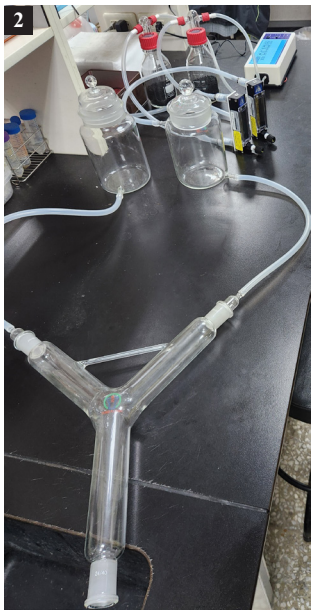
農業害蟲氣味誘引忌避研究初探

作者：顏政昌 助理研究員、
林　立 副研究員兼主任、
吳佳宜 助理研究員、
林俊成 研究助理、
林孟蓉 研究助理、
李允中 研究助理
作物環境科　植物保護研究室
電話：(03)852-1108 轉 3600

前　言

全球人口持續成長，預估到 2050 年，世界人口將達到 97 億人，糧食生產必須隨著提升，才能有效供應。在此情況下，作物非生物逆境、病害及蟲害的防護對維持並提高農作物產量至關重要。自二戰結束後，農藥開始廣泛用於農業栽培中，對糧食生產提升有巨大的貢獻。但伴隨多年來的使用，病原菌、害蟲、雜草對農藥的抗性日益提升，同時農藥亦對環境與人體健康造成負面影響，如土壤與水體汙染、對非靶標生物的毒性，以及食物中農藥殘留等問題。另一方面，氣候變遷使極端氣候事件增加，除影響作物生產外，其縮短物種的適應時間而影響病蟲害的抗性，也提升了生態系的脆弱性。為了降低化學農藥使用比例，現在積極推動整合性管理策略 (Integrated Pest Management, IPM)，結合預防、監測和多種防治方法的策略，將病蟲害控制在經濟危害水準以下。其中，揮發性有機化合物 (Volatile Organic Compounds, VOCs) 應用為近年重視的標的之一，除可吸引害蟲天敵外，亦能加強植物本身的防禦作用，同時也能用於害蟲監測，是完善 IPM 防治技術中相當重要的一環，本篇將介紹 VOCs 在 IPM 中的應用現況與潛力。


1


2

揮發性有機化合物 (VOCs) 及在植物保護之作用

VOCs 普遍存在所有生物當中，是生物自體合成具有揮發性的次級代謝物，這些次級代謝物通常為低分子量 (平均低於 300 Da)、低沸點以及高蒸氣壓 (於約 20℃ 時在 0.01 kPa 便會揮發)(Morath *et al.*, 2012)。因此，它們可擴散至空氣、土壤及液相環境中，並在其可作用的距離範圍內發揮作用，使生



物得以與環境間其他生物進行互動。昆蟲本身會釋放 VOCs 作為種內溝通的手段，如集合、警戒與性費洛蒙等，此類費洛蒙 VOCs 也已有不少已商品化，如甜菜夜蛾 (*Spodoptera exigua*)、斜紋夜蛾 (*S. litura*) 性費洛蒙、誘引東方果實蠅 (*Bactrocera dorsalis*) 雄蟲的甲基丁香油等。

微生物揮發性有機化合物 (Microbial Volatile Organic Compounds, MVOCs)，主要由真菌、細菌與酵母等多種微生物所產生，在遠距離的生物互動與溝通中扮演重要角色。部分 MVOCs 在近年研究中發現能提升產量並增加作物病害抵抗力，多種真菌如木黴菌 (*Trichoderma* spp.)、麴黴菌 (*Aspergillus* spp). 及細菌如芽孢桿菌 (*Bacillus* spp.)、假單胞菌 (*Pseudomonas* spp.)、鏈黴菌 (*Streptomyces* spp). 以及酵母菌等所產生的 MVOCs 經試驗發現，這些 MVOCs 具有生物燻蒸作用，無論使用混合物或單一化合物，可有效控制多種造成收穫後損失的重要植物病原菌，如鐮孢菌 (*Fusarium* spp.)、黑穗病菌 (*Tilletia* spp.)、疫病菌 (*Phytophthora* spp.)、菌核菌 (*Sclerotinia* spp.)、青黴菌 (*Penicillium* spp.)、炭疽病菌 (*Colletotrichum* spp.) 等。

當植物受到植食性生物攻擊時，也會合成各種與防禦有關的 VOCs，稱為植食性生物誘導的植物揮發物（Herbivore-induced plant volatiles, HIPVs）。 HIPVs 的誘導可由不同因素引發，包括昆蟲取食葉片、昆蟲產卵行為、或昆蟲幼蟲對根部的取食等行為。HIPVs 會從受害與未受害的葉片、花朵、果實與根部釋放。多種植物激素參與 HIPVs 的調控，其中茉莉酸（Jasmonic acid, JA）、水楊酸（Salicylic acid, SA）、乙烯（Ethylene, ET）尤其重要，而這些植物激素訊號途徑之間的「交互作用」對植物調節反應至關重要。HIPVs 對植物防禦的影響，包括直接或間接影響植食性昆蟲的表現與發育、於植物未受損部位誘導防禦反應或通知鄰近未受害植物危險將至、作為昆蟲產卵

1 角肩椿象成蟲

2 氣味試驗用 Y 型管

3 茶角盲椿象寄主偏好性測試 (紅圈為茶茶角盲椿象成蟲)



4 經茶角盲椿象吸食後之寄主葉片，黑色點為盲椿象取食位置，寄主植物分別分別為 (a) 大花咸豐草、(b) 金露花、(c) 黑金剛蓮霧、(d) 珍珠拔、(e) 台茶 23 號祁韻

與取食之忌避物質、吸引捕食性或寄生性天敵等，HIPVs 極具開發為植物抗病蟲害防禦工具的潛力。

VOCs 於農業害蟲防治應用之研究

Weber 等人 (2022) 利用黃條葉蚤 (*Phyllotreta striolata*) 聚集費洛蒙主成分 (6R,7S)-10-hydroxyhimachalan-9-one (烴基酮類)、與黑葉蚤 (*P. cruciferae*) 聚集費洛蒙 (+)-(6R,7S)-himachala-9,11-diene(二烯類) 再搭配寄主植物油菜中酯類化合物 (Allyl isothiocyanates, AITC) 來對這兩種十字花科害蟲的誘引試驗，結果顯示複合費洛蒙使用對黃條葉蚤及黑葉蚤吸引力都優於單一成分，而費洛蒙搭配 AITC 測試中，多加 AITC 對黑葉蚤吸引力有明顯提升，但在對黃條葉蚤吸引上並無太大差異。Kim 等人 (2023) 以丁酸橙花酯 (neryl methylbutanoate, NMB) 及乙酸薰衣草酯 (lavandulyl acetate, LA) 兩種西方花薊馬 (*Franklonellia occidentials*) 聚集

費洛蒙成分來測試對西方花薊馬和台灣花薊馬 (*F. intonsa*) 吸引效果，試驗發現西方花薊馬偏好的誘引比例為 LA:NMB =1:7，而台灣花薊馬則偏好 LA:NMB =1:4 的配比，同時再利用薊馬警戒費洛蒙中兩種 VOCs 成分：乙酸癸酯 (decyl acetate)、乙酸十二烯基酯 (dodecyl acetate)，以癸酯：十二烯基酯 =1:1.5 比例來配置薊馬警戒費洛蒙，將聚集費洛蒙布置於辣椒田外，警戒費洛蒙佈置於田區內，以推拉策略將薊馬阻擋於田區外。Cao 等人 (2020) 利用不同寄主植物來進行花薊馬 (*Thrips hawaiiensis*) 偏好性測試，以槲子花、非洲菊、芍藥、月季等寄主植物觀察對花薊馬之誘引效果，試驗結果顯示槲子花為最具吸引力寄主植物，後續以氣象層析 (GC-MS) 分析槲子花之 VOCs 成分，主要成分共有 29 種，再將 3 種比例最高 VOCs 進行誘引測試後，發現 (z)-3-hexenyl tiglate (酯類化合物) 效果最佳，可望作為後續開發標的。Conboy 等人 (2020) 對溫室粉蝨 (*Trialeurodes vaporariorum*) 進行 VOCs 忌避測試，希望降低其對溫室中栽培的番茄危害。利用檸檬烯及水楊酸甲酯 (HIPVs 成分之一) 進行試驗，發現兩者分開使用均對溫室粉蝨有忌避作用，但共同使用並無加成效果。

本場初步測試成果

為了找出對柑橘角肩椿象 (*Rhynchocoris humeralis*) 及茶角盲椿象 (*Helopeltis fasciaticollis*) 具誘引性的 VOCs 成分，113 年本場利用不同柑橘青果，包括蜜柑、文旦、金柑等，以 GC-MS 分離出六種較具潛力的揮發物成分，後經室內初步測試，以　烯類及不飽和醛化合物對角肩椿象較具誘引效果，後續還須優化 VOCs 配比；114 年利用不同茶角盲椿象寄主植物來篩選其偏好性作物，以茶、番石榴、蓮霧、大花咸豐草、金露花、茄苳等進行測試，發現以茶最具吸引效果，番石榴、蓮霧次之，後續將此三種植物葉片也以 GC-MS 測試確認共同 VOCs 成分後，再進行茶角椿象像誘引測試，初步篩選測試以單　醇吸引力較高，後續尚須更多測試來確認其功效。另外為了降低三星蔥上甜菜夜蛾 (*Spodoptera exigua*) 危害，本場亦針對其開發忌避性 VOCs，甜菜夜蛾通常不會在已有卵粒附著或遭幼蟲取食的植株上再次產卵。本場初步於目標植株上施用幼蟲糞便 VOCs，或噴灑模擬受取食葉片的 HIPVs，皆能降低其產卵量。另近年本場觀察到轄區內山胡椒受小蠹蟲 (*Xylosandrus* sp.) 危害造成植株枯萎，本場利用酪梨及山胡椒枝條的水萃取物，皆可有效誘引危害山胡椒的小蠹蟲，後續可朝監測或防治用陷阱進行開發。

結論與未來研究目標

果樹椿象為有機農業上難防害蟲之一，角肩椿象取食宜蘭礁溪金柑，使金柑果皮硬化而喪失鮮食價值，茶角盲椿象可危害轄內茶、番石榴等作物，在非農藥施作的園區中因無有效抑制手段造成嚴重危害，過去筆者試驗以資材進行茶角盲椿象於有機番石榴上之防治，但效果有限，因此希望利用誘引劑開發來達到監測及誘殺椿象的效果，除了誘引劑開發外，筆者採集角肩椿象時，野外角肩椿象會釋放分泌物，當分泌物沾染一定濃度後，再靠近其他椿象時，椿象會因此驚飛，分泌物內或有警戒費洛蒙成分，後續或也可作為忌避資材開發之參考。