

藥用源植物的應用與害蟲防治的評價

葉士財

摘 要

一些已知的藥物源植物萃取物，可有效成爲生物防治製劑，經常被用來防治害蟲。傳統的商售產品，在印度以印度楝樹(*Azadirachta indica* A. Juss.)之葉及內含物，爲常見的藥用作物。其產品的功效，包括植物次生物質，葉和種籽之含水萃取物(5~10%)、種籽餅(每公頃 250 公斤)、植物原油(0.5~3%)或植物精油(3,000 ppm)已有效防治刺吸式的害蟲。近年來以植物爲基礎的殺蟲劑的開發，在喜馬拉雅山脈西部進行了 5 種藥用植物的殺蟲性能「小蘗枸杞屬(*Berberis lyceum*)、常春藤屬(*Hedera nepalensis* L.)、菖蒲屬(*Acorus calamus* L.)、花椒(*Zanthoxylum armatum*)、蜘蛛香(*Valeriana jatamansi*)」的評價，對一些重要的農業害蟲「黑豆蚜(*Aphis craccivora* Koch, 二點葉蟻(*Tetranychus urticae* Koch)和斜紋夜蛾(*Spodoptera litura* Fab, P), 小菜蛾(*lutella xylostella* L.)和棉鈴蟲(*Helicoverpa armigera* Hub)」等研究。發現精油的萃取物對菜豆黑豆蚜活性顯著的負相關。然而在 48 小時後，LC₅₀ 的範圍在 5~60 ppm, 與 24 小時接觸的化學農藥(樂果, 甲基巴拉松), 對黑豆蚜之 LC₅₀ 的範圍在 25~51 ppm。10,000 ppm 的甲醇萃取物，進行 17 科 22 種植物的樣品進行了測試，以評估對二點葉蟻，棉蚜(*Aphis gossypii* Glover), 桃蚜(*Myzus persicae* Sulzer), 溫室白粉蝨(*Myzus persicae* Sulzer)及桔全爪蟻(*Panonychus citri*)效果。在測試二點葉蟻，以合歡樟樹枝和窄葉火棘之萃取物，具有強有力的殺蟻活性。梔子、無花果、合歡樟樹枝中萃取物處理葉蟻。讓葉蟻取食，其產卵率在第 3 天顯著下降。雖然植物性殺蟲劑對特定害蟲是有效的，但對其他主要害蟲仍需施用農藥來防治。在開發中國家常不遵守施藥規定，始亂噴灑農藥，收穫後的農產品，仍舊檢測到超標的農藥殘留量。雖然植體採收後，製成芳香香氣產品，消費者噴布使用後，仍可以從空氣中檢測到農藥。因此在進口國家的嚴格標準下，農藥殘留量基準是一個重要的準則。雖然粗汁液製備極爲容易及便宜，且應該在害蟲管理策略中兼具環境保護，以提高全球藥用植物之價值。

前 言

自古以來，植物就是人類的食源及醫療的主要的材料，中國早於漢朝已有藥用植物供醫療，在印度五千年前就開始使用，其他在開發中國家和未開發的國家，以傳統為基礎的藥用植物為醫療品，自古以來在貧困社區已經普遍運用(Yaniv and Bacharach, 2005; Knete and Efferth, 2010; Yadaiah *et al.*, 2011)。就種類而言，在亞洲所利用的植物至少 6500 種、亞馬遜西北流域約 1,300 種、南美約 900 種(Farnsworth and Soejarto, 1991)。除了從野生植物中取得，種植的香辛類蔬菜和調味食品也是經常被使用的傳統藥物(Gahukar, 2011b)。藥用植物在森林多樣性中的維持也發揮了重要作用，然而現代休閒耕種技術，引進室內種植已成漸趨流行(Abbasi *et al.*, 2011)。原生植物在不同的生態系統的數量仍是未知數。僅在印度(Khare, 2008)，已經確定了超過 6,000 種藥用植物，並揭露其藥用效能時，所生產的最終產品為次生物質或生物活性成分，其副產物也是來自植物之代謝物質。他們大多是酚酸，黃酮類化合物和芳香族化合物(萜類化合物，甾類化合物，生物鹼和有機氰化物)。儘管有這些成分，藥用植物仍遭受害蟲(昆蟲、蟎類、線蟲)、真菌、細菌和病毒等所攻擊，而減少作物產量和品質，遭逢經濟損失，為其本身資材劣化所導致的(例如，根，葉，果實，花，樹皮，種子等)。各種化學組群的農藥，適宜施用於藥用作物，以減少害蟲的發生。然而，有毒農藥對環境和有益的動物的不利影響已有報導。有鑑於健康問題，藥用植物農藥已在粗製品、注射劑，煎劑，酏劑及精油上被發現。(Zuin and Vilegas, 2000)。芬芳族的植物農藥可反應在氮氧化物的降解烴上，如裡哪醇(linalool)、月桂烯(myrcene)、羅勒烯(ocimene)、花香香氣的也可以從空氣中被污染(McFrederick *et al.*, 2008)。如果不遵守規定，亂噴灑農藥，收穫前可能會殘留在植體上。對於醫藥產品的高附加價值和出口潛力，在當地製造業對於進口國家的嚴格標準和偏好無農藥的產品，農藥殘留量基準是一個重要的準則。此外，甚至在有機種植產品的零售市場，可以主導更優惠的價格。隔離或萃取，鑑定或合成，經調製的次生物質製劑，在害蟲管理研究上證明，植物衍生產品，在現有的種植制度上，可以有效替代化學合成的農藥。然而，要將此訊息散發在各種出版物和當地媒體，是不容易的。

內 容

商品化的植物源產品

印度楝(*Azadirachta indica* A. Juss.)，又稱印度楝樹、印度蒜楝、印度假苦楝、寧樹、印度紫丁香，楝科蒜楝屬植物，分布於印度、緬甸、孟加拉、斯里蘭卡、馬來西亞與巴基斯坦等亞洲亞熱帶、熱帶氣候地區，在灌木和樹木之間的種植，傳統用來製成印度楝葉萃取物(NLE)、(其葉片在阿育吠陀醫學裡用於治療皮膚疾病，楝樹籽萃取物(NSE)、苦楝仁萃取物(NSKE)、印楝餅(NC)和楝樹油(NO)等(Gahukar, 1995)，因為楝樹含有較高含量的次生物質，印楝素(AZ)為主要活性異構體，價格高，不容易與其他物質混合。有不同的作用機制(害蟲忌避劑、干擾交配之費洛蒙、生長抑制劑、產卵的阻嚇作用、拒食和致命的毒素)對害蟲進行了研究(Gahukar, 1995; Akhtar, 2000)。任一植物性產品，包括純次生物質可以賦予任何單一或多方面活性。目前，超過 50 種楝樹為基礎的商業製劑(主要是乳化濃縮液)配方技術進步，已在市場上出售(Gahukar, 1998)，在臺灣也有商品化的 4.5%印楝素乳劑 1,000 倍防治小菜蛾，苦楝雖無商品化產品，但可以防治一百多種昆蟲及數種葉蟊和線蟲，如玉米螟、葉蝨、毒蛾、果實蠅、根瘤線蟲、斑潛蠅、二點葉蟊、蚜蟲、粉介殼蟲、薊馬、粉蝨等，於蟲害發生初期，稀釋 1,000 倍，加入展著劑充分與水混合後開使噴灑，每隔 7 天噴灑一次，連續噴 3 次以上(陳文雄等 1997)。

蟲害防治研究

蚜蟲類

1. 印度醋栗及印度楝

在印度醋栗(*Emblia officinalis* Gaertn)，每個星期噴 0.045% NSKE (含有 1,500 ppm 的 AZ)，可以殺滅蚜蟲(*Schoutedenia emblica* Patel & Kulkarniwas)的種群(Sridhar, 2011)及防治棉花蚜蟲，例如棉蚜(*Plantago ovata* Fors.)，(半翅目：蚜科)(Patil *et al.* 2011)進行了田間試驗，丁基加保扶噴霧處理與 3 個楝樹產品(5% NSKE, 0.5% Godrej Achook 和 0.5% NO)進行比較。最初沒有任何的處理是非常有效的。10 天後的試驗比較，0.05% 丁基加保扶(25% 可濕性粉劑)處理後，顯著降低蚜蟲為害水平(每株植物平均蚜蟲 1.2 隻)、植物次級產物處理(每株植物平均蚜蟲 1.5 隻)和噴水對照(每株植物平均蚜蟲 1.8 隻)。因此，植物次級產物處理效果低於殺蟲劑處理。在另一個試驗中，各選 10 株的楝樹和紅莧菜(*Amaranthus*

cruentus L.)，以 5% 的萃取物加水噴施，可有效防治 40~60% 的蚜蟲數量 (Ramakrishna Mission, 2008)，另外，無花果葉和梔子果實的萃取物，對桃蚜和棉蚜有殺蟲的活性。在 2 年田間的生物學效果試驗，有 8 個化學合成的農藥和印楝產品(0.5% Margocide CK (20% 乳劑)，以(0.5% NO, 5% NSKE and 5% NLE)針對茴香(*Foeniculum vulgare* Mill)上的蚜蟲 *Hyadaphis coriandari* (DAS)評估(Jat *et al.*, 2009)，這些田間操作者轉述可降低蚜蟲種群 87%，增加種子產量(每公頃 15.38 公克)，也增加了成本效益比為 1:49，田間用 0.03% 樂果楝(30% 乳劑)處理，其楝樹衍生產品是最有效(每公頃 43~64% 的殺蟲效果，10~12 公克產量和 CB 比例為 1:2 -13)(Jat *et al.*, 2009)，顯然植物源產品有效防治蚜蟲類。

2. 植物性精油

精油中產生的各種萜類化合物對蚜蟲的毒性，其作用機制，阻止蟲體內代謝，擾亂攝食行為，降低孤雌生殖和抑制產卵等。在 48 小時防治蚜蟲的活性，類似油基殺蟲劑(丁子香酚 eugenol、百里酚 thymol 和苯乙基丙酸 phenethyl propionate 活性成分的混合物)已有成效(Isman, 2000 年)。近年來以植物為基礎的殺蟲劑的開發，在喜馬拉雅山脈西部進行了 5 種藥用植物的殺蟲性能(小檗枸杞屬 *Berberis lycium*、常春藤屬 *Hedera nepalensis* L.、菖蒲屬 *Acorus calamus* L.、花椒 *Zanthoxylum armatum*、蜘蛛香 *Valeriana jatamansi*)評價，對一些重要的農業害蟲(黑豆蚜 *Aphis craccivora* Koch，二點葉蟊 *Tetranychus urticae* Koch 和斜紋夜蛾 *Spodoptera litura* Fab, P，小菜蛾 *lutella xylostella* L.和棉鈴蟲 *Helicoverpa armigera* Hub)等研究，發現精油的萃取物對菜豆(*Phaseolus vulgaris*. L.)黑豆蚜活性顯著的負相關，然而在 48 小時後，LC50 的範圍在 5~60 ppm，與 24 小時接觸的化學農藥(樂果，甲基巴拉松)，對黑豆蚜之 LC50 的範圍在 25~51 ppm (Dhananjay Kumar Tewary *et al.*, 2005)，在臺灣植物性精油可加水稀釋 1,000~2,000 倍使用，每星期 1~2 次噴施蚜蟲。

一種複雜的混合物的化合物(酚類，黃酮類等)，這些化合物可產生自由氧自由基，如單線態氧(O₂)，基態分子氧(3O₂)，超氧陰離子(O₂⁻)，過氧化氫(H₂O₂)，以及氫過氧化(hydro-peroxy)，過氧化和羥基自由基，可能直接影響蚜蟲的生物 (Leszczynski *et al.*, 1999)。有些精油(Cuminum cyminum, Pimpella ansium, and Eucalyptus caladulensis)報導對防治棉蚜有效(Tuni and Shinkaya, 1998)，其他尚有

菖蒲和蜘蛛香的精油對豇豆蚜蟲(*A. craccivora*)有效果。因此在植物性精油之開發，具有相當之潛力。

蟎類防治

在蟎類之防治上，薄荷、合歡樟、窄葉火棘、山茶花種子萃取物及日本女貞等，皆有防治效果，如以 5% 的薄荷 *Mentha arvensis* DC var. *piperascens* Holmes 萃取液噴施在印度藥用植物上，引起的蟎類的死亡率為 100%；酢醬草岩蟎 *Petrobia harti* (Ewing) 在二斑葉酢漿草(酢漿草 *Oxalis corniculata* L.) 上；*Tetranychus macfarlanei* Baker & Pritchard (Tetranychidae)(蟎) 在南非醉茄上；加州短鬚蟎 *Brevipalpus californicus* (Banks)(Tenuipalpidae 細鬚蟎科) 在薄荷(*Mentha spicata* L.) 上，皆有相關文獻(Ramakrishna Mission, 2008)。在印度棟種植園，5% 大蒜(*Allium sativum* L.) 球莖萃取液，可驅離 80% 二點葉蟎 *Tetranychus urticae* Koch (Tetranychidae) 效果(Ramakrishna Mission, 2008)。取中國喜瑪拉雅山脈藥用源植物，以 10,000 ppm 的甲醇萃取物，進行 17 科 22 種植物進行了測試，以合歡樟樹枝和窄葉火棘之萃取物，具有強有力的殺二點葉蟎能力，不僅殺蟎，如以梔子、無花果、合歡樟樹枝中萃取物處理葉蟎，其產卵率在第 3 天也顯著下降(Dhananjay Kumar Tewary *et al.*, 2005)。殺其他種類的葉蟎也有報導，以日本茶花種子，合歡樟梢和葉、毛茛葉和根、魚腥草葉萃取物，具有殺柑橘全爪蟎活性。因此利用植物源的組織萃取液來防治蟎類，仍有發展空間。

其他害蟲防治

植物性殺蟲劑在臺灣及中國已普遍利用，例如菸葉主要用於防治蚜蟲、蝸牛、浮塵子、薊馬、潛葉蠅和線蟲等。除蟲菊主要用於防治蚜蟲、葉蚤、薊馬、果實蠅、穀類甲蟲、浮塵子、金龜子、螞蟻、象鼻蟲、蛾類、蟋蟀、蒼蠅、蚊子、蟑螂、衣魚、床虱、蜂等。魚藤主要用於防治蚜蟲、甲蟲、象鼻蟲、葉蚤、菜心螟、小菜蛾、尺蠖、紋白蝶、薊馬、玉米螟、浮塵子、果實蠅、潛葉蠅、捲葉蟲等。苦茶粕可用於防治蝸牛類、樟腦油防治果實蠅時，可加於糖醋液、木醋液、夏油、煤油等、茶屬植物的果實中提之茶皂素具殺蟲能力、蒜精可防治蚜蟲、鱗翅目幼蟲、介殼蟲、薊馬、果實蠅、潛葉蠅、浮塵子、甲蟲、葉蟎；衛生害蟲：蚊、蠅及螞蟻(陳文雄等 1997) 及在中國用大黃防治酸模葉甲的為害等。國外也有報導，例如 Ravikumar *et al.* (2008b) 的報告，當(3%) 的厩肥混合物(每公頃 12.5 公噸) 和生

物肥料 Azophos (固氮螺菌+解磷)(每公頃 2 公斤)被混併入每公頃 1,000 公斤的土，在印度人參(*Withania somnifera* (L.))被粉介殼蟲 *Coccidohystrix insolitus* 的(綠色)(半翅目：Pseudococcidae)為害量顯著降低。為了預防南非醉茄粉介殼蟲，Ravikumar *et al.* (2008a)加入混合物的 NC+FYM+Azophos，如上面提到的，並記錄在植物受害情形，較小的粉介殼蟲飼育區和蟲卵，會減少 69.8%。無花果葉的甲醇萃取物對溫室白粉蝨具有殺蟲活性。在印度已利用長刺天門冬(*Asparagus racemosus* L.)、七層塔 *Ocimum gratissimum* (L.)分離的萃取液或萬壽菊(*Tagetes erecta* L.)萃取液，可完全抑制燕尾蝴蝶 *Pachliopta aristolochiae* F. (鱗翅目：鳳蝶科)卵的孵化(Ramakrishna Mission, 2008)。在尤加利(*Eucalyptus* sp.)的幼株 4 年連續試驗，噴灑 0.3%AZA 的印度棟(0.03 乳劑)可使姬小蜂 *Leptocybe invasa* (膜翅目：姬小蜂科)的發生率最低(Kavithakumari *et al.*, 2009)。其他藥用植物的害蟲防治如表 1 所述。

目前的研究需要和觀點

在熱帶有一群半乾旱和濕潤地區的原生植物群，特別是此群原生植物用於世界各地的醫療，但僅少數用在藥用植物防治上。例如番荔枝 *Annona squamosa* L、*A. racemosus* Wild、過長沙 *Bacopa monnieri* (L.) Pennell、大賴草野生蘆筍 *Asparagus adscendens* Roxb、顛茄屬 *Atropa belladonna* Linn、沒藥 *Commiphora wightii* (Arn.) Bhandari、穿心蓮 *Andrographis paniculata* (Burm.) Wall ex Nees、菖蒲 *Acorus calamus* L、大青 *Clerodendron serratum* (L.) Moon、積雪草 *Centella asiatica* (L.) Urban、肉桂塔、*Cinnamomum tamala* Nees & Ebern 等。植物的防禦素分佈在所有的生物類群中，是植物長期與病蟲及環境中鬥爭進化而來的，也是自身防禦體系的重要組成分。大部分防禦素與其他蛋白質一樣，由基因編碼，可經基因工程技術開發生產。在印度藥用植物抵禦病蟲害，其香辛類植物產品是有效的，但其植物衍生產品至今尚未經過測試(Gahukar, 2011b)。最近推出的高產之中國人參、三七 *Panax quinquefolus* L、蘆薈作為藥用，研究和推廣的制定，有利於有害生物的管理策略，在生產清潔，無農藥的原料材料，在零售市場和增加出口業，可獲取更高的利潤。也有植物性產品，在原生植物性農藥的資源，為提供豐富的加工業應用。因此，結合藥用植物在森林生態系統中，可能有助於保護生物多樣性，並完成良好的生態蟲害管理(Raina and Mehta, 2011)。

表 1.藥用植物的害蟲管理

植物種類	主要次生物質	植物產品	學名	害蟲	參考文獻
大蒜(石蒜科)	大蒜素, 二烯丙基硫醚, 硫代亞硫酸鹽, 烯丙基半胱氨酸亞砷	鱗莖萃取物, 芳香性揮發油 (鱗莖)	<i>T. urticae</i>	二點葉蟊	Ramakrishna Mission (2008)
印楝(楝科)	印楝素	種仁萃取物	<i>A. gossypii</i>	棉蚜	Ramakrishna Mission (2008);
			<i>U. sentis</i>		Patil <i>et al.</i> (2011)
			<i>M. persicae</i>	桃蚜	
			<i>S. emblica</i>		Sridhar (2011)
			<i>C. rauvolfiae</i>		Arumugam <i>et al.</i> (2010)
			<i>H. coriandari</i>		Jat <i>et al.</i> (2009)
		種仁油	<i>A. gossypii</i>	棉蚜	Patil <i>et al.</i> (2011)
		專利產品	<i>A. gossypii</i>	棉蚜	Patil <i>et al.</i> (2011)
<i>H. coriandari</i>			Jat <i>et al.</i> (2009)		
<i>L. invasa</i>	藍桉姬小蜂		Kavithakumari <i>et al.</i> (2009)		
芥菜(雪裡蕪)(十字花科)	異硫氰酸丙烯, 十二(烷)酸苄酯苯基酯, 蘿勒烯, L-金合歡烯	種子餅	<i>U. sentis</i>		Ramakrishna Mission (2008)
			<i>M. persicae</i>	桃蚜	Ramakrishna Mission (2008)
薑黃(薑科)	芳姜黃酮, 薑黃素、I, II, III, ar-芳姜黃酮	芳香性揮發油 (根莖)	<i>P. azadirachtae</i>	紅珠鳳蝶	Fathima <i>et al.</i> (2009)
肉荳蔻(肉荳蔻科)	苧烯(檸檬烯), 香葉醇, 增效烯	芳香性揮發油 (種子)	<i>P. azadirachtae</i>	紅珠鳳蝶	Fathima <i>et al.</i> (2009)
毛葉丁香羅勒(唇形科)	氧化態之碳氫化合物	葉萃取物	<i>P. aristolochiae</i>	紅珠鳳蝶	Ramakrishna Mission (2008)
萬壽菊(菊科)	萜烯酮, 葉黃素, 噻吩	花萃取物	<i>P. aristolochiae</i>	紅珠鳳蝶	Ramakrishna Mission (2008)

新的藥用植物用於害蟲監測

昆蟲以口器刺吸植物組織中之汁液，其分泌之蜜露尚會影響作物光合作用，但也可因分泌物的多寡來判斷害蟲密度，例如在新的有害生物的記錄包括 cow bug *Oxyrachis tarandus* F. (角蟬一種) (Sharma and Patil, 2011b) 斑點的瓢蟲(茄二十八星瓢蟲) *Henosepilachna vigintioctopunctata* (F.) (Sharma and Patil, 2011a) 和芒果的粉狀草履芒果苔 *Drosicha mangiferae* (Green) (Bhagat, 2004) 在南非醉茄，大利亞黃剛毛蚜 *Schoutedenia lutea* van der Goort 在印度醋栗(Garg and Patel, 2010)，沫蟬之嗜菊短頭脊沫蟬 *Poophilus costalis* Walker 常見在薰衣草(*Lavendula angustifolia* Mill) (Saini et al., 2011)，象鼻蟲 *Cionus hortulans* Geoffroy 在毛蕊花屬毛蕊花 *Verbascum thapsus* L. (Azam et al., 2009a)；大肚象 *Xanthochelus faunus* Oliv. 在 *Saussurea heteromalla* (D. Don) Hand-Mazz (雪蓮一種)(Azam et al., 2009b)，香菸甲蟲之菸草甲 *Lasioderma serricorne* Fb. (Dimetry et al., 2004) 和劍尾蝴蝶玉帶鳳蝶 *Papilio polytes* L. 上之馬兜鈴 *Aristolochia indica* L. (Mondal et al., 2004) 等。因此在農業生態系統的有害生物種群動態和病害流行，定期的觀察和監測，可以揭示害蟲帶來經濟損失的重要性 (Mitra and Biswas, 2002; Blum et al., 2010; Garg, 2011; Tara et al., 2011)。

植物產品的生物效力

植物產品具殺蟲效力，又稱生物農藥，係指非化學合成，來自天然的化學物質或植物體，而具有農藥的作用。來植物性的油類 *P. pinnata* (L.)，皮埃爾(Pierre) 生物農藥。最近，*Melia dubia* Hiern non Cav. (苦楝品種) 及 *M. indica* Gmel. (苦楝品種) 等製備的種子萃取液，已被用於在作物保護。已發現萃取液、有機溶劑、種子油、楝餅產品和專利產品為基礎上的次生物質(特別是印楝素)，對害蟲(刺吸式昆蟲、食葉、莖、果的蛀蟲、食花)及葉面病害等糧食作物的生物效力，等於或優於化學合成的農藥，諸如，穀物(Gahukar, 2007a)，豆類(Gahukar, 2005)，(Gahukar, 2007)、蔬菜(Gahukar, 2007b)、油籽(Gahukar, 2008b)、水果(Gahukar, 2008c)、棉花(Gahukar, 2000)、甘蔗(Gahukar, 2008a)、林業(Gahukar, 2010)等。在某些情況下，植物產品的效果是無效的或低於合成效果。在花卉栽培上，油紅豆 *P. pinnata*，苦楝餅和商業印度楝產品的防治，主要用於偶發性的害蟲(Gahukar, 2011a)。因此，對開發生物效力的產品是令人振奮的，但在某些領域的實驗，數據仍舊缺乏。

藥用源產品對人類健康及生物之安全性考量

藥用源植物在栽培過程中，受到昆蟲的為害，經取食及為害根、莖、葉、花、果實和種子，造成機械性損傷，因此在防治時多數使用農藥，如何降低農藥污染為之當務。植物產品含有農藥殘毒經與水稀釋後，噴施於空氣中，可能會受到污染。如施用在土壤中，移動性速度快或與土壤離子結合，其殘留量降低。有些植物產品是系統性藥劑污染，經植體脫水、乾燥處理，其實影響不大。因此在某些國家已建立了農場操作者和消費者的安全性制度，農產品也可用於醫藥製造和蟲害防治(Gahukar, 1995; Trumble, 2002)。急性毒性和慢性毒性對植物產品影響也透明化，包括解毒方式、使用標籤、毒理等，並註明保存年限。但在某種情況下，意外中毒是常見的，常發生於未開發的國家，主要是在文盲、使用認知錯誤、醫者錯誤的推薦及劣質的防護設備等(Forget *et al.*, 1993)。因此，有新的化學合成的農藥競爭，如新菸鹼類殺蟲劑(益達胺、亞滅培、達特南、賽速安、可尼丁)和微生物(蘇力菌、黑殭菌、白殭菌)中更安全之化學物質，除此之外，例如合成除蟲菊(第滅寧、賽洛寧、亞滅寧、畢芬寧、芬化利)、新菸鹼類衍生物(氟尼胺)、昆蟲脫皮抑制劑(得芬諾、二福隆)等皆有成效。已在所屬管理機關登記，臺灣以農藥所公告的植物保護手冊，日本則登錄於厚生勞動省所公告的農藥殘留量，可保障操作者及消費者的安全性。

另外藥用源植物在收穫、採集或調製的過程中，也有可能發生中毒，例如，苦楝種子，不是在適宜的時間採集，並未貯藏於乾燥、通風的地方，而吸引了腐生真菌，曲霉 *Aspergillus* spp. (Gahukar, 1995)。如果萃取物製成的種籽噴到農場操作者，有致毒的可能性，嚴重影響操作者的健康。如某些生物鹼，尼古丁經皮膚吸收，類似於化學品引起的中毒症狀。迅速純化的植物精油萜類成分對哺乳動物的毒性較為溫和(Isman, 2000)。在印度和馬來西亞貧窮的社區，雖然純化印度楝油被認為是安全的治療方式，並在阿育吠陀 Ayurvedic 的商品出售，由於粗糙印楝油攝入人體中毒有被報導(Sinniah *et al.*, 1981; Dhongale *et al.*, 2008)。

在不同的農業氣候區，農作物害蟲的天敵(掠食性動物，寄生蜂，內生病原真菌)會受到天然植物產品不利的影響。例如，草蛉 *Chrysopa carnea* (Stephens) 延長幼蟲發育周期，可取自 NSKE (5%)或 1,500 ppm 的 Neemark、AZ 產品 5 毫升(More *et al.*, 2005)，長春花 *C. roseus* L.或細葉桉 *Eucalyptus tereticornis* Sm 的萃取物(5%)

等 (Alagar and Sivasubramanian, 2007)· 娃氏楝 *Melia volkensii* Gurke 對捕食甲蟲(瓢蟲)半致死率，其形態異常和幼蟲期延續的影響(Reveling and Ely, 2006)。 *A. squamosa* 種子、苦楝產品 Nimbecidine 的萃取液(>5%)，在一隻赤眼蜂成蟲羽化(>0.003%)，降低了寄生顯著水平。石井螟黃赤眼蜂 *Trichogramma chilonis* Ishii 和螟黃足盤絨繭蜂 *Cotesia flavipes* (Cameron)的主要寄生甘蔗和穀類之鑽蛀性螟蟲 (Singh, 2007)。楝樹油作為接觸農藥，導致二化螟成蟲 *T. chilonis* (Raguraman and Singh, 1999) 50%的死亡率。在實驗室，一個重要的有益的白殭菌 *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill 之分生孢子萌發，受到 NSKE (5%)的影響，綠殭菌 *Nomuraea rileyi* (Farlow)是可防治 *Spodoptera* spp. (夜蛾科)甜菜屬的幼蟲(Devi and Prasad, 1996)· 印楝油和 NSKE 對綠殭菌成長是不利的。如菖蒲 *O. sanctum* L.、大蒜 *A. sativum* L.、*A. calamus* L.或蒺藜 *Tribulus terrestris* L.的萃取液(5%)，(Devaprasad *et al.*, 1989)。楝樹油(2%)會減少蜜蜂 *Apis indica* Fb 覓食芥菜花粉的數量(Panda *et al.*, 1990)，印楝內核(0.4%)萃取液，對食蚊魚屬 *Gambusia* sp.魚類和以取食害蟲的蝌蚪會引起毒害(Attri and Ravi Prasad, 1980)。噴施含有 NO (Tripathi, 1998)、大蒜油(Malhi and Kaur, 2000)或糖漿混合印楝衍生產品和 AZ (Naumann *et al.*, 1994)可擊退覓食的蜜蜂和其他授粉昆蟲。因此，存在於森林和其他棲息地，直接或間接地對益蟲的作用需要深入研究。在未來，這是必要的，建議那些植物產品可有效抵禦病蟲害，和對環境、天敵種群的安全性。

在世界上所自行研發的植物性殺蟲產品與法律環節

從植物材料提取之粗製品，一般不包含活性成分，所需的數量讓田間操作者承擔風險，這種農藥材料應用於部分害蟲的防治。然而曾經大雨洗掉噴施的萃取液、對滯留高溫的敏感性，易於陽光分解等情況(Gahukar, 1998)。因此，農作物不能在炎熱的天氣噴施，和重複的施藥處理。通常農民都不願意使用自製的產品，由於緩效性、展著不佳的情形，為了減少農藥殘毒的污染和喜歡在當地市場“準備使用”的配方，因為不需自行再調製。因此，非法自製的農藥商盛行於低收入的國內地區，因為當地的植物資材是農民全數免費提供的，農民可以隨意與農藥商交換粗萃取物，因為沒有特殊的技術及超額花費。

如果農民在自製產品備，也不會去檢查原料的品質，也沒有保存期限問題。此外，貧窮的農民買不起昂貴的化學農藥，未知的有害生物種群在防治的經濟門

檻下，農民尚可噴這些產品作為預防措施。棟樹油是用在農作物保護，也用於製成肥皂、傳統醫藥和藥品，這就造成原材料的競爭和非法貿易的發生。同樣，用於蟲害防治的植物精油、香料和調味料，在一些國家的食品和飲料銷售業者，獲豁免登記(Isman, 2000)，農民為了噴灑這些藥用植物的產品，這個機制助長供應商出售次級/低品質的植物油。因而在嚴格遵循最佳產品的活性成分，及產品驗證，需要從鄉村層面做起。由於非法生產的產品的的小村莊，在當地市場銷售，生產未註冊的自製產品；在拉丁美洲生產的山寨產品規模小，植物精油和萃取物分布在該地區。在非洲，當地的植物產品，從幾戶人家已對害蟲的生物活性防治，僅有一部分已經得到科學驗證(Odeyemi *et al.*, 2008)。與此相反，生物農藥除蟲菊來自於非洲和澳大利亞；魚藤酮在拉丁美洲；印度棟來自印度、美國及拉丁美洲；*A. cepa* 在巴西，*P. pinnata* 與 *M. indica* 在印度已經被註冊，並且只有在授權的商店出售。因此農民從事藥用植物栽培、植物材料的收集及貯存的正確方法應接受培訓，植物油的籌備工作，強調以出口為導向的生產，同時考慮到經濟和生態安全效益。在未來十年內，某些國家的有機藥用植物產品關鍵在於缺乏立法(Zuin and Vilegas, 2000)。農場公告藥用植物栽培上的病蟲害訊息，在世界各地肯定有助於防治策略(Perju and Oltean, 2002; Banjo *et al.*, 2006; Garber and Meyer, 2008)。

結 論

藥物源植物萃取物作為生物防治，經常被用來防治害蟲。農民從事藥用植物栽培，應接受培訓，從植物材料的收集及貯存，需正確的處理，植物性油的籌備工作，強調以出口為導向的生產，同時考慮到經濟和生態效益。在未來十年內，某些國家的有機藥用植物產品關鍵在於缺乏立法(Zuin and Vilegas, 2000)。在《歐洲有機法案》則規定有機農業植物和植物源產品的生產必須符合生產規程並進行有效監控、農場公告藥用植物栽培上的病蟲害訊息，在世界各地肯定有助於防治策略(Perju and Oltean, 2002; Banjo *et al.*, 2006; Garber and Meyer, 2008)，在未來對健康的為害，從材料到最終產品，因防治害蟲而施藥，可能受到農藥的污染，特別是從技術層面的認知、施藥管理及殘毒檢測，做好定期追蹤才是必要的。

參考文獻

1. 陳文雄等 1997 病蟲害防治資材 p.60-65 農作物有機栽培成果發表會專刊 臺灣省臺南區農業改良場編印。
2. Akhtar, M. 2000. Nematicidal potential of the neem tree, *Azadirachta indica* (A.) Juss. Integr. Pest Manage. Rev. 5: 57-66.
3. Alagar, M. and P. Sivasubramanian 2007. Influence of botanicals and pesticides on predatory potential and biology of *Chrysopa carnea* Stephens. Indian J. Entomol. 69: 117-121.
4. Arumugam, T., V. Premalashmi and M. Theradimani 2010. Effect of biopesticides, organic amendments and chemicals on the incidence of leaf spot (*Cercospora rauwolfiae*) in sarpagandha. Green Farm. 1: 633-635.
5. Attri, B. S. and G. Ravi Prasad 1980. Neem oil extractive: an effective mosquito larvicide. Indian J. Entomol. 42: 371-374.
6. Ayyangar, G. S. G. and P. J. Rao 1989. Azadirachtin effects on consumption and utilization of food and midgut enzymes of *Spodoptera litura* (Fabr.). Indian J. Entomol. 51: 373-376.
7. Azam, M., J. S. Tara, S. Ayri, M. Feroz and V. V. Ramamurthy 2009a. Bionomics of *Cionus hortulans* Geoffroy (Coleoptera: Curculionidae): a weevil pest of medicinal plant, *Verbascum thapsus* (Hairy Mullein). Indian J. Entomol. 71: 339-343.
8. Azam, M., J. S. Tara, S. Ayri, M. Feroz and V. V. Ramamurthy 2009b. Bionomics of weevil, *Xanthochelus faunus*: a pest of medicinal plant (snow lotus), *Saussurea heteromalla*. Indian J. Agric. Sci. 79: 1050-1053.
9. Banjo, A. D., O. A. Lawal and S. A. Aina 2006. Insects associated with some medicinal plants in south-western Nigeria. Wld. J. Zool. 1: 40-43.
10. Bhagat, K. C. 2004. Mango mealy bug, *Droschia mangiferae* (Green) (Margarodidae: Hemiptera) on ashwagandha: a medicinal plant. Insect Environ. 10: 14.

11. Blum, H., U. Meyer and R. Schmidt 2010. Inquiry about the occurrence of pests and diseases on medicinal and aromatic plants in Germany. *Zeit. Arznei Gewurzpfl.* 15: 182-187.
12. Devaprasad, V., S. Jayaraj and R. J. Rabindra 1989. Effect of certain botanicals on the conidial germination in *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. *J. Biol. Contr.* 3: 133.
13. Devi, P. S. and Y. G. Prasad 1996. Compatibility of oils and antifeedants of plant origin with the entomopathogenic fungus *Nomuraea rileyi*. *J. Invertebr. Pathol.* 68: 91-93.
14. Dhananjay, K. T., A. Bhardwaj and A. Shanker 2005. Pesticidal activities in five medicinal plants collected from mid hills of western Himalayas. *Industrial Crops and Products* 22: 241-247.
15. Dhongale, R. K., S. G. Kawade and R. S. Damle 2008. Neem oil poisoning. *Indian Pediatrics* 45: 56-58.
16. Dimetry, N. Z., A. A. Barakat, H. E. El-Metawally, E. M. E. Risha and A. M. E. A. El-Salam 2004. Assessment of damage and losses in some medicinal plants by the cigarette beetle (*Lasioderma serricorne* F.). *Bull. Nat. Res. Centr. Cairo* 29: 325-338.
17. Kim, D. I., J. D. Park, S. G. Kim, H. Kuk, M. S. Jang and S. S. Kim 2005. Screening of Some Crude Plant Extracts for Their Acaricidal and Insecticidal Efficacies *Asia-Pacific Entomol.* 8(1): 93 -100.
18. Dubey, R. and A. K. Pandey 2007. *Revenelia aloii* sp. nov.: a new rust pathogen of *Aloe vera* in plains of India. *J. Mycol. Plant Pathol.* 37: 495-496.
19. Farnsworth and Soejarto 1991. Global importance of medicinal plants. In Akerele, Heywood and Syngé eds., *Conservation of Medicinal Plants*. Cambridge Univ. Press, Cambridge. p.25-52.
20. Fathima, S. K., S. Bhat and K. Girish 2009. Efficacy of some essential oils against *Phomopsis azadirachtae*: the incitant of die-back of neem. *J. Biopesticides* 2: 157-160.
21. Forget, G., Goodman, T., Villiers, A. (Eds.), 1993. *Impact of Pesticide Use on Health in Developing Countries*. Int. Dev. Res. Centre, Ottawa, Canada, p. 335.

22. Gahukar, R. T. 1995. *Neem in Plant Protection*, first ed. Agri-Horticultural Publishing House, Nagpur, India, 95 pp.
23. Gahukar, R. T. 1998. Commercial and industrial aspects of neem-based pesticides. *Pestology* 22: 5-41.
24. Gahukar, R. T. 2000. Use of neem products/pesticides in cotton pest management. *Int. J. Pest Manage.* 46: 149-160.
25. Gahukar, R. T. 2005. Plant-derived products against insect pests and plant diseases of tropical grain legumes. *Int. Pest Contr.* 47: 315-318.
26. Gahukar, R. T. 2007a. Indigenous plant-derived products for pest management in cereal crops in India. *J. Entomol. Res.* 31: 129-136.
27. Gahukar, R. T. 2007b. Botanicals for use against vegetable pests and diseases: a review. *Int. J. Veg. Sci.* 13: 41-60.
28. Gahukar, R. T. 2008a. Pest management in sugarcane using indigenous plant products in India. *Indian J. Sugarcane Technol.* 23: 51-55.
29. Gahukar, R. T. 2008b. Management of pests and diseases of oilseed crops in India using indigenous plant products. *Outlook Agric.* 37: 225-232.
30. Gahukar, R. T. 2008c. Role of plant products in pest management of tropical fruit crops. *J. Insect Sci.* 21: 1-10.
31. Gahukar, R. T. 2010. Bioefficacy of indigenous plant products against pests and diseases of Indian forest trees: a review. *J. For. Res.* 21: 231-238.
32. Gahukar, R. T. 2011a. Use of neem and plant-based biopesticides in floriculture: current challenges and perspectives. *J. Hortic. Sci. Biotechnol.* 86: 203-209.
33. Gahukar, R. T. 2011b. Use of indigenous plant products for management of pests and diseases of spices and condiments: Indian perspective. *J. Spices Arom. Crops* 20: 1-8.
34. Garber, U. and U. Meyer 2008. Pests and diseases guidelines for medicinal and aromatic plant cultivation. *Zeit. Arznei Gewurzpfl.* 13: 191-194.
35. Garg, V. K. 2011. Status of insect pests of Indian gooseberry, *Emblica officinalis* Gaertn. *J. Insect Sci.* 24: 304-306.

36. Garg, V. K. and Y. Patel 2010. A new aphid, *Scoutedenia lutea* van der Goot infesting aonla, *Emblica officinalis* Gaertn. Indian For. 136: 557-558.
37. Girish, K. and S. S. Bhat 2008. Phomopsis azadirachtae: the die-back of neem pathogen. J. Biol. 4: 112-119.
38. Hussain, M. A., T. Mukhtar and M. Z. Kayani 2011. Efficacy evaluation of *Azadirachta indica*, *Calotropis procera*, *Datura stramonium* and *Tagetes erecta* against root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*. Pakistan J. Bot. 43 (Special issue), 197-204.
39. Isman, M. B. 2000. Plant essential oils for pest and disease management. Crop Prot. 19: 603-608.
40. Jat, B. L., R. K. Choudhary and K. C. Kumawat 2009. Bioefficacy and economics of newer insecticides and neem products against aphid, *Hyadaphis coriandari* (Das) on fennel. Indian J. Entomol. 71: 133-136.
41. Kavithakumari, N., A. S. Vastrad, K. B. 2009. Evaluation of insecticides for the management of eucalyptus gall wasp, *Leptocybe invasa* Fisher & La Salle. Indian J. Entomol. 71: 267-269.
42. Khare, C. P. 2008. Indian Medicinal Plants: an Illustrated Dictionary, first ed. Springer-Verlag, 900 pp.
43. Koul, O. 2008. Phytochemicals and insect control: an antifeedant approach. Crit. Rev. Plant Sci. 27: 1-24.
44. Malhi, C. S. and T. Kaur 2000. Repellents in wildlife management: a review. Pestology 24: 50-59.
45. McFrederick, Q. S., J. C. Kathilankal and J. D. Fuentes 2008. Air pollution modifies floral scent trails. Atmos. Environ. 42: 2336-23348.
46. Mitra, B. and B. Biswas 2002. Insects of aswagandha in South 24 Paraganas, West Bengal. Insect Environ. 8: 122.
47. Mondal, S., R. Ray and N. Ghorai 2004. Note on bionomics of a butterfly, *Papilio polytes*, on *Aristolochia indica* from West Bengal. Bionotes 6: 23.
48. More, S. A., G. B. Kabre and Y. S. Saindane 2005. Effect of various insecticides on larval period of *Chrysopa carnea* (Stephens). J. Insect Sci. 18: 111-113.

49. Naumann, K., R. W. Currie and M. B. Isman 1994. Evaluation of repellent effects of a neem insecticide on foraging honeybees and other pollinators. *Can. Entomol.* 126: 225-230.
50. Odeyemi, O. O., P. Masika and A. J. Afolayan 2008. A review of the use of phytochemicals for insect pest control. *Afr. Plant Prot.* 14: 1-7.
51. Panda, P. N., J. Padhi, U. K. Nanda and B. Senapati 1990. Pesticides and honeybees. *Orissa J. Agric. Res.* 3: 291-294.
52. Patil, S. J., B. R. Patel and R. K. Chaudhari 2011. Efficacy of synthetic and botanical insecticides against aphid, *Aphis gossypii* Glover in isabgol crop. *Pestology* 35: 32-34.
53. Perju, T. and I. Oltean 2002. The pests of flowers, fruits and seeds of medicinal and aromatic plants. *Bull. Univ. Stiinte Agric. Med. Vet. Cluj. Napoka Ser. Agric.* 57: 146-151.
54. R. T. Gahukar 2012. Evaluation of plant-derived products against pests and diseases of medicinal plants. *Crop Protection* 42: 202-209.
55. Raguraman, S. and R. P. Singh 1999. Biological effects of neem (*Azadirachta indica*) seed oil on an egg parasitoid, *Trichogramma chilonis*. *J. Econ. Entomol.* 92: 1274-1280.
56. Raina, R. and T. S. Mehta 2011. Scope of re-incorporation of selected medicinal plants in forest ecosystems. *Indian For.* 137: 840-846.
57. Ramakrishnan, S. and T. Senthilkumar 2009. Non-chemical management of root knot nematode in ashwagandha (*Withania somnifera* Dunal) and senna (*Cassia angustifolia* Vahl.). *Indian J. Nematol.* 39: 170-174.
58. Ravikumar, A., R. Rajendran, C. Chinniah, S. Irulandi and R. J. Pandi 2008a. Induction of resistance through organic amendments for the management of spotted leaf beetle, *Epilachna vigintioctopunctata* Fab. on aswagandha. *J. Biopesticides* 1: 23-27.
59. Ravikumar, A., R. Rajendran, C. Chinniah, S. Irulandi and R. J. Pandi 2008b. Evaluation of certain organic nutrient sources against mealy bug, *Coccidohystrix*

- insolitus (Green) and the spotted leaf beetle, *Epilachna vigintioctopunctata* Fab. On aswagandha, *Withania somnifera* Duval. J. Biopesticides 1: 28-31.
60. Reveling, G. and S. O. Ely 2006. Side effects of botanical insecticides derived from Meliaceae on coccinellid predators of the date palm scale. Crop Prot. 25: 1253-1258.
61. Saini, M. S., N. Razak and I. Ahmad 2011. *Poophilus costalis* Walker (Hemiptera: Cercopoidea: Aphrophoridae): a possible constraint to commercial exploitation of *Lavendula angustifolia* Mill in Kashmir Himalaya with affinity for C3 photosynthetic plants. J. Med. Plant Res. 5: 2278-2282.
62. Seenivasan, N. 2011. Bioefficacy of anti-nemic plants against root-knot nematode in medicinal coleus. J. Ecofriendly Agric. 6: 92-96.
63. Sharma, A. and P. K. Patil 2011a. First record of 28-spotted ladybird beetle, *enosepilachna vigintioctopunctata* (F.) infesting *Withania somnifera* (L.) Dunal in Punjab province of northern India. Pest Technol. 5: 91-92.
64. Sharma, A. and P. K. Patil 2011b. First record of *Withania somnifera* (L.) Dunal, as a new host of cowbug (*Oxyrachis tarandus* Fab.) in plains of Punjab, northern India. Wld Appl. Sci. J. 14: 1344-1346.
65. Sharma, J. R., P. K. Amrate and B. S. Gill 2010c. Leaf soft disease of *Aloe barbadensis* and its management. J. Res. Punjab Agric. Univ. 47: 22-24.
66. Sharma, J. R., G. S. Cheema, S. S. Saini and B. S. Gill 2010a. Soft rot disease of *Aloe barbadensis* and its management. J. Res. Punjab Agric. Univ. 47: 18-19.
67. Sharma, J. R., P. Singh, S. S. Saini and B. S. Gill 2010b. Root rot of safed musali (*Chlorophytum borivillianum*) and its management. J. Res. Punjab Agric. Univ. 47: 20-21.
68. Sharma, P. and R. Pandey 2009. Biological control of root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* in the medicinal plant, *Withania somnifera* and the effect of biocontrol agents on plant growth. Afr. J. Agric. Res. 4, 564-567.
69. Sidhu, O. P., K. Vishal and H. M. Behl 2004. Variability in triterpenoids (nimbin and salanin) composition of neem among different provenances of India. Ind. Crops Prod. 19: 69-75.

70. Singh, M. R. 2007. Effect of biopesticides on *Trichogramma chilonis* Ishii and *Cotesia flavipes* Cameron: parasitoids of borer pests of sugarcane. *Indian J. Entomol.* 69: 218-220.
71. Sinniah, D., G. Bhaskaran, B. Vijayalakshmi and N. Sundarvelli 1981. Margosa oil poisoning in India and Malaysia. *Trans. Royal Soc. Trop. Med. Hyg.* 75: 903-904.
72. Sridhar, Y. 2011. Field evaluation of different insecticides against aonla aphid, *Schoutedenia emblica*. *Indian J. Plant Prot.* 39: 35-37.
73. Srivastava, K. K., P. K. Gupta, Y. C. Tripathi and R. Sarvate 1997a. Antifungal activity of plant products on spermatophyte fungi of *Azadirachta indica* (Neem) seeds. *Indian For.* 23: 157-161.
74. Tara, J. S., M. Sudan and B. Sharma 2011. A report on the occurrence of insect pests on *Zanthoxylum armatum* DC. (Family: Rutaceae): an important medicinal plant in Jammu region. *Bioscan* 6: 223-228.
75. TFRI 2010. Tropical Forest Research Institute, Jabalpur, M.P., India; Report no. 129/ TFRI-2008/Patho-1(13).
76. Tripathi, Y. C. 1998. Neem: a versatile gift of nature. *Everyman's Sci.* 33, 55e61.
77. Trumble, J. T., 2002. Caveat emptor: safety considerations for natural products used in arthropod control. *Am. Entomol.* 48: 7-13.
78. Yadaiah, G., P. Joshi and B. Oza 2011. Traditional knowledge of wild medicinal plants of Baria forest division, Dahod district, Gujarat state. *Indian For.* 137: 812-821.
79. Yaniv, Z., Bacharach, U. (Eds.), 2005. *Handbook of Medicinal Plants*. Food Products Press & Haworth Medical Press, Bringhamton, New York, USA, p. 336.
80. Zuin, V. G. and J. H. Y. Vilegas 2000. Pesticide residues in medicinal plants and hytomedicines. *Phytotherapy Res.* 14: 73-88.