

# 微生物殺蟲劑之製劑研究

羅致逵

台灣省農業藥物毒物試驗所

## 前 言

微生物殺蟲劑有人估計可在殺蟲劑市場中占有 1% 左右的比例。預估在本世紀末可達到 10%，而 Sandoz 公司則預估其最大市場可能為化學殺蟲劑的 30%，是否可一直持續存在則不確定，因其與化學殺蟲劑的發展是互動的。太過於強調微生物殺蟲劑很可能對亞熱帶台灣帶來更大的傷害。例如微生物殺蟲劑雖然可取代化學殺蟲劑的部份功能，但是化學殺蟲劑的廣效性、速效性、低成本等特性則仍為微生物殺蟲劑所不及的。且微生物的製劑也較化學藥劑複雜，需克服的問題較化學農藥多。因此本文即針對微生物殺蟲劑之製劑需考慮的方向及目前的瓶頸提出報告供業界參考。

## 微生物殺蟲劑與化學殺蟲劑之比較

微生物殺蟲劑由於其特性與化學殺蟲劑不同，因此在應用上有其優點也有其限制(表一)。例如微生物殺蟲劑強調對人畜無害，僅對特定目標的害蟲有效。但這也同時造成了其他問題，如次要害蟲的數量增加，對特定害蟲缺乏速效性而導致農友損失。加以生產成本，用藥成本均高於化學殺蟲劑，導致農民用藥意願有限。化學殺蟲劑雖然優點很多，但也由於廣效性，殘效性，及對人畜等非目標生物毒性較高等缺點，使得微生物殺蟲劑成為政府發展昆蟲性費洛蒙，天敵以外之另一種蟲害防治法。

表一、微生物殺蟲劑與化學殺蟲劑的比較

	微生物殺蟲劑	化學殺蟲劑
自然性	天然物	人工合成
選擇性	專一	廣效
非目標生物	安全	不安全
抗藥性	緩慢或無	存在
殘效性	無	有
環境傷害性	低或無	低或高
環境安定性	低或無	低或高
有效期	短	短或長
噴藥期	精確計算	略估
速效性	無	有
施藥次數	多	少
藥液覆蓋	需全面	可區域或全面
貯存安定性	不耐久貯	可耐久貯
劑型	少	多
劑量	高	低-中
投資成本		
研發	低	高
生產	高	低
商品價格	高	低
施藥成本	高	低

### 微生物殺蟲劑製劑考慮項目

以微生物殺蟲劑之開發為例，由於大部份蟲生病原菌大多來自土壤微生物，因此其與土壤的關係具相容性，所以選擇製劑時要配合微生物特性，選擇以黏土礦物，及水作載體以維持蟲生病原菌的活性。又因土壤中常含有動植物的殘體所組成的土壤有機質，因此也可以動植物油或有機體的成份作載體。一般農藥公司作製劑時，常優先考慮以黏土礦物，水、或動植物殘渣及油製成粒劑、可濕性粉劑、水懸劑、或油懸劑(表二)。

表二、微生物殺蟲劑製劑的考慮項目

- 
1. 使用環境：農業、森林、環衛
  2. 作用對象：目標區生物特性
  3. 劑型選擇：可濕性粉劑、粒劑、水懸劑、油懸劑、塊狀劑(Briquette)
  4. 噴藥器具：地面器具或空中噴藥
  5. 劑型規格：
    - 微生物原體特性
    - 活性(力價)
    - 貯存安定性
    - 水份含量
    - 粒徑大小
    - 黏性
    - 冷熱安定性
    - 防腐劑種類與用量
    - 載體相容性
    - 混合性
    - 藥害
    - 取食刺激物
    - 目標區附著性
    - 水質與水量
    - 比重
    - 釋放速率
  6. 防治成本：改善製劑、提昇藥效、加強與化學藥劑之競爭力
- 

但這些劑型因遷就蟲生病原菌的生存環境，致承受比重、粒徑大小、黏性、分散性、懸浮性、沈降性及相容性等限制，造成有效劑量低、殘效期短、懸浮性差、藥液分佈不完全，需重覆施藥等缺點，而無法與傳統化學農藥相抗衡(表三)。因此對於微生物殺蟲劑的製劑，除了要具有農藥化學的專長外，對於土壤黏土礦物及土壤微生物也要有相當的基礎。

表三、蘇力菌殺蟲劑(B.t.i)與化學殺蟲劑亞培松(Temephos)  
對水中蚋(Black fly)幼蟲藥效比較

	蘇力菌	亞培松
有效距離 (公里)	10	50
藥量濃度 (ppm)	1.20	0.05-0.10
費用		
乾季	1.4	1
雨季	4.3	1

## 微生物殺蟲劑載體特性與劑型對活性之影響

由以上的說明可瞭解蟲生病原菌成爲商品最困難的是如何作成商品劑型。在自然界裡有很多微生物均可造成害蟲的死亡，但是一旦將這些蟲生病原菌自其宿主體內移出，大都死亡，或喪失價值。因此如何量產及製劑以維持其安定性與殺蟲力，則是現今微生物製劑最需突破的技術。例如大量產製蟲生病原菌，目前大都是以醱酵法，而此法所生成的有效蟲生病原菌可能只占有少量的百分率。這些蟲生病原菌可謂之加工用原體(Manufacturing use product)，其物理、化學及生物特性就必需予以規格化，以避免製劑過程所造成的變異或劣化。加工用原體再經製劑時，更要控制載體，界面活性劑、增效劑、溫度、濕度等以避免失敗。蟲生病原菌製劑與化學殺蟲劑製劑不同的是(1)無溶解性，(2)需久貯仍具活性，因此早期作成的劑型是粒劑或可濕性粉劑、水懸劑。由於潤濕的問題，目前發展的方向仍局限在粒劑與水懸劑。但水懸劑要注意防腐劑的選擇，以避免造成營養體生長，自解，及廢氣。而粒劑型一般較安定。無論是粒劑或水懸劑，都需藉助固體吸附物來作微生物的載體，不同的載體吸附性質也不同。

以黏土礦物作載體時還要注意其是否已先經乾燥處理。因經適當的乾燥處理以後，可增加黏土吸附性，否則可能就有50%以上的吸附空間由水或離子所占據。選擇適合的乾燥條件，即可得到不同特性的載體(RVM或LVM)供使用(表四、表五)。其他重要的特性可作微生物製劑考慮的因素包括陽離子交換能量(Cation exchange capacity, CEC毫克當量(meq.)/100克)，陰離子交換能量(Anion exchange capacity, AEC毫克當量(meq.)/100克)，比表面積，pH值(表四)。

表四、黏土礦物載體之 CEC、AEC、比表面積及酸鹼值

礦 物	矽酸鹽層	CEC (meq./100g)	AEC (meq./100g)	比表面積 (m <sup>2</sup> /g)	酸鹼值 (pH, 10%)
高嶺石	1 : 1	3-5	6-13	20-40	4-7
蒙特石	2 : 1	80-150	12-31	500-800	6-9.5
伊來石	2 : 1	10-40	—	60-120	—
蛭石	2 : 1	100-150	—	—	6.5-7.5
滑石	2 : 1	2-6	4	—	8-10
厄帖普石	鏈狀	3-15	—	140	7.5-8

這些黏土礦物由於與水作用後又可發展出不同的緩衝能力、絮聚能力，極適合作水懸劑的調製，因此經常為研究人員選為微生物殺蟲劑載體的試驗材料，以作商品劑型的評估(表五、圖一)。

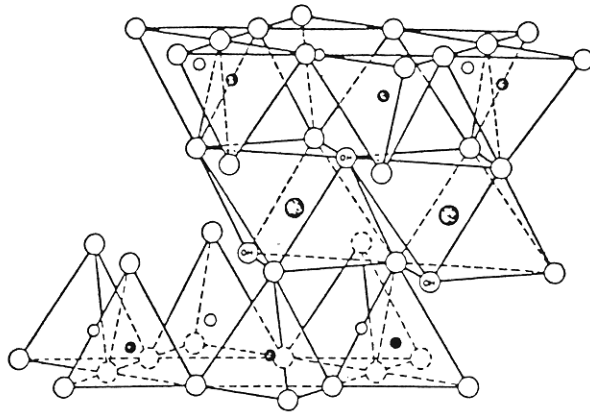
表五、微生物殺蟲劑載體特性

載體	總體密度 (mg/m <sup>3</sup> )	酸鹼值 (pH)	濕度 (%)	優點	價格 (美金/噸)
玉米穗軸	464	4.9(總體) 7.2(表面)	~7	具高抗磨擦性	165
胡桃殼	673-753	4-6	2-8	具密實性、硬 、比重低	330
厄帖普石	464-561 545	7.5-9.5 8	1-6	具吸附性	90
RVM				觸水崩解	
LVM				觸水不崩解	
蒙特石	497-545 561-641	4-8	—	具密實性	90
石英砂	1442-1602	7	—	具密實性，易 包覆、低成本	33
蛭石	96-160	7	—	質輕，具保液 力	275

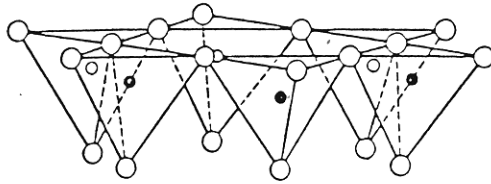
1. 參考價格

2. 原礦經乾燥處理 (RVM, regular volatile matter)，或經高溫處理  
(LVM, low volatile matter)

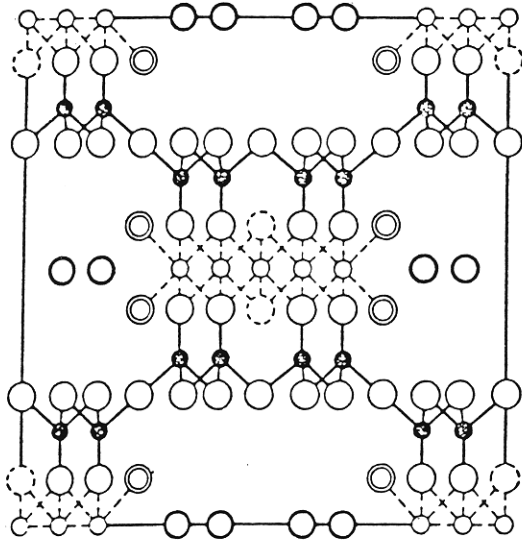
3. - - 缺資料



Exchangeable Cations  
nH<sub>2</sub>O



○ Oxygens    ⊕ Hydroxyls    ⊕ Aluminum, iron, magnesium  
○ and ● Silicon, occasionally aluminum



○ H<sub>2</sub>O    ⊕ Hydroxyl    ○ Mg or Al  
⊕ OH<sub>2</sub>    ○ Oxygen    ● Silicon

圖一、蒙特石(上)與厄帖普石(下)之層狀結構

例如白殭菌 (*Beauveria bassiana* (Bals.) 在乾劑型時與蒙特石及厄帖普石的相容性最好，次為蛭石，高嶺石較差(表六)。

表六、白殭菌 *Beauveria bassiana* (Bals.) 在不同黏土礦物載體中經 2 年貯存於 4°C 與 26°C 後之活性 (乾劑型)

載 體	4°C	26°C
厄帖普石	82%	19%
蒙特石	86%	5%
蛭石	65%	<1%
高嶺石	25%	<1%
不含載體	<1%	<1%

蘇力菌 *B.t.k* (*Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*) 其製劑則是以非水性劑型較水性劑型略安定，這可能是亞培公司 (Abbott) 在研製水性劑型時仍有少許技術上的困難所致(表七)。

表七、蘇力菌 *B.t.k* 懸浮製劑貯存於 25°C 1 年後之活性

劑 型	活性 (IU/mg) (%)	
	初活性	1 年
懸浮乳劑(ES)	12000	12344(102.9)
水懸劑(AF)	11820	11566(97.8)

ES: Emulsifiable suspension

AF: aqueous flowable

## 微生物製劑品質與規格

要好的微生物製劑成品，首要的是要有好的原體特性與品質，就如同化學農藥一般，原體品質優良且固定則製劑的品質就容易控制。以大家最瞭解的鋅乃浦成品為例

，廠商進口的原體如有害不純物ETU含量很高，隨後的製劑技術就很難控制ETU含量。如進口原體中ETU含量控制在0.1%以下，則隨後的製劑技術就可有效的控制ETU含量在二年內不超過政府取締的0.5%標準。所以原體品質與製劑技術是同等重要的。

因此如何訂下微生物製劑的原體、或加工用原體品質是非常重要的(表八,九)，而這也是國內目前研發量產微生物殺蟲劑前應予注意的：有好品質的原體才可發展出好品質的成品。

表八.微生物殺蟲劑製劑用原體規格

- 
- 1、有效成份之確認
  - 2、有效成份之力價分析技術
  - 3、力價接受範圍
  - 4、物理狀態
  - 5、基質成份
  - 6、生理性質
  - 7、醱酵產品使用限制
  - 8、醱酵品貯存條件
  - 9、雜菌控制
  - 10、批次產能與品管
-



表九、蘇力菌 B.t.k 之懸浮劑製劑規格

---

原	體：有效成份鑑定，力價，雜菌
粒	徑：3-25 $\mu$ ；35-45 $\mu$
物理安定性：	可耐久貯與長途輸送
黏性 (p.s.)：	水懸劑：5°C 0.4-1.4；25°C 0.3-0.8
	懸浮乳劑：5°C 2.5-3.5；25°C 0.4-0.8
懸浮性：	水中自動分散，不沈澱。或動力攪拌可分散。
	30分鐘內沈澱物少於10%
防腐劑：	有效抑制雜菌之生長
冷熱安定性：	5°C 至 37°C 安定
混合性：	可與其他藥劑共同使用，且不受防腐劑之影響
藥害：	無
取食刺激物：	視情況
葉面著藥量：	加入增效劑增加著藥量，也可在田間混合時加入增效劑
劑型與含量：	提高成品劑量及全面覆蓋性，減少施藥次數，加強與化學農藥的競爭力
界面活性劑：	
	非離子型：
	polyoxyethylene alkylphenols
	polyoxyethylene alcohols
	polyoxyethylene esters of fatty acids
	polyoxyethylene alkylamides
	陰離子型：
	sodium salts of alkyl naphthalene sulfonates
	sodium salts of lignosulfonates
	sulfonated aliphatic polyesters
	sulfonated fatty acids

---

(續表九)

---

載 體：

1.黏土礦物載體

厄帖普石

高嶺石

蒙特石

合成矽酸鹽

矽藻土

蛭石

2.液體載體

水

礦物油

植物油

3.生物性載體

蘋果渣

柑橘渣

玉米粉

玉米穗軸

胡桃殼

稻殼

增 效 劑：

Bivert (Deposition and retention agent)

Nalcot-rol (Precision spray adjuvant)

Triton CS-7 (Spreader-binder)

Polyvinyl pyrrolidone (PVP)

Polyvinyl alcohol (PVA)

Bio-film (Spreader-sticker)

Plyac (Non-ionic spreader-sticker)

alginate

xanthan gums

---

## 微生物殺蟲劑劑型發展

除了以上的一般製劑外，另一種微生物殺蟲劑可考慮的劑型是具緩釋性的微粒包覆劑(Encapsulated granule, CG; capsule suspension, CS)，及塊狀劑(Briquet, 或Briquette, BR)，本類劑型本所已可進行委託試驗。而水懸劑型，則正評估機器，待功能確認後，亦將於近日內接受廠商的委託試驗。至於其他製劑的機器，則已列入84年度的公務運算，如獲通過，則有關微生物殺蟲劑的劑型，本所均可承接。目前有六家農藥公司與本所洽談可能之委託研究，如此不僅可節省廠商研發所需的儀器設備，及人力上的投資，並且可加強成品的競爭力。

## 結 論

微生物殺蟲劑與化學殺蟲劑兩者各有其應用價值與限制，彼此需適當配合。太過強調微生物殺蟲劑可能會使農友承受重大損失。因此在使用微生物殺蟲劑的同時，要搭配優良品質的化學殺蟲劑及昆蟲性費洛蒙(表十)，以提供用藥時的正確時期，有效的防治蟲害。

表十、本所產製之昆蟲性費蒙供應量

台灣	1086712 支
印尼	80000 支
越南	5000 支
中國大陸	1500 支
馬來西亞	20 支
澳洲	20 支

## 參考文獻

1. Devisetty, B. N. 1988. Microbial formulations---opportunities and challenges. ASTM STP 980, pp 46-64.
2. Ross, H. W. 1983. Available granular carriers---properties and general processing methods. ASTM STP 795, pp 32-24.
3. Sawicka, E. M., and Couch, T. L. 1983. Formulations of entomopathogens. ASTM STP 828, pp 5-11.
4. Ward, M. G. 1984. Formulation of biological insecticides--- surfactant and diluent selection ACS 254, pp 175-184.