



Formosan Entomologist

Journal Homepage: entsocjournal.yabee.com.tw

【Research report】

蘇力菌以色列變種與肥料對水稻田蚊蟲之效應【研究報告】

駱華生、何鎧光、徐爾烈

*通訊作者E-mail:

Received: Accepted: 1991/10/28 Available online: 1991/12/01

Abstract

摘要

將含有蘇力菌以色列變種(*Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*)之三種商品Vectobac, Bactimos, Teknar與水稻田三種常用肥料混合使用，對水稻田二種家蚊，即熱帶家蚊(*Culex quinquefasciatus*)及三斑家蚊(*Culex tritaeniorhynchus*)四齡幼蟲作生物檢定，視其是否有相加效因或相抑效果，俾供田間病媒防治時之參考。試驗結果顯示：當三種肥料對二種家蚊作生物檢定時，以過磷酸鈣的效果最好，對三斑家蚊幼蟲LC50值為2747ppm，對熱帶家蚊幼蟲LC50值為9579ppm。在實驗室中，將B.t.i.和肥料混拌對家蚊幼蟲作生物檢定時，發現熱家蚊幼蟲死亡率高於三斑家蚊幼蟲的死亡率，且以B.t.i.和第二次追肥混拌時效果最好，LC50值為0.03ppm，第一次追肥混拌的效果次之，LC50值為0.04ppm。在田間模擬時，亦將蘇力菌以色列變種和肥料混拌對家蚊幼蟲作生物檢定，發現B.t.i.和肥料混拌對三斑家蚊致死效果優於熱帶家蚊，又以第一次基肥混拌的效果為最優，LC50值為0.20ppm；以第二次追肥混拌的效果次之，LC50值為0.28ppm。

Key words:

關鍵詞: 蘇力菌以色列變種、肥料、熱帶家蚊、三斑家蚊、生物檢定。

Full Text:  [PDF\(0.4 MB\)](#)

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

蘇力菌以色列變種與肥料 對水稻田蚊蟲之效應

駱華生 國立臺灣大學植物病蟲害學系 臺北市羅斯福路四段1號

何鎧光 國立臺灣大學植物病蟲害學系 臺北市羅斯福路四段1號

徐爾烈 國立臺灣大學植物病蟲害學系 臺北市羅斯福路四段1號

摘 要

將含有蘇力菌以色列變種(*Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*)之三種商品 Vectobac, Bactimos, Teknar與水稻田三種常用肥料混合使用, 對水稻田二種家蚊, 即熱帶家蚊(*Culex quinquefasciatus*)及三斑家蚊(*Culex tritaeniorhynchus*)四齡幼蟲作生物檢定, 視其是否有相加效果或相抑效果, 俾供田間病媒防治時之參考。試驗結果顯示: 當三種肥料對二種家蚊作生物檢定時, 以過磷酸鈣的效果最好, 對三斑家蚊幼蟲 LC_{50} 值為2747ppm, 對熱帶家蚊幼蟲 LC_{50} 值為2193ppm, 而以氯化鉀肥的效果最差, 對三斑家蚊幼蟲 LC_{50} 值為6195ppm, 對熱帶家蚊幼蟲 LC_{50} 值為9579ppm。在實驗室中, 將 B.t.i. 和肥料混拌對家蚊幼蟲作生物檢定時, 發現熱家蚊幼蟲死亡率高於三斑家蚊幼蟲的死亡率, 且以 B.t.i. 和第二次追肥混拌時效果最好, LC_{50} 值為0.03ppm, 第一次追肥混拌的效果次之, LC_{50} 值為0.04ppm。在田間模擬時, 亦將蘇力菌以色列變種和肥料混拌對家蚊幼蟲作生物檢定, 發現 B.t.i. 和肥料混拌對三斑家蚊致死效果優於熱帶家蚊, 又以第一次基肥混拌的效果為最優, LC_{50} 值為0.20ppm; 以第二次追肥混拌的效果次之, LC_{50} 值為0.28ppm。

關鍵詞: 蘇力菌以色列變種, 肥料, 熱帶家蚊, 三斑家蚊, 生物檢定。

Effects on Mosquito Larvae of Combinations of *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* de Barjac with Fertilizers

Hua-Son Lo

Department of Entomology and Plant Pathology, National Taiwan University, 1 Roosevelt Road, Sec.IV., Taipei, Taiwan, R.O.C.

Kai-Kuang Ho

Department of Entomology and Plant Pathology, National Taiwan University, 1 Roosevelt Road, Sec.IV., Taipei, Taiwan, R.O.C.

Err-Lieh Hsu

Department of Entomology and Plant Pathology, National Taiwan University, 1 Roosevelt Road, Sec.IV., Taipei, Taiwan, R.O.C.

ABSTRACT

Experiments were conducted to determine the efficacy of *Bacillusthuringiensis* var. *israelensis* (B.t.i.) in combination with some fertilizers against mosquito larvae, *Culex quinquefasciatus* and *Cx. tritaeniorhynchus*. The results of bioassay show that the effect of fertilizers on *Cx. tritaeniorhynchus* and *Cx. quinquefasciatus* is greatest with calcium superphosphate, the LC_{50} values being 2747ppm and 2193ppm respectively, whereas the effect is least with potassium chloride, on *Cx. tritaeniorhynchus* and *Cx. quinquefasciatus* LC_{50} values being 6195ppm and 9579ppm respectively. Bioassay was performed to determine the effect of various depth of water on the mosquito larvae treated with B.t.i. The results show that the effect on mosquito larvae is greatest with 0.5cm depth, the LC_{05} values being 0.03ppm, and least with 3.0cm depth, the LC_{50} value being 0.09 ppm. Laboratory bioassay was performed to determine the effect of the combination of B.t.i. with fertilizers on mosquito larvae, the effect of various fertilizers in combination with B.t.i. on mosquito larvae is greatest with B.t.i. plus second follow-up fertilizers, the LC_{50} value being 0.03ppm, and least with B.t.i. plus first follow-up, the LC_{50} value being 0.04ppm. A field model test was performed to determine the effect of the combination of B.t.i. with fertilizers. Larval mortality obtained by B.t.i. plus fertilizers was higher than that with B.t.i. alone. The effect of various fertilizers in combination with B.t.i. on mosquito larvae is greatest with B.t.i. plus basal fertilizers, the LC_{50} value being 0.20ppm, and least with B.t.i. second follow-up fertilizer, the LC_{50} values being 0.28ppm.

Key words: *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*, fertilizers, *Culex quinquefasciatus*, *Culex tritaeniorhynchus*, bioassay.

前 言

三班家蚊(*Culex tritaeniorhynchus* Giles), 為日本腦炎(Japanese encephalitis)最重要之病媒。三班家蚊幼蟲主要孳生於稻田、池沼、溝渠及泥水坑, 尤以靠近豬舍之水稻田最為重要(連, 1978)。熱帶家蚊(*Culex quinquefasciatus* Say), 為斑氏絲蟲(*Wuchereria bancrofti*)之主要病媒, 進而引起寄主的淋巴絲蟲病(何, 1986)。熱帶家蚊幼蟲能夠孳生於任何積水中, 特別喜愛含高度有機質的污水(周等, 1985)。此兩種病媒蚊均能孳生於水稻田中, 而臺灣水稻田積合計479,954公頃(臺灣省政府農林廳, 1990), 因此若要作全面性綜合防治, 必須有賴於農民在從事水稻田施肥時, 同時將具有高效率殺蚊蟲之蘇力菌以色列變種(*Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* de Barjac)一齊使用, 以期達到經濟性、實用性、廣效性多功能防治之目的。

材料與方法

一、試驗蟲源及藥劑

熱帶家蚊採自臺北縣三峽鎮水稻田之灌溉溝渠, 在實驗室中以臺糖綜合維生素酵母粉飼養於 $26 \times 22 \times 6.5 \text{cm}^3$ 塑膠盒中, 並加裝pump-800 (Meika)及scalp vein set (Nipro)等裝置, 讓氧氣充分打入水中, 以利蚊子幼蟲存活。三班家蚊由陽明醫學院寄生蟲學科所提供, 飼養方法同熱帶家蚊。試驗用蘇力菌以色列變種(簡稱B.t.i.)共有三種製劑: Vectobac (aqueous suspension)毒素力價為1200 i.t.u. (international toxicity unit/*Ae. aegypti* Bora Bora strain); Bactimos (wetable powder)毒素力價為6000 i.t.u./*Ae. aegypti*; Teknar (suspension con-

centrate)毒素力價為1500 i.t.u./*Ae. aegypti*。

試驗用水稻田肥料共有三種: 1. 硫酸銨(氮肥) 2. 過磷酸鈣(磷肥) 3. 氯化鉀(鉀肥); 分為四次施肥方式酒布。

二、試驗方法

(一)肥料對蚊蟲之效應評估

三種肥料以蒸餾水配成各種不同試驗濃度(1000~10000ppm)。取200cc的塑膠杯內盛90cc的蒸餾水, 每個塑膠杯放20隻健康四齡幼蟲, 加入肥料懸浮液10cc, 選擇五個位於幼蟲全死和全活的濃度, 每個濃度均作三重覆, 並有一個同樣處理, 但不含肥料的懸浮液為對照組, 此為實驗前之預備工作(pre-test), 然後依照此五個濃度均作三次重覆, 靜置於 25°C 內24小時後觀察死率, 並以probit analysis method來計算 LC_{50} (ppm), 同時以統計繪圖系統(statistical graphics system)中之單因子變異數分析(one-way analysis of variance), 視其是否具有差異性(蔡, 1989)。

(二)水高度對蚊子幼蟲感染B.t.i.效應的評估

將B.t.i.水懸粉和粉劑用蒸餾水配成, 取200cc塑膠杯內盛90cc的蒸餾水, 每個塑膠杯放20隻健康四齡幼蟲, 加入B.t.i.懸浮液10cc選擇五個位於幼蟲全死和全活的濃度, 每個濃度均作三重覆, 並有一組同樣處理, 但不含B.t.i.懸浮液為對照組, 處理後的四齡幼蟲並計其化蛹數; 同時亦作水深對B.t.i.殺滅蚊子幼蟲效應之影響; 將塑膠杯內水高分別設定為0.5cm; 3.0cm; 5.0cm; 7.0cm; 以配合水稻田施肥時不同之水高觀察幼蟲死亡率, 並以probit analysis method計算其 LC_{50} 及 LC_{99} (ppm); 並以統計繪圖系統中之多變數分析(multiple range analysis)來作分析比較。

(三)B.t.i.和肥料混拌對蚊子幼蟲之效應(實驗

室部分)

在作此實驗之前先取食行爲及形態變化之觀察，即以三齡及四齡蟲各20隻餵食已配好五個位於幼蟲全死和全活之B.t.i.及肥料混合液濃度，觀察蚊蟲致死時間，每天計錄其死亡率。

處理蚊蟲之B.t.i.與肥料混合液濃度如下(ppm)：

	氮肥	磷肥	鉀肥	B.t.i.
第一次基肥	48	100	—	0.01-0.05
第一次追肥	60	—	32	0.01-0.05
第二次追肥	72	—	32	0.01-0.05
第三次追肥	60	—	16	0.01-0.05

(四)B.t.i.和肥料混拌對蚊子幼蟲的效應(田間模擬部分)

先將肥料各依第一次基肥；第一次追肥；第二次追肥；第三次追肥用量秤重，放在加入1000cc蒸餾水的寶特瓶中，再將B.t.i.配成0.02, 0.04, 0.06, 0.08, 0.10, 0.20, 0.40, 0.60, 0.80, 1.00, 2.00ppm共計11種濃度之B.t.i.及肥料的混合液；然後各倒入長28cm，寬18.5cm；高9.5cm之模擬水稻田的塑膠盒中，每

盒中各放入20隻熱帶家蚊及三斑家蚊；靜置24小時後記錄死亡數，代入統計程式來作分析比較。

結果與討論

一、肥料對蚊蟲效應之評估：

(一)用濾餵食法測定氮肥、磷肥、鉀肥及混合肥料對熱帶家蚊及三斑家蚊四齡幼蟲之生物檢定之結果(表一)顯示：磷肥對熱帶家蚊LC₅₀為2193ppm對三斑家蚊LC₅₀為次之2747ppm；而氮肥對三斑家蚊LC₅₀為4362ppm；對熱帶家蚊LC₅₀為4914ppm；而鉀肥對三斑家蚊LC₅₀為6195ppm，對熱帶家蚊為9579ppm；磷肥在單一肥料對家蚊幼蟲所作生物檢定時效果為最高此與Fedorova (1981)用三肥料，對家蚊科(Culicidae)幼蟲所研究，發現過磷酸鹽效果比其他肥料對家蚊幼蟲致死效果要更好之結果相以。也與Rettich (1981)將1 volume Actellic 50 (50% pirmiphos-methyl) EC加入50 volume攜帶體(carrier)中，對一種家蚊*Cx. pipiens molestus*所作研究時，發現對蚊四齡幼蟲LC₉₅值，以硝酸銨(ammo-

表一 濾食法測定氮肥、磷肥、鉀肥對熱帶家蚊及三斑家蚊之生物檢定

Thble 1. Effect of fertilizers on mosquito larvae

Treatment	Mosquito species	Concentration (ppm)		
		LC ₅₀	95% Confidence limit of LC ₅₀	LC ₉₅
N-fert.	<i>Cx. tritaeniorhynchus</i>	4363ab	2737- 5953	15632
P-fert.	<i>Cx. quinquefasciatus</i>	2747ab	1426- 3735	8416
K-fert.	<i>Cx. quinquefasciatus</i>	6195b	4612- 8562	18051
N-fert.	<i>Cx. quinquefasciatus</i>	4914ab	4018- 5808	12627
P-fert.	<i>Cx. quinquefasciatus</i>	2193a	1721- 2599	3922
K-fert.	<i>Cx. tritaeniorhynchus</i>	9579b	8447-12481	17170
(N+P+K) fert.		5915ab	5153- 6649	10636
(N+P+K) fert.		12288b	8566-44588	69713

註：同行中相同字母表示依鄧肯氏多變域分析時，在1%水平之下無顯著差異。

Footnote : Means within a column with different letters are significantly different

(p<0.01, by Duncan's new multiple range test).

niium nitrate) 1.2g/m³為最低，其次是複合肥料(combined fertilizer) 2.0g/m³，而以砂質粒子(sand) 4.0g/m³為最高，有相同之效果；不僅是對家蚊屬(*Culex*)是這樣，對於斑蚊屬(*Aedes*)也是如此。Fedorova (1989a)用nitrophoska(硝酸磷酸鉀)對一些斑蚊所作實驗，發現由於水中含有0.1~0.5%及1-3-5%硝酸磷酸鉀之內容物，就使得水中化學攝生現象(chemical regime)發生了改變；其中包括了：(1)pH值偏向酸性0.2-1.4，(2)氨(ammonium)的含量從3.1到800mg/l明顯地增加。(3)明顯降低了*Aedes* spp.幼蟲在水中的數量。

(二)水高度對蚊子幼蟲感染B.t.i.效應的評估

由於水稻田施肥時有不同的水0.5cm, 3cm, 5cm, 7cm, 這些會影響到B.t.i.施用的結果，在統計繪圖系統中之多變程域分析(multiple range analysis)，四種不同的水高對蚊蟲感染B.t.i. 效應之影響有不同之結果(表二)，但其中以0.5cm水高時效果最好，7.0cm水高次之，5.0cm水高再次之；而以3.0cm水高時效果差。其可能的理由是：蚊子幼蟲在0.5cm水高由於活動空間小，迫使幼蟲必須時刻接觸到位於底面B.t.i.的孢子，因此接觸B.t.i. 機率大增，死亡率提高。而3.0cm水高時，由於活動空間適中，而大部分之B.t.i. 均

已漸漸沉入水底，且底面所累積之B.t.i.層十分單薄，家蚊幼蟲接觸的機率降低，取食率亦降低，所以死亡率最低。在7.0cm水高時，由於下層所累積的B.t.i.孢子層漸漸增厚，家蚊幼蟲到下面到處覓食(scavenging)，接觸的機率大，因此死亡率提高，僅次於0.5cm水高時，這也可以暗示一點，農民在施肥時，可以先放田間的水至0.5cm，不僅可以降低B.t.i.之使用量，並且可以大大增加B.t.i.防治蚊子幼蟲之效率。

(三)B.t.i.和肥料混拌對蚊子幼蟲之效應—實驗室部分

B.t.i.單獨使用及與肥料混合使用，對熱帶家蚊及三斑家蚊幼蟲進行生物檢定時，將所得到的資料，經過單因子變異數分析，發現顯著性水平(significant level)小於0.01；差異性顯著。(1)對熱帶家蚊而言，所有四次施肥與B.t.i.混拌使用的效果，要比B.t.i.單獨使用的效果要來得好；其中要以B.t.i.加上第二次追肥(氮肥72ppm；鉀肥32ppm)效果最好；再以B.t.i.加上第一次基肥(氮肥48ppm；磷肥100ppm)效果次之；以單獨使用B.t.i.效果最差(表三)。由此可見，B.t.i.混拌肥料有加成的效果。(2)對三斑家蚊而言，所有四次施肥與B.t.i.混拌使用的效果與熱帶家蚊的結果剛好相反；其中要以B.t.i.單獨使用效果最

表二 濾食法測定不同的水高與Vectobac(1200 ITU Ae ae / mg)對熱帶家蚊幼蟲之生物檢定
Table 2. Effect of water depth on the mosquito larvae treated with B.t.i

Treatment	Concentration (ppm)		
	LC ₅₀	95% Confidence	
		limit of LC ₅₀	LC ₉₅
0.5cm	0.03a	0.00-0.05	0.03
3.0cm	0.09c	0.08-0.19	0.19
5.0cm	0.06b	0.05-0.07	0.12
7.0cm	0.06b	0.05-0.07	0.10

註：同行中相同字母表示依鄧肯氏多變域分析時，在1%水平之下無顯著差異。

Footnote: Means within a column with different letters are significantly different (p<0.01, by Duncan's new multiple range test).

好；B.t.i. 加上第二次追肥次之(表三)。為何有這種現象產生呢？根據連(1978)：三斑家蚊幼蟲是生長在清潔水域，對於水中有機物質較為敏感，但是熱帶家蚊幼蟲是生活在污濁水域，特別喜愛有機物質豐富的水，所以當B.t.i. 與肥料混合使用的濃度增加時，三斑家蚊幼蟲的攝入速率(ingestion rates)反而減少，導致B.t.i. 孢子懸浮無法完全進入三斑家蚊幼蟲之腸道內(Khawaled *et al.*, 1988)。

(四)B.t.i. 和肥料混拌對蚊子幼蟲之效應—田間模擬部分

將B.t.i. 單獨使用及與肥料混合使用，對熱帶家蚊及三斑家蚊進行生物檢定時，將所得到的資料，經過單因子變異數分析發現顯著性水平小於0.01；差異性顯著。對熱帶家蚊

而言，所有四次施肥與B.t.i. 混拌使用的效果，要比B.t.i. 單獨使用的效果要來得好；其中要以B.t.i. 加上第一次基肥效果最好，依次為B.t.i. 加上第二次追肥效果，B.t.i. 加上第一次追肥效果，及B.t.i. 加上第三次追肥，而以B.t.i. 單獨使用的效果最差(表四)。由此可見，即使在田間模擬試驗中，B.t.i. 與肥料混拌對熱帶家蚊有加成的效果，尤其是在第一次基肥中。由於硫酸銨及過磷酸鈣對蚊子幼蟲腸道上皮細胞有溶解作用(Fedorova, 1989 b)。

誌 謝

本研究承蒙環保署(EPA-80E3J1-09-02)經費補助，謹此申謝。

表三 濾食測定Bactimos(6000 ITU Ae ae / mg)與肥料混拌對對帶家蚊及三斑家蚊之生物檢定
Table 3. Effect of various combinations of B.t.i. with fertilizers on mosquito larvae

Treatment	Mosquito species	Concentration(ppm)		
		LC ₅₀	95% Confidence limit of LC ₅₀	LC ₉₅
B.t.i.	<i>Cx. quinquefasciatus</i>	0.05c	0.03-0.10	0.13
B.t.i.	<i>Cx. quinquefasciatus</i>	0.04b	0.03-0.05	0.09
+ basal fertilizer				
+ 1st follow-up fertilizer	<i>Cx. quinquefasciatus</i>	0.04b	0.03-0.05	0.09
+ 2nd follow-up fertilizer	<i>Cx. quinquefasciatus</i>	0.03b	0.02-0.04	0.07
+ 3rd follow-up fertilizer	<i>Cx. quinquefasciatus</i>	0.04b	0.03-0.05	0.09
B.t.i.	<i>Cx. tritaeniorhynchus</i>	0.02a	0.01-0.03	0.05
B.t.i.	<i>Cx. tritaeniorhynchus</i>	0.04b	0.02-0.06	0.09
+ basal fertilizer				
+ 1st follow-up fertilizer	<i>Cx. tritaeniorhynchus</i>	0.04b	0.03-0.06	0.12
+ 2nd follow-up fertilizer	<i>Cx. tritaeniorhynchus</i>	0.04b	0.03-0.04	0.06
+ 3rd follow-up fertilizer	<i>Cx. tritaeniorhynchus</i>	0.05c	0.03-0.97	0.30

註：同行中相同字母表示依鄧肯氏多變域分析時，在1%水平之下無顯著差異。

Footnote: Means within a column with different letters are significantly different (p<0.01, by Duncan's new multiple range test).

表四 濾食測定Teknar(1500 ITU Ae ae / mg)與肥料混拌對熱帶家蚊之生物檢定—田間模擬部分
 Table 4. Effect of various combinations of B.t.i. and fertilizers on mosquito larvae in a simulated paddy field (as model)

Treatment	Concentration(ppm)		
	LC ₅₀	95% Confidence	Con- LC ₉₅
B.t.i.	0.60c	limit of LC ₅₀	2.69
B.t.i.	0.21a	0.44-0.85	1.98
+ basal fertilizer		0.14-0.31	
+ 1st follow-up fertilizer	0.29a	0.20-0.42	2.03
+ 2nd follow-up fertilizer	0.28a	0.21-0.36	0.77
+ 3rd follow-up fertilizer	0.45b	0.31-0.67	3.17

註：同行中相同字母表示依鄧肯氏多變域分析時，在1%水平之下無顯著差異。

Footnote: Means within a column with different letters are significantly different ($p < 0.01$, by Duncan's new multiple range test).

參考文獻

艾群、蔡致榮。1989。統計繪圖。長諾資訊圖書公司臺北。748頁。

何兆美。1986。寄生人類絲蟲與媒介昆蟲之關係。中華昆蟲 6: 1-14。

周欽賢、連日清、王正雄。1985。醫學昆蟲學。南山堂出版社。臺北。548頁。

徐泰浩。1990。病媒蚊防治用生物製劑之應用與環境影響評估。高雄醫學科學雜誌 6: 330-336。

連日清。1978。本省產蚊蟲生態及其防治。中央研究院昆蟲生態與防治。研討會講稿集。37-69頁。

Fedorova, V.G. 1989a. Mineral fertilizers as regulators of the number of Culicidae. Communication I. Effect of nitrophoska on the larvae of *Aedes* sp. Med. Parazitol. (Mosk) 1: 32-34.

Fedorova, V. G. 1989b. The effect of mineral fertilizers on larvae of Culi-

cidae. Parazitologiya (USSR) 23: 193-199.

Khawaled, K., Z. Barak, and A. Zari-tsky. 1988. Feeding behavior of *Aedes aegypti* larvae and toxicity of dispersed and of naturally encapsulated *Bacillus thuringiensis* var. israelensis. J. Invertebr. Pathol. 52: 419-426.

Rettich, F. 1981. The use of sand and granular fertilizers to prepare granules containing pirimiphos-methyl for the control of mosquito larvae. Mosq. News 41: 435-439.

World Health Organization. 1982. Data sheet on biological control agent *Bacillus thuringiensis* serotype H.14 (de Bar jac 1975). WHO mimeographed document WHO / VCB / 79.750, Rev.1, April 1982.

收件日期：1991年 9月10日

接受日期：1991年10月28日