

印楝素是來自大自然的殺蟲劑

天然植物素材萃取 / 無農藥殘留問題

/ 有機農業的法寶

台灣省農業試驗所 / 陳健忠

當化學合成殺蟲劑尚未問世之前，人類是靠天然的殺蟲劑來保護所種植的作物和其出產，這些天然殺蟲劑包括植物體各部位或其萃取物，有些則是從地裡挖出來的礦物等。化學合成殺蟲劑出現後，挾其經濟、速效之優勢，開展害虫防治之新頁。但是曾幾何時，許多以前被舉為萬靈丹的藥劑，或因對環境造成污染，或對人畜造成傷害，或因害虫產生抗藥性失效，遭禁用或停用。科學家正繼續開發新的農藥，以因應植物保護之需求；然而，新農藥的研發越來越困難，成本也大幅增加。

爲了農業永續經營，害虫綜合管理的觀念逐漸廣爲大家所接受，農業防治、生物防治、微生物防治和物理防治方面的研究與應用蓬勃發展，少用或不用化學農藥成爲重要的目標。然而，在可見的將來，化學合成殺蟲劑仍會是害虫綜合防治系統的主軸。

近來，植物性殺蟲劑又重新獲得大家的注意，因爲植物在歷經3億年與昆虫相互演化後，其防虫成份甚具利用價值，可以成爲新型殺蟲劑的來源，其中印度楝 (*Azadirachta indica* A. Juss.) 的研究近十餘年來更是深受矚目。

古代農民已知使用印度楝防虫

很早以前，印度農民就已經發現印度楝可以抵抗定期性的蝗害，種子和樹葉也

一直是當地人用來防虫的傳統殺蟲劑。19世紀初，印度的科學家開始進行相關的研究，但一直到1959年，德國昆虫學家 Heinrich Schmutterer 在蘇丹親睹成千上萬的蝗虫過境後，印度楝是唯獨仍能存在的綠色植物，至此方吸引大家的重視，想要探查它在害虫防治上的應用價值。

1962年 Pradham 等人試驗證實了稀釋1萬倍的水溶性楝樹萃取物可以防止沙漠蝗虫 (*Schistocerca gregaria*) 取食。1967年 Morgan 發現並證實對沙漠蝗虫具有抗取食作用的主要成份爲印楝素 (Azadirachtin)，屬於三萜類化合物 (Triterpenoids)。

印楝素除具抗取食效用外，後續的研究發現其亦強烈干擾昆虫青春激素和脫皮激素合成和釋出的傳遞介質，影響脫皮及生殖。拒食電生理研究結果顯示，紋白蝶的作用點是幼虫口器上的下顎栓錐感器。因此印楝素兼具預防性保護作物的作用 (抗取食) 和妨礙昆虫正常生長 (致死) 的特性，從害虫防治的觀點來看，這是很大的優點。

已知 200 多種昆虫，分屬昆虫綱中 8 個目 (鞘翅目、雙翅目、半翅目、同翅目、膜翅目、鱗翅目、直翅目、纓翅目)，對印楝素具有感受性。這些昆虫種類占目前所有受測昆虫種類的 90% 以上，顯示其作用對象涵蓋很廣。

附表 一些受印度棟產品影響的重要農林、倉庫和衛生害蟲的種類及其效應

害 虫	效 應
地中海果實蠅	妨礙幼虫生長，羽化的成虫不能飛行，毒害幼虫
東方果實蠅	忌避，妨礙蛹發育，生長遲滯，毒害幼虫
牛面蠅	生長遲滯，毒害
刺蠅	忌避，生長遲滯，妨礙生長
粉蠭	忌避，生長遲滯，抑制取食
家蠅	忌避，抑制取食，妨礙脫皮
高粱芽蠅	抑制取食
埃及遺蚊	妨礙脫皮，毒害幼虫
家蚊	毒害幼虫
蚤	忌避，生長遲滯，抑制取食，妨礙生長，卵不孵化
頭蝨	毒害
胡瓜瓠金花虫	生長遲滯，抑制取食
墨西哥蠶虫	生長遲滯，抑制取食，妨礙脫皮，產卵量降低
科羅拉多馬鈴薯甲虫	抑制取食，卵不能孵化，幼虫不能脫皮
黃金花虫	抑制取食
卡普拉甲虫	抑制取食，妨礙脫皮，毒害幼虫
蔗螟殺盜	抑制取食，妨礙脫皮，毒害幼虫
豆金龜	忌避，生長遲滯，抑制取食，妨礙生長
赤擬殺盜	抑制取食，毒害
美洲蠶蠅	脫皮不完全，降低生殖力，減少脫皮次數，減少受精卵數
豆蚜	妨礙脫皮，降低生殖力
稻象鼻	毒害

害 虫	效 應
西方蠶馬	妨礙生長
小朵蛾	抑制取食，妨礙生長
結網殺蛾	抑制取食
舞蛾	生長遲滯，抑制取食，妨礙脫皮
玉米穗夜蛾	生長遲滯，抑制取食，妨礙脫皮
紅鈴虫	生長遲滯，抑制取食
秋行軍虫	產卵忌避，生長遲滯，抑制取食，妨礙脫皮，成虫忌避，毒害幼虫
菸草夜蛾	抑制取食
菸草天蛾	抑制取食，妨礙生長，毒害
甘藍擬尺蠖	抑制取食
潛葉蛾	生長遲滯，抑制取食，妨礙脫皮，毒害
潛葉蠅	生長遲滯，抑制取食，妨礙脫皮，毒害蛹幼虫
褐飛蝨	忌避，抑制取食，妨礙生長，交尾失敗和卵無法受精
葉蟻	抑制取食
飛蝗	停止取食，抑制脫皮，改變若蟲的群集性為獨居性，虫體較弱，成虫不能飛行
乳草椿象	妨礙生長，妨礙脫皮，毒害
粉介殼虫	忌避，抑制取食
火蟻	抑制取食，妨礙生長
棉鈴象鼻虫	抑制取食
豇豆象鼻虫	抑制取食，毒害
米象	抑制取食，妨礙生長，毒害

目前從印度楝分離出來並已鑑定出化學構造的三萜化合物超過 70 種，除了印楝素外，較常見諸文獻報告者尚有 Meliantriol、Salannin、Nimbin 和 Nimbidin，均具抗取食作用；Nimbin 和 Nimbidin 更具有抗病毒活性（antiviral activity）。至於其他眾多成份的作用，仍待進一步研究及測試其防虫效果。

印度楝對昆虫的作用

綜合已知的試驗結果，印度楝產品對各種昆虫的作用途徑如下：

1. 抑制卵、幼虫或蛹之發育。
2. 妨礙幼虫或若虫脫皮。
3. 阻斷雌雄虫間訊息傳達或交尾。
4. 忌避幼虫或成虫。
5. 防止雌虫產卵。
6. 使成虫不孕。
7. 使幼虫或成虫中毒。
8. 防止取食。
9. 抑制腸的蠕動，喪失吞嚥的能力。
10. 在各發育期傳送錯誤的生理訊息，干擾正常的變態作用。
11. 抑制幾丁質形成。



正常小菜蛾幼虫(王子文 / 提供)



印楝素處理後死亡之小菜蛾幼虫(王子文 / 提供)

印楝素的殘效性

印度楝的防虫效果大部份是處理植株後，經由昆虫取食或產生忌避作用而得，因此其殘效長短影響防虫效果至鉅。Schmutterer 指出在熱帶地區的田間環境下，印度楝的作用殘效平均可維持5天。純化分離後的印楝素在紫外線照射下會分解，但是楝油中所含的印楝素經日照模擬試驗，發現分解的情況會緩慢許多。顯示楝油中含有某些因子可以維持並加強印楝素的生物活性，此可做為改進印度楝殺虫劑配方的研發方向之一。

印楝素的系統性作用

現有的試驗結果顯示施用在植株上的印楝素不會移行，但是盆栽植物的根浸泡種子萃取物可有效防止食葉昆虫取食。例如盆栽甘藍浸泡水溶性種子萃取物，會使紋白蝶忌食。菊花切株之切口部份浸過萃取物，亦對非洲菊斑潛蠅具同樣的效果，但是再長出的新葉則無法受到保護。稻種若經播種前浸泡楝樹種子萃取物，黑尾葉蟬取食長出來的秧苗，死亡率會增加。這些例子顯示印度楝萃取物具系統性作用。■