劑量的取食率最低，於第一次和第二次處理期間的取食率分別為79.1%和51.9%(表六)，顯示此劑量太高，嚴重影響蜂群取食意願。相同的情形亦出現在代用花粉的取食量上(表七)，6ml / day劑量的第二次處理和8ml / day劑量的第一次、第二次處理期間，代用花粉的取食量均顯著降低($P < 0.05$)。

討 論

利用甲酸防治蜂蟹蟻多見於歐洲地區的蜂農。表二顯示第二次甲酸處理仍殺死大量

表六 不同甲酸劑量處理後蜂群的糖水取食量

Table 6 The rate of sugar syrup consumed by the honeybee colony after application of various dosages of formic acid

Dosages	N	Mean sugar syrup consumed (%) ^{1,2}		
		pretreatment	1st treatment	2nd treatment
2ml / day	3	100%	100 %	100 %
4ml / day	3	100%	100 %	100 %
6ml / day	3	100% a	100 % a	78.3% b
8ml / day	3	100% a	79.1% b	45.2% c
Control	3	100%	100 %	100 %

1) A value of 100% represents 500ml sugar syrup consumed in a 3-day period.

2) Values of mean sugar syrup consumed in the same row followed by the same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test ($P < 0.05$).

表七 不同甲酸劑量處理後蜂群的代用花粉取食量

Table 7 The rate of pollen cake consumed by the honeybee colony after application of various dosages of formic acid

Dosages	N	Mean pollen cake consumed (%) ^{1,2}		
		pretreatment	1st treatment	2nd treatment
2ml / day	3	54.5% a	56.1% a	50.9% a
4ml / day	3	44.1% a	44.8% a	40.5% a
6ml / day	3	61.9% a	50.5% a	11.9% b
8ml / day	3	63.5% a	16.0% b	10.8% c
Control	3	58.9% a	63.9% a	54.9% a

1) A value of 100% represents 150g pollen cake consumed in a 3-day period.

2) Values of mean pollen cake consumed in the same row followed by the same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test ($P < 0.05$).

蜂蟹蟻，故甲酸僅能殺死寄生於成蜂體上的蜂蟹蟻，第二次處理所收集的落蟻，應為六天停藥期間隨蜜蜂羽化出房的蜂蟹蟻。依 Koeniger and Fuchs (1988) 的分類，甲酸與早期台灣蜂農慣用的牛壁逃均屬第一代藥劑 (Chen *et al.*, 1994)，此類藥劑的殺蟻力均無法持久，故留存於封蓋房的雌蟻，隨寄主羽化出房又會迅速危害。本實驗使用的甲酸劑量，僅一天即揮發殆盡，再加上蜂群的搨風行為，故殺蟻力持續甚短，必須每日更換甲酸包才能有效防治蜂蟹蟻。

Hoppe *et al.* (1989) 曾以浸漬甲酸的紙板用來防治蜂蟹蟻，但求得的94%防治率為蜂群合併使用 Perizin® (coumaphos) 的結果，故無法得知甲酸實際的防治效果。由本實驗結果，顯示甲酸防治蜂蟹蟻以6ml/day劑量較適當，可防止80%以上的蜂蟹蟻進入封蓋幼蟲房內寄生繁殖，防治效果與Chen *et al.* (1994) 使用牛壁逃0.3g的76.6%防治率相若。Camazine (1988) 估算蜂蟹蟻在西洋蜂的淨繁殖率為1.8，如以甲酸6ml/day劑量處理二次，則殘存於蜂群的20%蜂蟹蟻，約2.9代可以恢復原來的族群。再以Ramirez and Otis (1986) 估算蜂蟹蟻一代22天計算，約63.8天蜂蟹蟻可達到原來的族群數，故以甲酸6ml/day的劑量，連續3天施放3個甲酸包為一處理，間隔6天，再追加一次處理的方法防治蜂蟹蟻，相當於蜂農每隔二個月須再行防治，才可控制蜂蟹蟻的危害。此外，甲酸分子比空氣重，蒸汽揮發後自然下沉；加以施用後蜂群的搨風行為，倘甲酸放置蜂箱底板，則甲酸直接由蜂箱的出入口排出，防治效果當然不佳；故甲酸施用時須置於巢框上方，否則防治效果會顯著降低。而且，甲酸對人體皮膚具有毒性，使用應小心。

由表五、六、七得知，使用甲酸防治蜂蟹蟻的劑量須嚴格控制，4ml/day的劑量雖

不會影響蜂群的群勢發展和取食意願，但49.2%的防治率顯然不足；8ml/day的劑量可阻止80%以上的蜂蟹蟻進入幼蟲房寄生繁殖，但對蜜蜂幼蟲的毒性太高，而且嚴重影響蜂王產卵和蜂群的取食意願，負面效果過高。故防治劑量應嚴格控制為6ml/day，其防治效果與8ml/day劑量者相若，但負面影響則大為降低。

參考文獻

- Al-Tikrity, W. S., R. C. Hillmann, A. W. Benton, and W. W. Clarke, Jr. 1971. A new instrument for brood measurement in a honeybee colony. *Am. Bee J.* 111: 20-26.
- Camazine, S. 1988. Factors affecting the severity of *Varroa jacobsoni* infestations on European and Africanized honey bees. pp. 444-451 in: G. R. Needham *et al.*, eds. *Africanized honey bees and bee mites*. John Willey & Son Press, New York.
- Chen, Y. W. 1991. Studies on control of *Varroa jacobsoni* with coumaphos and its residues in the honeybee products. M. S. Thesis, National Taiwan University. 76pp. (In Chinese)
- 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 J. Entomol.* 14: 353-360. (In Chinese)
- 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. Apic. Res. 21: 165-167.
- 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 & Entomologist, NTU 7: 1-14. (In Chinese)
- Hoppe, H., W. Ritter, and E. W. C. Stephen.** 1989. The control of parasitic bee mites: *Varroa jacobsoni*, *Acarapis woodi* and *Tropilaelaps clareae* with formic acid. Am. Bee J. 129: 739-742.
- Koeniger, N., and S. Fuchs.** 1988. Control of *Varroa jacobsoni*: current status and development. pp. 360-369 in: G. R. Needham *et al.*, eds. Africanized honey bees and bee mites. John Willey & Son Press, New York.
- Lo, K. C., and R. S. Chao.** 1975. The preliminary investigations on bee mites in Taiwan. J. Agric. Res. China 24: 50-56. (In Chinese)
- Ramirez, B. W., and G. W. Otis.** 1986. Developmental phases in the life cycle of *Varroa jacobsoni*, an ectoparasitic mite on honey bees. Bee World 67: 92-97.
- 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.

收件日期：1995年9月7日

接受日期：1995年10月19日

The Effect of Formic Acid on *Varroa jacobsoni* and the Honeybee Colony

Yue-Wen Chen*, Inn-Jei Horng and Kai-Kuang Ho Department of Plant Pathology and Entomology, National Taiwan University,
1 Roosevelt Road, Sec. IV, Taipei, Taiwan, R.O.C.

ABSTRACT

The honeybee mite *Varroa jacobsoni* Oudemans is the most serious pest of the honeybee in Taiwan. This study evaluates the possibility of utilizing a formic acid board to control this mite. Placing the formic acid board on the top of the comb frames produced the most effective results. There were no significant differences in mite control between application of 6ml/day and 8ml/day of formic acid. Both dosages gave more than an 80% control rate of *Varroa* mites. There were no significant differences in the survival rates of adult bees among different dosage treatments of formic acid from 2ml/day to 8ml/day. But treatments of 6ml/day and 8ml/day decreased capped worker cells an average of 15% and 58.5%, respectively. These treatments also influenced the amount of feeding by the bees on sugar syrup and pollen cake, but the influence of the 6ml/day treatment was less than the 8ml/day treatment. Application of 6ml/day of formic acid to control *Varroa jacobsoni* in a colony is recommended, and at this dosage adverse effects can be neglected.

Key words: Honeybee, *Varroa jacobsoni*, formic acid, control.