

植物源忌避物質在生物防治上的應用

作者¹：何超然 助理研究員
生物防治分場
電話：037-991025 # 12

作者²：葉士財 助理研究員
台中區農業改良場
電話：04-8523101 # 330

作者³：賴淑芬 技正
動植物防疫檢驗局台中分局
電話：04-22850198 # 707

植物源忌避物質乃生物防治重要的一環，通常當其施用劑量較低時昆蟲有拒食及忌避之作用，但當施用劑量較重時，常導致殺蟲的效果。王清玲（2010等）將作物蟲害農藥非防治資材之植物材料分為植物油類、精油類、植物浸液及植物皂素四大類。徐又虹則將植物源殺蟲劑分為殺蟲生物碱、植物精油、檸檬素、植物源光活化殺蟲毒素、倍半萜和二萜、黃酮類化合物、番荔枝內酯、植物性殺線蟲劑，茲以上述之忌避拒食性分述如下：

一、殺蟲生物碱

殺蟲生物碱依化學結構可分為吡咯啉類(pyrrolidine)、托品烷類(tropane)、哌啉類(piperidine)、吡啉類(pyridine)、喹啉聯啉類(quinolizidine)、喹啉類(quinoline)、吲哚類(indole)、異喹啉類(isoquinoline)、甲基黃嘌呤(methyxanthine)、苄基苯乙胺(benzylphenethylamine)、二萜類(diterpenoid alkaloids)及甾體類(steroidal alkaloids)，共計12類。殺蟲生物碱存於植物甚廣，在裸子植物有松科、柏科、羅漢松科；單子葉植物有禾本科、石蒜科、薑科、百合科、蘭科、天南星科、莎草科、薯蕷科；雙子葉植物則有菊科、茄科、蝶形花科、夾竹桃科、毛茛科、十字花科、芸香科、大戟科、罌粟科、茜草科、葫蘆科等。

殺蟲生物碱對昆蟲的效應有影響神經系統、刺激或抑制取食、影響存活及後代發育、影響產卵、影響體壁功能、抑制微粒體氧化酶。此類最為人熟知的有含烟碱植物，如鹼性菸草水(濃度為300-500l/ml)施用5小時內，對蚜蟲、薊馬、子孓等小型昆蟲可發揮

薰蒸及觸殺作用。2.5%洋金花生碱水劑對甘藍蚜蟲、葉菜粉蝶幼蟲防治效果達79.5 - 90.6%，因其含托品烷類生物碱。大戟科蓖麻(*Ricinus communis*)的葉子含有吡啉類的蓖麻碱，故對粉蝨(*Aleyrodes* spp.)、蚊子、家蠅有趨避作用。大戟科滑桃樹(*Trewia nudiflora*)萃取液1%及5%處理米象成蟲，12小時後死亡率分別為76%及90%，概因其含有吡啉類滑桃樹碱(nudiflorine)。雷公藤亦是此類代表性植物之一，她是咀嚼式口器害蟲有胃毒作用，雷公藤根粉液或其萃取液對粉蝶幼蟲、蓖麻夜蛾(*Achaea meliverta*)、苹尺蠖(*Paleacrita vernata*)等鱗翅目幼蟲及豆平腹椿象(*Coptosoma critraria*)、黃守瓜(*Rhapidopalpa chinensis*)、有胃毒、拒食及麻痺作用，對甘蔗棉蚜及莧菜螟則有觸殺作用。

二、植物精油

植物精油富含於松科、木蘭科、樟科、芸香科、傘形科及唇形科植物，其對昆蟲有忌避、拒食與生長發育抑制作用。檸檬桉及藍桉葉精油對桑天牛、黃星桑天牛及松墨天牛，依處理濃度不同，有一天以上不等的趨避效果；野薄荷(*Mentha haplocalyx*)莖葉精油對白紋伊蚊有4-6小時忌避效果；洋蔥蚜對蔥及韭菜有強烈的誘惑力，但對薄荷及涂蚤薄荷則有強拒食性，主因其含有1,8-桉葉素之驅避活性；1,8-桉葉素對埃及伊蚊(*Aedes aegypti*)的成蟲有忌避產卵及拒食的效果。馬鈴薯甲蟲(*Leptinotarsa decemlineat*)則對1,8-桉葉素、乙酸冰片酯、萜烯、樟腦等有一定程度的忌避效果。番荔枝(*Annona squamosa*)精油對白蚊及蜚蠊的忌避作用，丁香油和丁香

羅勒油則對白蛉為良好驅避劑。薑黃油、丁香油、杉木油和Karanjau油、肉桂精油、芸香精油、八角茴香精油、齒葉黃皮精油及豬毛蒿精油對赤擬谷盜(*Tribolium castaneum*)有驅避作用，其中以後六者的精油均能夠保持8周以上的趨避效果，芸香精油及豬毛蒿精油200l/cm³後第5周及第8周仍有86%及62%與31%及34%的忌避率。八角茴香精油200l/cm³處理後第2周及第5周則維持80%及33%的忌避率。芫荽油、肉桂油對米象成蟲亦有忌避效果的報告。

噴施0.1%-2%唇形科植物精油48小時內對朱砂葉蟥有殺死和忌避的作用，使蟲卵數減少。南茼蒿(*Chrysanthemum segetum*)精油因茴蒿素對葉粉蝶幼蟲有明顯拒食活性。檸檬油及香葉天竹葵油處理篋麻葉對3齡瑞斑燈蛾有拒食效果。菖蒲油處理棉紅椿(*Dysdercus koenigii*)5齡若蟲，其卵巢永保不成熟狀態。歐洲菖蒲油處理乳草長椿(*Oncopeltus fasciatus*)，其產卵量降低，孵化率亦降低。

植物精油對昆蟲蟲有忌避及拒食作用外，尚可對蟲卵、幼蟲及成蟲有毒殺作用。由於植物精油有上述的優點，所以人們常將香料視為驅蟲、避邪、通靈、空氣芳香的珍品。

三、檸檬素

棟科、芸香科、苦木科植物中存在一些苦味的三萜類化合物，稱為檸檬素類化合物(limonoids)，以四環三萜為基本構造，學者將檸檬素類化合物概分成十組，它及其衍生物在蟲害防治上佔有重要地位。

(一)檸檬素對昆蟲的忌避作用

棟科植物中的印煉油或印鍊抽取物對同翅目害蟲有很高的趨避活性。2%印煉油噴霧可以驅避褐飛虱(*Nilaparvata lugens*)和白背飛虱(*Sogatella furcifera*)，0.5%印煉油噴霧可降低褐飛虱50%的密度，二點黑尾葉蟬密度則降更低。1.4%印煉油乳劑可有

效驅避柑橘木虱(*Diaphoria citri*)。

(二)檸檬素對的昆蟲拒食作用

檸檬素類物質可以有效使害蟲拒食。棟科植物中印煉素0.001l/ml能使沙漠蝗100%拒食，印煉油抽出物trilogy10000l/ml對3齡甜菜夜蛾有拒食活性。低濃度的川棟素也可以使三化螟(*Tryporyza incertulas*)、白永黏蟲(*Spodoptera venalba*)、紋白蝶(*Pieris rapae*)小菜蛾(*Plutella xylostella*)、亞洲玉米螟(*Ostrinia furnacalis*)有強的拒食效果。從川棟分離的4種檸檬素，其中三種nimboldina B,D,E對熱帶黏蟲(*Spodoptera eridania*)的拒食有效濃度為500l/ml，而salannin則為1000l/ml。

柑橘屬植物中的兩個檸檬素類抽出分離物obacunone和normilin對馬鈴薯甲蟲、草地貪夜蛾(*Spodoptera frugiperda*)、棉鈴蟲(*Heliothis zea*)、的拒食效果亦高於檸檬苦素。黃胸散白蟻(*Reticuliterme speratus*)對obacunone處理者的拒食效果較之normilin者為高，其PC95 (95% protective concentration)分別為1,1133l/ml和4,475l/ml。檸檬苦素(lemonin)衍生物epilimonol 0-30l/cm³對馬鈴薯甲蟲取食量降低42%-65%，其效果更勝於檸檬苦素。

四、黃酮類化合物

黃酮類化合物以2-苯基色原酮(2-phenylchromone)為基本的化合物，大體上分為黃酮類、黃酮醇、黃烷-3-醇類、異黃酮、花色素...等14種類型。呈現黃色或淡黃色，其天然物以游離態或苷糖的形式存在於植物體各部位，是植物生長、發育、開花、結果及抵禦外物入侵的重要物質。

(一)黃酮類化合物對的昆蟲拒食作用

黃酮類化合物對有昆蟲的拒食作用。銀杏葉以氯仿及甲乙酮萃取500l/ml葉蝶拒

食率分別為80%及98%，其主要活性成分為ginkgolide A, B和bilobalide，以乙醇萃取銀杏時的萃取物對大葉粉蝶 (*Pieris brassicae*) 5齡幼蟲有拒食活性。

荊豆 (*Ulex europaeus*) 萃取分離出6種異黃酮-genistein, 5'-O-methylgenistein, ulezone A, B, C, D中，新西養肋翅腮角金龜 (*Costelytra zealandica*) 幼蟲對ulezone A的半數拒食活性濃度AFC50 (concentration for 50% antifeedant activity) 為17mg/L，而濃度到1000 mg/L才對ulezone B, C, D產生拒食作用。

蝶形花科水黃皮 (*Pongamia glabra* or *P. Pinnata*) 種子萃取液對淡條紋通燈蛾的AFC50為0.8%，15%時對斜紋葉蛾3齡幼蟲的拒食率為66.4%。水黃皮葉片丙酮萃取液能降低緣點黃毒蛾 (*Diacrisia obliqua*) 5齡幼蟲的取食。

(二) 魚藤酮及其類似物

魚藤酯 (*Derris trifoliata*) 是傳統的殺蟲植物。魚藤酮是魚藤的抽出殺蟲物質，也是黃酮類化合物之一，它有易被氧化分解，施用作物後殘留時間短，不易殘留破壞環境等優點。可防治800多種害蟲，對蚜蟲、紋白蝶、毛蟲類、廿八星瓢蟲、柑橘葉蟬有良好的防治效果。含有魚藤酮及其類似物的植物均為豆科植物包括木藍族酯 (*Galegeae*)、胡枝子酯 (*Hedysareae*)、菜豆族酯 (*Phaseolae*)、黃檀族酯 (*Dalbergieae*) 及孔雀豆族酯 (*Adenanthereae*)，其中以魚藤屬、灰葉屬、梭果屬及雞血藤屬成分較高，故研究較多。

魚藤酮是一種呼吸抑制劑，0.0075mg/L時可使金魚在2小時內死亡，但它也可以被鱒魚 (*Oncorhynchus mykiss*) 肝臟代謝分解。它可以使日本甲蟲、谷象和雜擬谷盜成蟲、谷斑皮蠹 (*Trogoderma*

granarium) 幼蟲、有拒食作用，但對粉菜蝶幼蟲則有強烈胃毒作用及觸殺作用，是故魚藤酮作用範圍廣大，使用前應三思。

五、倍半萜和二萜類化合物

倍半萜 (sesquiterpenes) 是含15個碳的異戊二烯的萜類化合物，一般以(C⁵H⁸)₃表示，主要存於菊科、唇形科、樟科、豆科、桃金娘科、芸香科、傘形科及番荔枝科的植物中。二萜類 (diterpenoids) 化合物則是由4分子異戊二烯聚合而成的衍生物，分子式通常以(C⁵H⁸)₄表示，主要存於五加科、馬兜鈴科、菊科、橄欖科、杜鵑花科、豆科、唇形科、大戟科、茜草科的植物中。

此類化合物對昆蟲有拒食、驅避及引誘活性。南蛇藤 (苦皮藤, *Celastrus angulata*) 抽取倍半萜化合物對菜粉蝶幼蟲、亞洲玉米螟幼蟲、赤谷擬盜及黏蟲有強的拒食作用。新西養沿海森林植物 *Dysoxylum spectabile* 果實萃取倍半萜化合物對斜紋夜蛾 (*Spodoptera litura*) 和 *Planotortrix octo* 有拒食及毒殺作用，對雙腹蟻 (*Crematogaster opuntiae*) 則有忌避活性，其種子倍半萜萃取物對貪夜蛾有拒食及毒殺作用。植物倍半萜萃取物中，1%華澄茄酯素 (cubebin) 和 euparin 對棉貪夜蛾5齡幼蟲拒食率分別為25%及46%。蜂斗菜內酯對翹翅目害蟲有強烈的拒食活性，將蜂斗菜內酯 (bakkenolide A) 連續處理棉貪夜蛾5齡幼蟲5天，其拒食率可高達93%。由菊屬植物及傘形科植物萃取的5種倍半萜化合物-土木香內酯 (alantolactone)、堆心菊素 (helenalin)、紅沒藥烷吉酮 (bisabolangelone)、yatein 和蜂斗菜內酯 (bakkenolide A) 對谷象和赤擬谷盜成蟲、赤擬谷盜和谷斑皮蠹的幼蟲拒食活性最高，沒藥烷吉酮則對疆夜蛾 (*Perdroma saucia*) 幼蟲具有強烈的選擇性拒食活性。野生當歸 (*Angelica sylvestris*) 分離出沒藥烷吉酮 400l/ml 抑制 *Mythimna unipuncta* 幼蟲補食活性。植物中的倍半萜化合物除具有還有殺卵

和產卵忌避活性。水蓼二醛明顯抑制小菜蛾產卵；沒藥烷吉酮影響Cydia pomonella成蟲的產卵行爲，成蟲放入塗有沒藥烷吉酮1.25-5.011/ml的容器內，雌蟲產卵量相較未塗對照組下降顯著。

雲南白杜(Euonyum gungeanus)種子油分離出的3種二萜類化合物200l/ml對紋白蝶有31%~67%的拒食率。內曲香茶菜(Isodon inflexus)的內曲香茶素(infoexin)、內曲香茶菜居間變種(I. shikokianus var. Intermedius)的居間香茶素(isodomedin)和卡美布香茶菜(I. kameba)的卡美巴素(kamebanin)對草地夜蛾幼蟲有拒食活性。馬鞭草科的貞桐(Coerodendron tricotomum)的貞桐素(Clerodendrin)A跟B對斜紋夜蛾幼蟲和歐洲玉米螟有強的拒食性，由尚可知此類化合物對昆蟲的拒食及忌避功效。

此類化合物除對昆蟲有拒食、驅避及引誘活性外，尚對昆蟲有殺卵及產卵忌避活性、抑制昆蟲生長發育、毒殺昆蟲及軟體動物等功效。

六、番荔枝內酯

番荔枝內酯(annonaceous acetogenins)是存於番荔枝科(Annonaceae)植物中，由35-39個碳原子構成骨架結構的化合物。Asimicin 0.1%及0.5%對瓜條葉甲(Acalymma vittatum)有拒食率分別爲80%及100%。Howiicin A, B, F+G 0.1%浸潤葉子後餵食小菜蛾及菜粉蝶，其拒食率分別爲98.%、97%、96%及80%、70%、100%。因番荔枝內酯示抑制粒線體的傳遞過程的呼吸抑制劑，所以蟲體時用後會暈眩、動作遲緩甚至死亡。

七、植物源光活化殺蟲毒素

植物源光活化殺蟲毒素的製毒作用有二，一是藉光敏將此毒素轉成激發狀態，後轉能給氧氣使之與細胞內的磷脂、蛋白質合生物膜的甾醇反應，即爲光動力學反應，造成溶血作用等。一爲利用光敏化合物滲透進入細胞內，在光照下激發活性與細胞契合細

胞核反應，干擾RNA轉錄及DNA複製過程，即爲光活誘發毒性反應(photogenotoxic reponse)。此類物質可分爲多炔類、呋喃香豆素類、醌類、生物碱類、呋喃色酮、木酚素類，分布涵蓋30多科植物種類，以菊科及芸香科植物爲最。

用萬壽菊根萃取液50mg/L與5mg/L -T (-三鏈塞吩)處理白紋伊蚊蛹，並以UV光照射2-3天後，單獨以UV照射者之對照組羽化率高達96%，而以萬壽菊根萃取液及-T處理者羽化率僅10%，且其羽化蟲體畸形率甚至高達100%。用萬壽菊花萃取液對玉米象(Sitophilus zeamais)的致死率LD50及LD99分別爲35-47g/蟲及319-816g/蟲。

PHT 10mg/L處理暗綠地蝨子，其食量爲對照組的1/3，若以UV-A照射，處理組體重較對照組相對減輕，化蛹時間相對較長，且多爲畸形蟲。

八、植物性殺線蟲劑

在植物性殺線蟲劑，使用最廣泛的爲菊科植物，尤以孔雀草及萬壽菊爲代表植物。孔雀草(Tagetes patula)含有-T與5-(3-丁烯-1-炔基)-2,2'-二塞吩之殺線蟲活性物質，將之萃取液稀釋5倍，處理穿孔線蟲4小時後死亡，稀釋20倍於處理穿孔線蟲則於24小時死亡。小萬壽菊(印加孔雀草, Tagetes minuta)之己烷萃取液1%(w/v)對南方根結線蟲2齡幼蟲有忌避活性。菊科植物金盞花、沼菊、堆心菊、茛紅薊、大薊、羽芒菊、茼蒿及紅花(Cirsium japonicum)對線蟲的影響報告亦多。此外爵床科之穿心連(Andrographis paniculata)；茄科之辣椒、曼陀羅及洋金花；夾竹桃科之夾竹桃及雞蛋花；芸實科之酸豆及華南芸實；辣木科之辣木；漆樹科之芒果；蝶形花科之水黃皮、苦參、印度刺桐及苦豆草；胡椒科之胡椒及胡麻；石蒜科之蔥；百合科之石刁柏、翠葉蘆薈、印度棉棗兒；芸香科之芸香及 Haplophyllum

tuberculatum；玄花科之管花牽牛；大戟科之蓖麻及飛揚草；楝科之印楝及苦楝；含羞草科之白實銀河歡；桃金娘科之檸檬桉及細葉桉...等與線蟲活性之研究，均有所報導。

植物源忌避劑之效用甚廣，國內研究起步相對較他國晚，不過最近因政府推行有機

農業及永續農業，使近日研究數量增進不少，惟生物源忌避資材許多尚待國家食品安全單位及農用藥物檢驗單位的核可，方能合乎法規，故目前很多材料尚未能用於有機栽培或一般農耕，使用者不得不慎。

表 1. 殺蟲生物碱及植物精油對昆蟲的作用

植物源忌避物質	濃度	昆蟲	作用
烟碱植物	300-500 μ l/	蚜蟲、薊馬、子孓等小型	薰蒸、觸殺
洋金花生碱水劑	2.5%	甘藍蚜蟲、葉菜粉蝶幼蟲	忌避
滑桃樹萃取液	1%-5%	米象成蟲	死亡
唇形科植物精油	0.1%-2%	朱砂葉蟊	忌避、死亡、蟲卵數減
芸香精油及豬毛蒿精油	200 μ l/cm ³	赤擬谷盜	忌避

表 2. 檸檬素及黃酮類化合物對昆蟲的作用

植物源忌避物質	濃度	昆蟲	作用
印楝油	0.5%-2%	褐飛虱、白背飛虱、二點黑尾	驅避
印楝油乳劑	1.4%	柑橘木虱	驅避
印楝素	0.001 μ l/	沙漠蝗	拒食
印楝油抽出物 trilogy	10000 μ l/	甜菜夜蛾 3 齡幼蟲	拒食
川楝抽出物 nimbolidina	500 μ l/ml	熱帶黏蟲	拒食
川楝抽出物 salannin	1000 μ l/m	熱帶黏蟲	拒食
檸檬苦素衍生物	0~30 μ l/c	馬鈴薯甲蟲	取食量降低
荊豆抽出物 ulezone A	17mg/L	新西養肋翅腮角金龜幼蟲	拒食
荊豆抽出物 ulezone B,	1000 mg/L	新西養肋翅腮角金龜幼蟲	拒食
銀杏葉萃取液	500 μ l/ml	大葉粉蝶 5 齡幼蟲	拒食
水黃皮種子萃取液	0.8%	淡條紋通燈蛾	拒食
水黃皮種子萃取液	15%	斜紋葉蛾 3 齡幼蟲	拒食

表 3. 倍半萜和二萜類化合物、番荔枝內酯、植物源光活化殺蟲毒素及植物性殺線蟲劑對昆蟲的作用

植物源忌避物質	濃度	昆蟲	作用
華澄茄酯素(cubebin)和	1%	棉貪夜蛾 5 齡幼蟲	拒食
沒藥烷吉酮	1.25~5.01 μ l/ml	小菜蛾	產卵量下降
雲南白杜種子油分離物	200 μ l/ml	菜粉蝶	拒食
番荔枝內酯 Asimicin	0.1%-0.5%	瓜條葉甲	拒食、呼吸抑制
番荔枝內酯 Howiicin A, B,	0.1%	小菜蛾及菜粉蝶	拒食、呼吸抑制
萬壽菊根萃取液+UV 照射	50mg/L	白紋伊蚊蛹	羽化率降低、羽化蟲體
萬壽菊花萃取液	35-816 μ g	玉米象	致死
孔雀草萃取液	5 倍稀釋液	穿孔線蟲	死亡
小萬壽菊萃取液	1%	南方根結線蟲 2 齡幼	忌避