

無人機之降低農藥飄散優良操作規範

農業藥物試驗所/資材研發組

114年5月

前言

為有效減少使用無人機噴灑時的飄散，需考慮幾個關鍵因素，包含場地、環境風速、風向、飛行高度、噴頭型號及添加增效劑等。通過執行飛行任務時之環境監測、適當的規劃、設備選擇及落實執行，應可有效將飄散降至最低，期透過以下操作規範指引，以達成執行此目標。

一、 事前規劃及準備

1. 飛行場地評估：

(1) **飛行場地測繪**：噴灑前預先以無人機規劃噴灑區域地圖，並應標註附近之水源區、人口密集區和鄰近敏感作物等敏感區域。

(2) **設置噴灑緩衝區**：依據選用之無人機噴幅，設立保護鄰近作物之緩衝區，以免非目標區域受潛在飄散影響。

2. 飛行氣候條件評估：

(1) **風速與風向**：應選在蒲福氏風級2(平均風速為3.3 m/s)以下至無風的條件下進行無人機農噴操作，並避免在強風或降雨的情況下噴灑。

(2) **溫度與濕度**：監測噴灑時環境溫度，因溫度與濕度會影響液滴的蒸發與大小，進而影響飄散結果。

二、 設備選擇

1. 無人機規格：

- (1) 農噴無人機：使用專為農噴設計的無人機，並具備 GPS、高度及速度保持、流量設定及噴灑系統等功能。
- (2) 噴頭選擇：選擇合適之噴頭（例如混入空氣型噴頭及較小噴霧角噴頭等，亦可選用實心圓錐形噴頭），這些噴頭產生霧滴較大，不易飄散。
- (3) 噴頭狀態：應注意噴頭的耗損程度，避免影響施藥均勻性。

2. 無人機投擲噴灑設備校準：

- (1) 流量校準：確保無人機噴灑系統經過校準以達到正確的流量及噴灑壓力，從而產生較穩定的霧滴大小。
- (2) 均勻灑佈：檢查無人機噴灑分佈模式是否均勻，以避免過量或不足的施藥。

三、環境監測

1. 即時監測：

- (1) 天氣監測：使用即時天氣監測工具(氣象站、簡易風速計或濕度計)，監測風向、風速、氣溫及降雨等資訊，並根據當下天候條件調整現地操作。
- (2) 氣候監測程式：可應用現有的氣候監測 APP 即時監測飛行過程中現地的風速和風向並記錄。

2. 數據記錄：

- (1) 飛行記錄：保持詳細的飛行記錄，包括天氣條件、噴灑參數(飛行速度、高度及噴頭型號等)，並應現場筆記，以便後續進行噴灑後分析與追蹤。

(2) **飄散評估**：噴灑後，應評估飄散潛力並對未來操作進行必要的調整。

四、落實執行

1. 飛行任務規劃：

- (1) **飛行高度與速度**：保持適當高度（通常是植冠上方2-3公尺，不超過4公尺）和穩定的飛行速度，以確保均勻覆蓋。
- (2) **噴灑重疊與噴幅**：確認無人機噴幅，並規劃適當的噴灑重疊，以確保無間隙或過度重疊的噴灑完全覆蓋。
- (3) **設置適當之緩衝區**：依據選用之無人機的噴幅，設立保護鄰近作物之緩衝區。

2. 噴灑模式：

- (1) **飛行方向**：平地，應由下風處往上風處飛行；坡地，應由下方往上方進行噴灑以減少飄散。
- (2) **噴灑順序**：先從田區周邊噴灑，並依前述規劃之緩衝區，向田區中間噴灑，以減少噴灑飄散至非目標區。
- (3) **飛行速度**：應維持在2.8 - 5.6 m/s之間，飛行速度應低於前述規範，避免因飛速過快的風切造成霧滴變小的影響。
- (4) **低飄散噴灑裝置**：選用低飄散噴灑裝置，使任務執行時飄散可以降至最低。

五、其他降低飄散方式之培訓及優化

1. 設備調整與增效劑使用：

- (1) **設備調整**：在經費許可下，可搭載降低飄散之系統，如低飄散噴灑裝置，螺旋槳葉位置調整。
- (2) **增效劑使用**：選用可增加噴灑霧滴大小的增效劑(抗飄散劑)，在調配農藥時進行添加，或選用較不易飄散的劑型。
- (3) **飄散測試**：可自行選定無人機參數後，進行飄散測試。
- (4) **減少使用具飄散風險藥劑**：避免使用無人機噴灑除草劑或是容易造成藥害的劑型。

2. 無人機農藥代噴人員進修：

- (1) **從事施作作業後進修**：空中施作農藥代噴人員，應定期參加無人機相關課程，增進新知。
- (2) **操作技術更新**：隨時追蹤無人機噴灑技術的進展，並持續提高自身施藥效率和安全性。

結論

無人機操作時應符合相關法規與操作準則，通過遵循事前規劃及準備、適當設備選擇、環境監測及落實執行等原則，並注意合適的風速、飛行高度及霧滴大小(太小的霧滴容易造成飄散問題)，在正確的無人機噴灑操作下，應可顯著減少飄散並提高整體施作效率。然而無人機相關技術日新月異，無人機農藥代噴人員應定期參加相關課程、講習會或研討會，將進一步確保空中施作-農藥代噴技術人員在應用農噴無人機於農業噴灑中之安全及有效性。

參考文獻

1. 何明勳。2021。無人機精準施藥原則。農藥代噴技術人員訓練-專業空中施

作(無人飛行載具)訓練教材-行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所。27-42頁。

2. 蔣永正。2021。無人機施藥技術與應用。農藥代噴技術人員訓練-專業空中施作(無人飛行載具)訓練教材-行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所。43-88頁。
3. 黃文達。2018。遙測科技在雜草管理之應用。「在 IPM 構架下農藥有效使用」課程講義。42頁。
4. 黃郁容、徐榮志、何明勳。2016。臺灣農藥噴頭霧滴粒徑調查研究與飄散評估方法建立。臺灣農藥科學。1：107-126。
5. 黃郁容、何明勳。2014。農藥飄散之預防管理與評估技術。農政與農情264：87-91。
6. 行政院農業委員會動植物防疫檢疫局編。2017。無人載具施藥飄散防止對策。行政院農業委員會動植物防疫檢疫局宣導摺頁。2頁。
7. 日本一般社團法人農林水產航空協會、日本全國農林航空事業推進協議會。2017。產業用無人機應用於病蟲害防治之安全對策手冊 中譯本。行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所編譯。78頁。
8. 日本農林水產省。2017。農藥飄散對策技術手冊 中譯本。行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所編譯。51頁。
9. Chen, S., Lan, Y., Zhou, Z., Deng, X., and Wang, J. 2021. Research advances of the drift reducing technologies in application of agricultural aviation spraying. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 14(5), 1-10.
10. Deveau, J. 2021. Three manageable factors that affect spray drift. Retrieved from <https://sprayers101.com/drift-factors/> (Jun 1st, 2024)
11. Deveau, J. 2022. Spray Drift Basics. Retrieved from <https://sprayers101.com/>

12. Hilz, E., and Vermeer, A. W. 2013. Spray drift review: The extent to which a formulation can contribute to spray drift reduction. *Crop Protection*, 44, 75-83.
13. Ozkan, E. 2022. Strategies to Minimize Spray Drift for Effective Spraying in Orchards and Vineyards. FABE-535). *Ohioline, The Ohio State University. ohioline.osu.edu/factsheet/fabe-535*.
14. Price, R., Lee, D., and Harrell, D. 2019. Nozzle tip and sprayer setting selection for drift reduction in the DJI AGRAS MG-1/1S sprayer drone. *LSU AgCenter*, 2.