



農藥安全使用宣導月專文 ③

蘇力菌在害虫管理上的應用

臺灣省農業藥物毒物試驗所/高穗生

長久以來由於對化學殺虫劑的過分依賴及不當使用，造成許多副作用，包括對環境的污染、昆虫抗藥性產生、對非標的生物的傷害、殘毒問題和對人的危害和生態的平衡的破壞，罄竹難書，因此不論是站在降低殺虫劑的依賴性或在害虫綜合管理策略應用上，生物農藥提供了另外一種最佳的選擇。

以生物農藥來防治作物之有害生物，並非新猷，早在一世紀前已被開發出來了。但這些產品在整個有害生物防治市場上衝擊，卻是微不足道。每年全世界花在有害生物防治上費用約相當於300億美金，其中1億美金屬於生物農藥。而生物農藥中超過90%為蘇力菌殺虫劑。

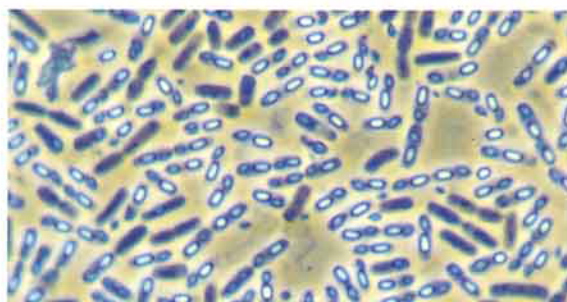
蘇力菌防治害虫原理

蘇力菌是一種革蘭氏陽性，好氣、桿狀、產生内生孢子之細菌。在形成孢芽的同時，在細胞的另一端則形成伴胞晶體，在定常期被解離出來。結晶的形狀，有雙金字塔形、立方形、扁平形、圓形和不規則形。1901年石渡繁胤在大日本蠶絲會報上發表了家蠶的猝倒病。1911年 Berliner

報導了從 Thuringia 省地中海粉螟幼虫分離的病原菌。1915年將之訂名為蘇力菌（*Bacillus thuringiensis*），揭開了人類認識蘇力菌、應用蘇力菌的序幕。

當蘇力菌的結晶毒蛋白被感受性的昆虫取食時，受到中腸中的鹼性環境所溶解，釋放出原毒素。這些原毒素再被蛋白質酵素分離成65kD 大小的抗蛋白質酵素的胜肽即為毒素，經活化後之毒素與中腸上皮細胞刷狀邊膜之高親和性接受器結合。隨後毒素插入質膜，造成孔洞，擾亂了滲透壓，導致細胞的腫脹、解離。中毒的昆虫迅速停止取食，終至死亡。

本省1958年引入蘇力菌，經過兩年之測試後，於1960年起開始正式推廣，防治鱗翅類害虫。目前為止，共有28種產品在台灣登記，只有一種產品主成分為以色列



蘇力菌之孢子與結晶(暗：結晶，亮：孢子)

蘇力菌製劑的特點

1. 效果佳、安全、無污染

蘇力菌產品對許多農林和衛生害虫有良好的效果。在田間使用的量為10~50克/英畝，在我們考量到其主成分的分子量通常超過50kD時，如此高的分子量，而用量又如此低，顯然力價相對的高。故以克分子為基礎比較時，蘇力菌的力價遠超過傳統的化學藥劑。不同亞種或菌株的殺虫結晶蛋白對昆虫性不相同而有殺虫的特異性，如以色列亞種製劑對鱗翅目幼虫無毒，對雙翅目幼虫則毒性高。經過多次測試的結果證實蘇力菌對人類、其他哺乳類、魚類、禽類，均安全無毒。且無環境污染之顧慮。

2. 不傷害害虫的天敵

蘇力菌有相當的選擇性，施用時除害虫因取食毒素致死外，對天敵和有益生物則無影響，能使昆虫的天敵受到保育，維持在一個比較高的水準，因而有助於害虫的綜合管理。

3. 對作物無毒害

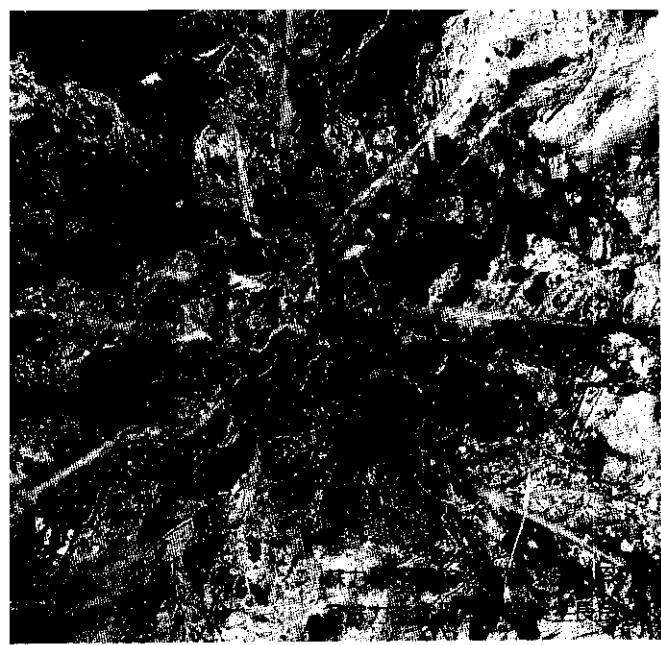
在作物生長發育的過程使用蘇力菌，都不會使其產生藥害，也不影響果蔬等作物的色、香、味。

4. 在特定環境條件下之應用

在水源保護區或糧倉均可使用，無污汙及安全之虞，亦可用以防治蜂房巢礎中之大蠟蛾而不傷及蜜蜂。

5. 使用方便，有相容性

可以用噴灑化學藥劑的器械來施用蘇力菌，使用方便。可與化學農藥混用，同時防治其他病虫害，又不影響蘇力菌的殺虫效果，或混用時有增效作用。



亞種之 Vectobac，金額為589,496美金，僅及農藥銷售額的0.29%。

蘇力菌廣泛存在環境中

目前蘇力菌已廣泛地受到調查、研究並調製成商品，用來防治鱗翅目、雙翅目和鞘翅目的昆虫。此外，還可能用在殺滅動物腸道寄生虫、植物病原線虫等其它用途的新蘇力菌正在研究發展之中。蘇力菌的分布很廣，可以自罹病昆虫和其棲所，倉儲產品，土壤及某些落葉和針葉樹的葉片上分離出來。甚至可自學童的手上，新雪和地下水中分離，可以說到處都存在。

根據報導，依鞭毛 H 抗原，可將蘇力菌分成58個亞種。又根據殺虫的特異性和核酸序列的相似性，可將蘇力菌殺虫結晶基因分成14大類（*cry* 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15），44個亞類。蘇力菌除了對昆虫有活性外，其對植物和動物線虫亦具有活性，甚至對原生動物、寄生動物之肝蛭類有活性。截自目前為止，共有6目昆虫，2種節肢動物綱，和4個門的動物對蘇力菌具有感受性。照這種趨勢看來，未來可能會有更多有用的蘇力菌品系被發掘出來。

除了上述優點，亦有一些限制條件，包括生產問題、田間表現缺乏一致性、缺少經改良後之品種。這些問題可藉現代生物技術之應用和製劑改良來加以克服。

蘇力菌施用之考量

1. 病原特性

蘇力菌的亞種和品系繁多，目前為止一共有45種不同鞭血清型58個亞種。不同亞種對昆蟲之毒效有差別，同一亞種不同品系間差別亦明顯。

2. 寄主特性

如果害虫棲群的壓力大（世代短或密度高），或卵之孵化是連續性時，則需較短的噴藥期間，以壓制害虫。蘇力菌僅對幼虫期有效，對卵、蛹或成虫期無直接影響，但亞致死劑量會造成成長和產卵量的



被小菜蛾嚴重為害之甘藍菜

降低。若害虫發育整齊，適時地於幼虫期處理，大體上能降低其棲群。如果多種虫期同時存在，需多次施用，使卵、蛹和成虫，再次成為幼虫，才能防治。除非重複施用造成壓力能足以壓制剛孵化之幼虫，否則植物即蒙受損失。又，初次施用不可離開幼虫孵化的時間太早，否則幼虫孵化時，活性已降低。

北鑑溫室工程有限公司



承造挑高、散熱、力霸型溫室、隧道型溫室、室內水牆承造、溫室資料供應、PC板、PE防塵布、PVC膠布、日本三井防塵、防裂PO膠布、鍍鋅鋼管、塑膠夾、日製固定帶等。

地址：台北縣樹林鎮潭興街91巷1弄9號2樓
電話：(02)683-2837, FAX: (02)682-9440, 呼叫器: 060127385, 行動電話: 090289609

3. 物理及生物因子

蘇力菌之毒性是結晶蛋白和孢子綜合的影響。二者之重要性因害虫種類與蘇力菌亞種而異。二者均在數小時至數天之內降解。其活性喪失的主要原因是紫外線破壞結晶蛋白，和使孢子不活化。此外，葉表具 pH 值或蛋白酵素亦能降解結晶蛋白，如果作物葉片成長快速，則噴施期間要縮短，以保護新的葉片。又，降雨之沖刷能使殘留之劑量減少。若蘇力菌在未添加黏著劑的情形下，超過0.25~0.5英吋之降雨，會沖刷蘇力菌之附著，但如果在添加黏著劑時，可忍受高達0.5英吋的降雨，活性並不會嚴重損失。在田間使用蘇力菌時，時常受到日光和降雨二者之複合影響，使其持效性降低。由於蘇力菌之殘效性短，所以決定施藥適期就相當重要。另

，溫度亦為影響蘇力菌防治效果之重要因素，一般而言，最適溫度為24~30℃，不適溫度為13~17℃，當低於13℃時使用效果極差。

施用時注意事項

1. 蘇力菌製劑之選用和調配



依防治之標的害虫來選擇適當的菌種製劑，進行防治，才能對症下藥。至於使用之濃度則因產品之力價和防治對象種類，甚至氣候因素而有差異。譬如在溫度較低時進行害虫防治時，施用劑量應酌量增加，因在低溫時，害虫在活動減少，取食量減少，取食有效分量亦降低之故。又，蘇力菌可依一般農藥配製的方法，以中性之水混拌，添加適當的展著劑，避免有

欣美牌

園藝栽培新技術

果園、菜園 自動灌溉系統

花卉、茶園 滴水噴霧系統

滴灌系統利用於木瓜園栽植情形 調壓滴灌


特性

1. 專業生產，品質保證，價格合理。
2. 解決果園、菜園、花卉乾旱缺水現象，並可配合簡易自動滴施施肥系統，定時、定量施肥且省時、省工效果顯著。
3. 提高果實結果率，並可提升品質，增加收成。
4. 減少病蟲害及雜草之發生。


歡迎全省農友洽購 —

昌朋實業有限公司


台南縣安定鄉工業區港口村399之1號
電話：(06) 5932780 · 5932774張欣洽



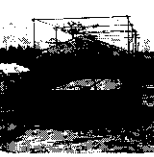
簡易水耕栽培箱



企業化的
水耕栽培農場




實用化、家庭式
水耕小農園
蔬菜、葉菜系列
0.5坪 ~ 8坪



我們以最專業的經驗與技術
提供一系列水耕栽培相關資材
和整體農場規劃與施工。

歡迎洽詢：資料備索。請付回郵60元



旺永水栽培資材有限公司

公司：員林鎮員業路2段552巷82號
電話：(04)8323321
連絡處：彰化縣大村鄉加錫村加錫1巷1-1號
電話：(04)8526637(代表)
(04)8531777(專業農場)
傳真：(04)8528637

沈澱、起泡之現象的發生。而且從稀釋到使用，一般不要超過1~2小時，以防殺虫結晶受到破壞和分解，同時芽孢吸水發芽形成營養體，若環境不適，亦容易死亡。蘇力菌製劑可與微生物製劑如白殭菌和昆蟲病毒製劑混用外，與化學農藥混用亦可增加殺虫效果。譬如第滅寧與蘇力菌在噴藥槽混合後，用以防治具有抗藥性之小菜蛾，報告顯示防治效果良好，甘藍菜品質提高。

2. 製劑之採購與保存

選購時要注意其出廠日期和有效期限，存放於陰涼乾燥的倉庫中，注意防潮和高溫，避免陽光直射，以防被雜菌污染引起發酵變質或結晶蛋白質降解變性。

3. 施用方法和時機

要瞭解害虫之感受期（幼虫）空間和時間分布模式，才能掌握時機對症下藥。如蔬菜害虫小菜蛾幼虫，在2齡時多在葉背為害，取食葉肉和下表皮，若施藥時能將蘇力菌製劑充分地噴灑到葉面和葉背，則效果更好。由於蘇力菌會受到雨水、

紫外線和溫度等非生物因子之影響。施用時儘量選在陰天或施藥後為陰天，或晴天之黃昏時進行，防治效果更佳。避免在下雨時施用或添加黏著劑，是解決雨水冲刷的辦法。施用之溫度則以20~30℃為宜。應針對初齡幼虫（因感受性較強）進行防治，能得到較高的害虫死亡率。

結論

蘇力菌對人畜安全，對環境無污染之虞，在農產品上無殘留，不傷害天敵，殺虫效果佳，是永續農業不可多得的防虫利器，吾人實應善加利用，發揮其各項優點，並避免使害虫產生抗藥性，延長其使用壽命。觀綜過去十幾年來，產業界對蘇力菌市場極為看好，刺激各項新產品問世，新的毒素、新的配方、改良施藥方式等等進步，令人鼓舞並期待它能舒緩傳統化學藥劑對人類及生態環境的衝擊。但是進一步評估大量使用或利用遺傳工程技術拓展各種新的防治策略，可能帶來生態上不可預期的副作用，仍是必要的。 ■

「劉伯伯猜字謎」，恭喜幸運讀者得獎！

本刊於46卷5期推出「劉伯伯猜字謎」，謎面：一日三人，謎底為春字；感謝讀者踴躍參加，正確答案者經抽籤揭曉，共20名，每名可得「中國民間傳奇故事第一冊」一本。得獎名單如下：

蔡玉英（麟洛鄉）、陳尹青（鶯歌鎮）、廖瑞嘉（東勢鎮）、林文志（水上鄉）、廖萬華（善化鎮）、琉球鄉農會（琉球鄉）、台灣農產公司（台北市）、編號

：C00287讀者（南投市）、吳翠眉（善化鎮）、王順昌（水上鄉）、游金水（大溪鎮）編號 OZD10166讀者（新社鄉）、編號 D06016讀者（阿蓮鄉）、吳昌富（觀音鄉）、周朝聘（新園鄉）、黃文祥（台北市）、陳建成（台北市）、柯英哲（歸仁鄉）、張慶南（苑裡鎮）、王清涼（水上鄉）。