

氣輔式施藥機械之研究

黃 禮 棟

台灣省農業試驗所

摘 要

一般傳統噴藥防治病蟲害除了受天氣因素（如風速、氣流）影響之外，在合於作業條件下施藥仍有以下幾個問題必需注意：一為霧粒飄移情形，二為葉背附著效果不佳。前者除了浪費農藥之外，尚有波及臨近作物及人、畜之虞。而後者則使得病蟲害不易根除，繁殖迅速，必須時常噴藥，不但浪費金錢時間而且又造成環境污染，增加社會成本。氣輔式噴藥因有強力氣流的導引，除了大量降低飄移情形外，亦能提高葉背藥液附著度、增強防除效果。且因為有了氣流之輔助，亦提高了適宜施藥作業時間及藥液穿透株權之能力，可謂病蟲害防治的較佳機具。

【關鍵詞】曳引機、氣體輔助、噴霧器

一、前 言

本省地處亞熱帶，終年高溫多雨，雖適合作物的生長，但也是昆蟲及其它病菌的溫床。農民為確保辛勤耕耘的成果，作物的病蟲害防治實為不可缺少的一環。但是以往噴藥作業偏重於作物之保護與病蟲害之防治，農民已習慣於使用大量之農藥，不但增加農業生產成本，且對生態環境造成極大之衝擊。在將邁入已開發國家行列之今日，農業不僅要提供國民基本之糧食，同時還需兼顧生存環境之永續維護。因此，兼顧環境與農業發展需求之自動化施藥機械與技術，實為當前我國農業發展不可輕忽之重要事項。目前歐美等已開發國家在此一方面之研究，均較國內先進，並且已有可觀而顯著之成果可資應用，如何將彼等開發成功之具體成果，引進供國內使用與參考，並進一步促使該種技術落實於國內，促進我國施用農藥自動化、環保化，進而早日解決國內之施藥問題，實為當務之急。

依據行政院農業委員會農漁牧產業自動化工八十一年度人才培育計畫有關研習自動化病蟲害防治技術之出國報告指出，氣輔噴霧可減低施藥量並增加藥液葉背附著效果，建議引進該施藥設備與技術，進行試用與推廣評估，以提升國內噴桿式噴霧之噴藥品質。

二、噴霧機功能與規格

(一)規格

本試驗所使用之曳引機承載式氣體輔助噴霧器為【Hardi 361-LA-1200-DPA-12-HAB】型，其規格如下：

- (1)噴霧器承架使用被覆多元脂之金屬材料，以防護農藥與日曬之侵蝕。具動力傳動軸，且有快速連結之設計。
- (2)1,200公升防撞聚乙烯藥液桶具容量刻畫與螺旋箱蓋。
- (3)噴藥系統使用膜片式幫浦，出水量達167L/min，最大壓力可達15bar，具自清式過濾系統且在「吸水處、自我濾清器及噴頭處」有三道過濾器。使用可任意選擇一個噴頭位置「含三組噴頭」之三噴頭承座，可依需要快速旋轉改變使用之噴頭以加快其更換速度，並具防滴漏設計。
- (4)作業單元使用電動控制閥，可於定壓下整體或個別開、關各噴桿之噴頭作業，且可於駕駛座內控制壓力調整。
- (5)具施藥量自動控制系統，可監測與顯示前進速度、施藥作業、已施藥面積、藥液總施用量、施藥率與差異百分比、噴灑寬度以及作業時間等，並依前進速度自動控制施藥量。
- (6)噴桿寬度12米，高度40~220cm，其舉升、下降、折疊、噴頭、噴氣角度與噴桿傾斜之梯形懸吊系統均可由駕駛室內之油壓直接遙控。其中梯形懸吊系統可使噴桿穩定，噴頭與噴氣氣流間之角度可調整達±30度。
- (7)聚乙烯氣囊可使整個噴桿具均勻之空氣速度與分佈，其外翼具彈簧彈跳之安全設計；而輔助空氣之供應使用油壓驅動之軸流風扇，可於0~3000rpm間作無段調整，風速為0~30m/s，每公尺長度噴桿風量為0~1500m³/hr。
- (8)含獨立之液壓油箱與液壓幫浦，需要23Hp之曳引機PTO功率。
- (9)另含清水桶、加藥桶、泡沫標示器、加水器、噴霧槍、壓力錶、400公升前置藥液桶以及連結曳引機PTO軸之快速接頭零件。
- (10)施藥量可調整於40L/ha~1000L/ha間。

(二)功能

所謂氣輔噴霧乃使用傳統噴霧系統以製造霧粒，再以風扇及空氣袋製造平穩氣流配合空心錐型噴頭或扇形噴頭使用。當霧粒被導引碰撞向下之氣流時，所需之噴霧型態即於噴桿下方形成，然後氣流即攜帶霧粒將之導入作物叢中。由於霧粒被氣流攜帶較不易被風吹走，因此此種噴霧機械必然可減低飄移作用，且可在比傳統噴頭更少飄移的情形下進行低施藥量之施噴。

(三)氣體輔助噴霧之優點有

- (1)可充份控制空氣流量以配合作物與施行噴藥之狀況。
- (2)由於氣流之導引可增加霧粒穿透株間之效果。
- (3)由於氣流之翻攪可提高葉背藥液附著度。
- (4)降低對天氣之依賴。
- (5)不易受風影響，可提高田間工作效率100~150%。
- (6)可減少霧粒飄移50~90%。
- (7)較俱有減低施藥量之可能性。

* HARDI TWIN SYSTEM 之主要機件：

1. 軸流風扇：軸流風扇吹出的空氣速度及體積可無限段調整以得到最佳防治效果。
2. 空氣導槽：噴頭及空氣導槽之夾角可由液壓調整±30°，此方式可在各種作物條件及風速

條件下保持最大穿透植物叢之能力及最多農藥附著度。

3. 膜片式幫浦：本幫浦針對農業上應用之植保化學藥物及液體肥料而發展。且本膜片式幫浦設計成可於無液體情形下操作運轉而不會損壞。藥液幫浦之標準配備為HARDI 361型，容量為167公升/分；最大壓力為15bar (kg/cm²)。
4. 自清式過濾器：為Hardi Twin system之標準配備，可降低費時的噴頭阻塞及過濾器清洗的問題。
5. 三頭噴頭座：噴頭及座含下列各組件
 - 膜片阻水閥——防止未被選用者滴水
 - 內藏濾網——易清洗
 - 旋轉定位式選擇噴頭——不同工作需要時易於變換
6. EC控制組：控制
 - 主開關的開或閉 (on/off)
 - 各個分枝噴桿的啓閉
 - 自動調整噴桿壓力
 - 上述功能均於駕駛座旁之控制盒設定且是標準配備

三、結果與討論

噴霧時，較小的霧粒因可涵蓋較大部份的植株表面且較易附著，尤其是在植株的垂直部份，可說是其優點。傳統的方式應用較小霧粒（通常與水量較少相關）可推論出較多的霧粒飄移及有限的穿透植株叢能力。TWIN SYSTEM 是為較小霧粒噴霧而設計但不會增加上述之危險性。增加霧粒速度亦能提高穿透（penetration）能力。增加霧粒速度在減低水量噴藥時非常重要，因為此種條件下會產生許多能量較低而又對飄移現象十分敏感的小霧粒。由其試驗結果可知，氣輔氣流顯著地增加粒徑 200 μm (10^{-6} m) 以下，對自然風速十分敏感的霧粒之速度，氣輔氣流亦相當地提高中等霧粒之速度，而最大霧粒則受氣輔氣流的影響較少。本特點可解釋TWIN SYSTEM在田間施藥時能降低飄移作用之能力。

霧粒軌跡 (Droplet trajectories)：

當高速的霧粒從噴嘴噴出後，有氣輔與無氣輔之軌跡差異頗大；TWIN SYSTEM控制霧粒軌跡並從各方向翻動植株，植株的頂冠像濾網般收集霧粒，使極少量到達地面。

飄移現象測試

許多次試驗結果證實使用TWIN SYSTEM確能較傳統方式有效減低飄移現象。依作物及噴灑技術之不同，飄移現象約降低50%至90%之間。

在有氣輔及無氣輔情形下，使用4110-14噴頭以2.0bar壓力在噴頭下方40公分處所測得之霧粒速度，可看出使用氣輔者，直徑200微米以下之霧粒速度較對照者高出許多，亦即對風較不敏感。

在2.0 bar 噴霧壓力及使用4110-14噴頭條件時，傳統噴霧在風速2m/s情形下，於噴頭下方40 cm處測得直徑150微米以下之霧粒幾近於0%，這些微粒被風吹走了。而使用TWIN SYSTEM，在風速2m/s之相同條件時，其測得之微粒數與無風狀態測定時幾乎相同。

以4110-20，4110-12及Lodrift-04等三種噴頭配合氣輔或無氣輔噴灑大麥田做霧粒飄移情形試

驗。結果顯示在均不使用氣輔情形下，4110-12噴頭之飄移量為4110-20噴頭之2.7倍；且不論使用何種噴頭，仍以配用氣輔噴霧者飄移情形最少，故氣輔噴霧可依農藥條件施藥而仍保持最大工作效率及作物安全。

傳統噴藥法，作業速度在8km/hr以下，受速度影響之飄移情形不顯著，而作業速度在10km/hr以上時，則較明顯。而TWIN SYSTEM則能將飄移維持在較低程度。一般而言，傳統噴藥法在風速達4~5m/s時（在離地2m處量測）即不適宜噴藥作業，故而對防治時效較難以掌握，氣輔式能克服此缺陷。

噴藥效果探討

以100L/ha（全劑量）及50L/ha（半劑量）殺草劑噴灑甜菜田做雜草控制試驗，將相同面積內收集之雜草生物量做為計算效果之指標，不論是全劑量或是半劑量噴灑，均以Twin System控制雜草效果最好，而且使用Twin System噴灑半劑量殺草劑比傳統噴藥法或Lodrift噴頭噴灑全劑量殺草劑效果更佳。

作物附著藥液情形

假如整株作物的表面都附著藥液，則防治效果將更加良好。一般施藥時，作物頂端附著情形都不成問題，假如需於密集植株底部提高附著度，傳統噴藥法以增加單位面積用藥量及減低作業速度為之，此法之缺點則為大量藥物將噴向地面以及使用較多時間噴藥，尤其當施藥田區與補充水源處相距較遠時費時更多，而氣輔則可提高作物底部及垂直部份之藥液附著情形。

如前所述，吾人可用氣輔原理將部份較小之霧粒導入植株叢中。亦可同時改變植株之垂直部份（莖）與水平部份（葉）藥霧附著比值。一般施藥情形下，植株之垂直部份附著較少量藥霧而水平部份附著較多藥霧；而氣輔則能增加在垂直部份藥霧之附著比。

四、結 論

過去十年之間，許多人努力在改良農用殺蟲劑之施用法。特別是下列的四個範圍更受到關注：

1. 由應用較低的單位面積劑量（公升/公頃）以改良田間工作速率。
2. 於密集作物叢中增加穿透量（penetration）。
3. 於標的位置上增加附著度之較佳控制。
4. 減低飄移情形。

噴霧器製造公司引用新的噴藥系統以符合上述的一或多個要求。但是有些系統只符合第一個要求，卻犧牲了第四項—即反而增加霧粒飄移。HARDI TWIN SYSTEM符合上述的四項要求而又能保有傳統田區噴藥機器已被公認之優點—即保有容易校正與操縱之優點，且經試驗證明在有風及無風情形下，均能提高葉背部份之藥液附著度，而在有風時此效果更為顯著。但本省因人口密度高、農田較接近農舍之故沒有生產低倍率高濃度之農藥，因此將降低Twin System原先設計的較低單位面積劑量之優點。

五、參考文獻

1. 張國輝，劉達修，蔡致榮，邱銀珍，1992，研習自動化病蟲害防治技術，行政院農委會漁牧產

- 業自動化八十一年度人才培育計畫出國研習報告
2. 八十年農機研究發展與示範推報告：八十一年六月農委會、農林廳編印。
 3. 八十年版臺灣農業年報：八十年六月，臺灣省政府農林廳編印。
 4. 七十九年期臺灣農產品生產成本調查報告：八十年版臺灣省政府農林廳編印。
 5. 農業機械年鑑：七十七年，財團法人農業機械化研究中心出版。
 6. 機械設計題解：J. D. Shigley, 七十二年五月，科技圖書股份有限公司。
 7. 機械設計手冊：翁通楹等編譯，七十二年元月，高立圖書有限公司發行。
 8. 機械公式活用手冊：徐景福譯，七十一年元月，復文書局發行。
 9. 自動化機器的設計與製作：賴耿陽編著，七十年六月，復文書局。
 10. D. L. Reichard, R. D. Fox, R. D. Brazee and F. R. Hall. 1979. Air Velocities Delivered by Orchard Air Sprayers. Trans. of the ASAE p.69-74,80
 11. J. B. Carlton, L. F. Bouse, H. P. O'Neal and W. J. Walla. 1981. Measuring Spray Coverage on Soybean Leaves. Trans. of the ASAE p.1108-1111
 12. R. D. Fox, R. D. Brazee, D. L. Reichard and F. R. Hall 1982. Power in an Air Sprayer Jet. Trans. of the ASAE p.1181-1184
 13. T. G. Carpenter, D. L. Reichard and A. S. Khan. 1983. Spray Deposition from a Row-Crop Air blast Sprayer. Trans. of the ASAE p.338-342
 14. D. B. Smith and D. D. Plummer. 1984. Broadcast Spray Deposit Evaluations at Sprayer Speeds up to 12 Km/h. Trans. of the ASAE p.674-676,679
 15. R. D. Fox, R. D. Brazee and D. L. Reichard. 1985. A Model Study of the Effect of Wind on Air Sprayer Jets. Trans. of the ASAE p.83-88
 16. J. B. Solie and J. F. Gerling. 1985. Spray Pattern Analysis System for Pesticide Application. Trans. of the ASAE p.1430-1435
 17. Dennis G. Watson and Robert L. Wolff. 1985. Air Carrier Technique for Row Crop Spraying Applications. Trans. of the ASAE p.1445-1449
 18. R. W. Whitney and L. D. Roth. 1985. String Collectors for Spray Pattern Analysis. Trans. of the ASAE p.1749-1753
 19. R. L. Parish, P. P. Chaney and F. E. Sistler. 1986. Evaluation of a Modified Air Carrier Sprayer in Sugarcane. Trans. of the ASAE p.34-36
 20. M. Salyani and J. D. Whitney. 1988. Evaluation of Methodologies for Field Studies of Spray Deposition. Trans. of the ASAE p.390-395
 21. G. Manor, A. Hofner, R. Or, G. Phishler, Y. Epstein, T. Nakash and M. Jacobi. 1989. Air Stream Facilitated Application of Cotton Foliage Treatments. Trans. of the ASAE p.37-40
 22. D. K. Giles, M. J. Delwiche and R. B. Dodd. 1989. Spatial Distribution of Spray Deposition from an Air-Carrier Sprayer. Trans. of the ASAE p.807-811
 23. D. B. Smith. 1989. Drift and Swath Deposit Evaluations for Three Roadside Sprayers. Trans. of the ASAE p.1512-1518
 24. M. Salyani and J. D. Whimey. 1990. Ground Speed Effect of Spray Deposition Inside Citrus Tree.

- Trans. of the ASAE p.361-366
- 25.G. O. Furness. 1991. A Comparison of a Simple Bluff Plate and Axial Fans for Air Assisted, High-Speed, Low-Volume Spray Application for Wheat and Sunflower Plants. JAER. p.57-75
- 26.D. B. Smith. 1992. A Proposal for Pre-Field Broadcast Spray Deposit Evaluations. Trans. of the ASAE p.33-37
- 27.A. R. Womac, J. E. Mulrooney and W. P. Scott. 1992. Characteristics of Air-Assisted and Drop-Nozzle Sprays in Cotton. Trans. of the ASAE p.1369-1376
28. _____, 1992. Hardi's special catalogues: Twin System Sprayers. Hardi International A/S.
- 29.H. Almekinders, H. E. Ozkan, D. L. Reichard, T. G. Carpenter and R. D. Brazee. 1993. Deposition Efficiency of Air-Assisted Charged Sprays in a Wind Tunnel. Trans. of the ASAE p.321-325