

◆ 专论:植保无人飞机(特约稿) ◆

# 植保无人飞机农药登记产品情况分析

安小康,徐 军,潘兴鲁,吴小虎,董丰收\*,郑永权

(中国农业科学院植物保护研究所,北京 100193)

**摘要:**植保无人飞机因其作业高效、精准、节水省药和对施药人员安全等特点在我国快速发展。然而,我国目前针对无人飞机的农药登记产品尚属空白,农药标签缺少对植保无人飞机的农药产品的使用指导。本文从农药登记角度简要介绍了日本和韩国植保无人飞机应用农药登记情况,以期我国的植保无人飞机应用农药产品的登记提供参考。

**关键词:**植保无人飞机;农药登记;日本;韩国

中图分类号:[S 494] 文献标志码:A doi:10.3969/j.issn.1671-5284.2023.03.004

## Analysis on Pesticide Products Registration of Plant Protection Unmanned Aerial Vehicles

AN Xiaokang, XU Jun, PAN Xinglu, WU Xiaohu, DONG Fengshou\*, ZHENG Yongquan

(Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China)

**Abstract:** Plant protection unmanned aerial vehicles (UAVs) have developed rapidly in China because of its high efficiency, precision, water and pesticide saving and safety to pesticide application personnel. However, there are still gaps in pesticide registration products for UAVs, and pesticide labels lack guidance on the use of pesticide products for plant protection UAVs in China. This paper briefly introduced the registration of pesticide application by plant protection UAVs in Japan and South Korea, in order to provide references for the application of pesticide registration of plant protection UAVs in China.

**Key words:** plant protection unmanned aerial vehicle; pesticide registration; Japan; South Korea

农药是农业生产中重要的投入品,农药登记管理是国内外保障农药科学安全应用的有效措施。农药产品登记通常需要提交农药的产品化学、药效、残留、环境影响等试验报告以及风险评估报告,通过大量的科学数据来验证农药在所登记区域应用的有效性和安全性。植保无人飞机施药是当下发展迅速的新型施药方式,与常规地面施药方式不同,其应用后在药效、残留和风险方面往往存在差异<sup>[1-4]</sup>。因此,在已登记农药标签中增加植保无人飞机的施药方式,需重新评估植保无人飞机施药的药效、残留和风险。日本和韩国是亚洲植保无人飞机应用的主要国家,其应用的农药需要登记,且具备比较完善的登记管理制度。目前,日本和韩国已有登记应

用于植保无人飞机的农药产品<sup>[5-6]</sup>。为推动和完善我国植保无人飞机农药产品的行业发展,亟需开展植保无人飞机应用农药的登记管理工作,因此,本文简要介绍了日本和韩国的植保无人飞机农药登记的要求、已登记的产品、登记的主要作物和剂型等,以期为我国开展植保无人飞机应用农药的登记提供参考。

## 1 国际上植保无人飞机农药产品登记现状

### 1.1 日本

在日本,约1/5的耕地施药是由植保无人飞机完成。日本是亚洲植保无人飞机应用和管理发达的国家。植保无人飞机上应用的农药需要开展药效试

收稿日期:2023-05-07

基金项目:国家自然科学基金(31872004)

作者简介:安小康(1993—),男,河南周口人,博士研究生,研究方向为农药残留与环境毒理。E-mail: axk811606581@163.com

通信作者:董丰收(1974—),男,河南沁阳人,博士,研究员,长期从事农药残留分析技术研究。E-mail: dongfengshou@caas.cn

验、作物安全性试验。对于已获得地面施药方式登记的农药，需增加植保无人飞机施药方式的，若单位面积有效成分的使用量在原登记药剂范围内的，则不需要开展田间残留试验<sup>[7]</sup>。在日本农林水产航空协会发布的“产业用无人航空机用农药”<sup>[8]</sup>数据库中查询已登记用于植保无人飞机的农药产品，截至2023年3月8日总共有416个(表1)，其中登记最多的产品为除草剂，达到226个，杀菌剂有86个、杀虫剂有72个、杀虫杀菌剂混剂有27个，植物生长调节剂为5个。除草剂全部可应用于水稻田，其中有一个产品登记用于日本杉木。登记的除草剂有效成分主要包括双环磺草酮、双唑草腈、呋喃磺草酮、丙啉啉磺隆和溴丁酰草胺等，主要登记剂型为颗粒剂和展膜油剂，不需稀释，可直接采用植保无人飞机喷施，主要用于防治水稻田一年生杂草和多年生杂草，如矮慈姑、稗草和莎草等。杀菌剂登记的作物主要为

水稻、马铃薯、麦类和大豆等，有效成分主要为三环唑、井冈霉素A、四氯苯酞、嘧菌胺、春雷霉素、苯噻菌胺、氟担菌宁和双胍辛胺乙酸盐等，主要用于防治稻瘟病、叶枯病、纹枯病、疫病、赤霉病、炭疽病和斑点病等。杀虫剂登记的主要作物为大豆、水稻、甘蓝、西兰花和生姜等，有效成分主要为吡虫啉、噻虫胺、醚菊酯、吡虫啉、茚虫威和氟啶虫胺腈等，主要用于防治叶蝉、飞虱、椿象和蚜虫等。杀菌剂和杀虫剂的复配产品主要登记作物为水稻，有效成分中杀菌剂主要为三环唑、四氯苯酞、嘧菌胺和春雷霉素等，杀虫剂主要为吡虫啉、乙虫腈和噻虫胺等。杀虫剂、杀菌剂以及其混合产品登记的剂型主要有水乳剂、乳油、微乳剂和颗粒剂等。植物生长调节剂主要登记作物为水稻和草坪，有效成分包括多效唑、环己酮酸钙、抗倒酯、烯效唑-P和稻瘟灵，剂型主要为水剂和颗粒剂。

表 1 日本植保无人飞机农药产品登记基本情况

农药类别	产品数量/个	登记作物(数量)	有效成分	剂型	稀释倍数/倍
杀虫剂	72	大豆(32)、水稻(23)、洋白菜(14)、西兰花(13)、生姜(9)、马铃薯(9)、辣椒(8)	吡虫啉、噻虫胺、醚菊酯、吡虫啉、氟啶虫胺腈、氯虫苯甲酰胺、氟苯虫酰胺、茚虫威、乙虫腈、噻嗪酮、噻虫啉、啉虫脒、乙酰甲胺磷、虫酰肼、二嗪农、氟硅菊酯、氟啶脲、噻虫啉	水乳剂、乳油、微乳剂、颗粒剂	0~400
杀菌剂	86	水稻(40)、麦类(16)、马铃薯(15)、大豆(7)、橘子(5)、甜菜(5)、生姜(5)	三环唑、井冈霉素A、四氯苯酞、嘧菌胺、春雷霉素、苯噻菌胺、氟担菌宁、双胍辛胺乙酸盐、戊唑醇、Tolprocarb、苯醚甲环唑、苯氧菌胺、代森锰锌、稻瘟灵、氟吡菌胺、氟噻唑吡乙酮、双炔酰菌胺、氟唑菌酰羟胺、咯嗪酮、硅氟唑和甲基硫菌灵	水乳剂、乳油、微乳剂、颗粒剂	0~200
杀虫杀菌剂混剂	27	水稻(27)、大豆(1)	三环唑、四氯苯酞、嘧菌胺、春雷霉素、氟担菌宁、噻菌酯、噻嗪酮、稻瘟灵 吡虫啉、乙虫腈、噻虫胺、醚菊酯、虫酰肼、氟啶虫胺腈、氟硅菊酯、噻虫啉	水乳剂、乳油、微乳剂、颗粒剂	0~16
除草剂	226	水稻(226)、日本杉木(1)	双环磺草酮、双唑草腈、呋喃磺草酮、丙啉啉磺隆、溴丁酰草胺、三唑草胺、噻嗪草酮、Fenquinotri-one、啉啉啉磺隆、四唑草胺、吡啶啉磺隆、吡啶啉磺隆、环戊唑草酮、噻草醚、苯磺唑草酮、杀草隆、唑草胺、Cyclopyrimorate、吡草酮、氯氟吡啶酯、硝磺草酮、环酯草醚、五氟磺草胺	颗粒剂、展膜油剂	不稀释
植物生长调节剂	5	水稻(4)、草坪(1)	多效唑、环己酮酸钙、抗倒酯、烯效唑-P、稻瘟灵	水剂、颗粒剂	0~100

植保无人飞机与地面施药方式的农药登记产品剂型有差异，无人飞机农药剂型主要为水乳剂、乳油、微乳剂和颗粒剂等，而可湿性粉剂等易堵塞喷头的农药制剂产品很少登记用于植保无人飞机。但近年来，随着无人飞机药剂撒施系统的升级，液力式喷头逐渐被离心式喷头替代，喷头堵塞的问题可以得到有效解决，将会有更多的农药剂型可被登记应用于植保无人飞机。

1.2 韩国

2019年韩国植保无人飞机的防控面积达到约

194万hm<sup>2</sup>，其中30%水稻耕地面积的防控是由植保无人飞机作业完成<sup>[8]</sup>。韩国植保无人飞机所用农药需要登记试验，包括需要开展田间药效、残留和邻近敏感作物安全试验<sup>[9]</sup>。由韩国农村振兴厅负责农药的登记管理，在其农药安全信息系统中可查询已登记农药信息<sup>[6]</sup>。在该系统以“无人飞机”为关键词搜索，结果显示韩国登记了207个植保无人飞机可应用的农药产品，分别为杀虫剂、杀菌剂、杀虫杀菌剂混剂和除草剂，分别登记产品数量为90、82、6个和29个。杀虫剂中登记的作物主要为水稻、白菜、

葱、松树和大豆等,登记的有效成分主要为醚菊酯、噻虫啉、氯虫苯甲酰胺、甲氧虫酰肼、噻虫胺、环溴虫酰胺、啉虫脒、氟啉虫脒、联苯菊酯和环虫酰肼等,登记的剂型主要有悬浮剂、乳油、可溶性液剂等,主要用于防治甜菜夜蛾、绿后丽盲蝽、蚜虫和稻纵卷叶螟等。杀菌剂登记作物主要为水稻、洋葱、白菜和大豆等,有效成分主要为嘧菌酯、丙环唑、三环唑、嘧菌胺、噻氟酰胺、己唑醇和唑菌胺酯等,登记的剂型主要有悬浮剂、乳油和水分散粒剂等,主要用于防治炭疽病、白粉病、叶枯病和斑点落叶病等。除草剂中登记作物均为水稻,登记的主要成分为双

环磺草酮、唑吡啶磺隆、嘧草醚、五氟磺草胺和四唑草酰胺,且采用植保无人飞机施用除草剂时不需稀释,可直接施用,登记的剂型主要有悬浮剂和颗粒剂等,主要用于防治莎草、藜、稗和鸭舌草等。杀虫杀菌剂混剂的登记作物为水稻,其中主要的杀菌剂成分为井冈霉素A和噻酰胺菌胺等,杀虫剂成分为氟虫双酰胺和噻虫啉等,登记的主要剂型有悬浮剂等(表2)。

综上,韩国登记的农药主要为杀菌剂产品,而日本登记的主要为稻田除草剂产品,可能与国家间种植的作物类型和病虫害发生程度不同有关。

表2 韩国植保无人飞机农药登记基本情况

农药类别	产品数量/个	登记作物(数量)	有效成分	登记剂型	稀释倍数/倍
杀虫剂	90	水稻(56)、白菜(22)、葱(17)、松树(10)、大豆(9)	醚菊酯、噻虫啉、氯虫苯甲酰胺、甲氧虫酰肼、噻虫胺、环溴虫酰胺、啉虫脒、氟啉虫脒、联苯菊酯、环虫酰肼、虫酰肼、氟虫双酰胺、阿维菌素、溴虫苯双酰胺、吡蚜酮、双三氟虫脒、呋虫胺、茚虫威、环虫酰肼、溴虫脒	悬浮剂、乳油、可溶性液剂、微乳剂、水乳剂、水分散粒剂	0~200
杀菌剂	82	水稻(52)、洋葱(21)、白菜(18)、大豆(9)	嘧菌酯、丙环唑、三环唑、嘧菌胺、噻氟酰胺、己唑醇、唑菌胺酯、戊唑醇、氟霜唑、稻瘟酰胺、戊菌隆、井冈霉素A、春雷霉素、稻瘟灵、氟啉胺、烯酰吗啉、百菌清、肟菌酯、环丙酰胺、苯醚甲环唑、缢菌胺	悬浮剂、乳油、水分散粒剂	0~32
除草剂	29	水稻(29)	双环磺草酮、唑吡啶磺隆、嘧草醚、五氟磺草胺、四唑草胺、溴丁酰草胺、苯嘧磺隆、苯噻酰草胺、吡嘧磺隆、Fenquinotriole、氯吡啶磺隆、环丙嘧磺隆、噻唑酰草胺	悬浮剂、颗粒剂	0
杀虫杀菌剂混剂	6	水稻(6)	井冈霉素A、噻酰胺菌胺、三环唑、嘧菌胺、嘧菌酯、春雷霉素、噻唑酰胺、醚菊酯、氟虫双酰胺、噻虫啉、甲氧虫酰肼、氟氯虫脒	悬浮剂、可溶性液剂	4~8

## 2 我国植保无人飞机农药登记现状

我国的植保无人飞机领域快速发展,在2021年,我国植保无人飞机的拥有量达到16万架,防控面积达到了0.93亿 $\text{hm}^2$ 次<sup>[12]</sup>,其拥有量和防控面积已远超日本和韩国。但正式登记的用于植保无人飞机农药产品尚属空白。在植保无人飞机药剂研制方面,中国农业科学院植物保护研究所智慧植保创新团队研制出了类似雾滴的微米级农药颗粒,实现了用“颗粒”代替“雾滴”的设想,植保无人飞机撒施该颗粒剂可使农药有效沉积在玉米喇叭口内,且相较于液体制剂的喷施,降低了飘移,实现草地贪夜蛾的精准快速防控<sup>[13]</sup>,且该技术已获得国家发明专利<sup>[14]</sup>。另外,在植保无人飞机安全应用以及病虫害防治等方面,我国已经制定了相应的行业标准、地方标准和团体标准。但是,我国制定的标准主要为地方标准,仍缺乏国家标准,且行业标准较少,在农药登记管理方面也滞后于日本和韩国。到目前为止,我国农药登记时开展的药效、残留试验等采用的器械仍为

背负式喷雾器,还未开展植保无人飞机应用于农药的登记工作。但是植保无人飞机施药已在我国农业生产实际广泛应用,为加强我国植保无人飞机应用农药的登记管理,已开始制定植保无人飞机施药后药效测定的农业行业标准《植保无人飞机喷施农药防治大田作物病虫害田间药效试验准则》和《植保无人飞机施药作物中农药残留试验准则》,该标准正处于报批阶段<sup>[15]</sup>。我国植保无人飞机施用农药的登记管理标准正趋于完善,但还需加快植保无人飞机应用农药产品的农药登记试验技术准则制定进程,实现我国植保无人飞机农药产品的科学登记,加快我国植保无人飞机的健康发展和科学应用。

## 3 展望与建议

我国在植保无人飞机应用农药方面的管理逐步完善,但目前我国还未开展应用于植保无人飞机的农药产品登记工作,不利于植保无人飞机的发展与应用。因此,在未来需完善我国植保无人飞机应用农药产品的登记制度,加强专有产品的登记。此外,

还需加强与植保无人机匹配的剂型研发。

基于我国生产实际和国际无人机农药登记应用情况,对我国未来植保无人机应用农药的登记提出如下建议:(1)植保无人机施药浓度高,飘移距离远,登记时需考虑非靶标生物和邻近作物的安全性,选择不易发生药害的低风险的农药产品应用;(2)当邻近作物安全存在潜在风险时,无人机可考虑选择撒施颗粒剂,降低飘移对邻近作物产生的威胁;(3)由于植保无人机喷施雾滴细,登记剂型优先选择易分散且粒径较小的剂型,如水剂、水乳剂、微乳剂等;(4)由于不同类型的农药产品存在制剂体系的差异,易导致田间桶混时产生絮集沉淀现象,建议无人机施药优先选择混剂产品,尽量减少田间现场桶混施用的方式;(5)加强无人机用农药产品信息管理,产品标签中应明确植保无人机施药用量、安全间隔期和施药注意事项等信息。

#### 参考文献

- [1] WANG Z, HUSSAIN M, HUANG G M, et al. Better droplet deposition and internode shortening effects of plant growth regulator EDAH on maize applied by small unmanned aerial vehicle than electric knapsack sprayer[J]. Agriculture, 2022, 12(3): 404.
- [2] MENG Y H, LAN Y B, MEI G Y, et al. Effect of aerial spray adjuvant applying on the efficiency of small unmanned aerial vehicle for wheat aphids control[J]. International Journal of Agricultural and Biological Engineering, 2018, 11(5): 46-53.
- [3] YAN X J, ZHOU Y Y, LIU X H, et al. Minimizing occupational exposure to pesticide and increasing control efficacy of pests by unmanned aerial vehicle application on cowpea[J]. Applied Sciences, 2021, 11(20): 9579.
- [4] 吕运涛, 聂思桥, 刘春来, 等. 无人机施用噁唑酰草胺对施用人员的暴露水平和健康风险评估[J]. 农药科学与管理, 2019, 40(12): 24-30.
- [5] JAPAN AGRICULTURAL AVIATION ASSOCIATION. The agricultural chemicals for unmanned aircraft of Japan [DB/OL]. [2023-05-03]. [https://mujin-heri.jp/index\\_top.html](https://mujin-heri.jp/index_top.html).
- [6] Pesticide safety information system rural development administration of south korea[DB/OL]. [2023-05-03]. <https://psis.rda.go.kr/psis/agc/res/agchmRegistStusLst.ps?menuId=PS00263>.
- [7] 袁会珠, 杨峻, 林勇, 等. 日本植保无人机施用农药制剂登记管理情况分析[J]. 农药科学与管理, 2021, 42(3): 3-7; 11.
- [8] RURAL DEVELOPMENT ADMINISTRATION, NATIONAL INSTITUTE OF AGRICULTURAL SCIENCES. Manual of unmanned aerial vehicle for spraying pesticide[Z].
- [9] RURAL DEVELOPMENT ADMINISTRATION OF SOUTH KOREA. Improve the standard of pesticide registration test for unmanned aerial control[EB/OL]. (2019-9-11)[2022-11-17]. [https://www.rda.go.kr:2360/board/board.do?mode=view&prgId=day\\_farmprmninfoEntry&dataNo=100000758391](https://www.rda.go.kr:2360/board/board.do?mode=view&prgId=day_farmprmninfoEntry&dataNo=100000758391).
- [10] PETTY R V. Drone use in aerial pesticide application faces outdated regulatory hurdles[J/OL]. Harvard Journal of Law & Technology Digest, (2018-01-06) [2022-11-17]. <https://jolt.law.harvard.edu/digest/drone-usepesticide-application>.
- [11] GOVERNMENT OF CANADA. Information note regarding the use of drones when applying pesticides[EB/OL]. (2022-01-21) [2022-11-17]. <https://www.canada.ca/en/health-canada/services/consumer-product-safety/reports-publications/pesticides-pest-management/fact-sheets-other-resources/drones-applying-pesticides.html>.
- [12] HU P, ZHANG R, YANG J, et al. Development status and key technologies of plant protection UAVs in China: a review [J]. Drones, 2022, 6(11): 354.
- [13] YAN X J, YUAN H Z, CHEN Y X, et al. Broadcasting of tiny granules by drone to mimic liquid spraying for the control of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*)[J]. Pest Management Science, 2022, 78(1): 43-51.
- [14] 杨代斌, 崔丽, 闫晓静, 等. 一种适用于农用无人机撒施的缓释颗粒剂: CN, 112385652A[P]. 2020-09-21.
- [15] 农业农村部农药检定所. 农业农村部农药检定所关于征求《植保无人机施药作物中农药残留试验准则》标准意见的函[EB/OL]. (2022-09-30)[2022-11-17]. <http://www.chinapesticide.org.cn/zwtz/22886.jhtml>.

(责任编辑:金兰)

## 农药该如何选择?

根据防治对象选择农药。确定以哪一种病虫害草害为防治对象,对应标签选购适用农药。

根据病虫害危害特性选择农药。如防治毛虫等危害叶片的咀嚼式口器害虫,要选择胃毒剂或触杀剂;防治蚜虫等刺吸式口器害虫,要选择内吸性强的杀虫剂;防治天牛等蛀干害虫,要选择熏蒸作用强的杀虫剂。

根据病虫害发生规律选择农药。如在病害初侵染期,要选择具有保护作用的杀菌剂;当病菌侵入寄主后,选择内吸性杀菌剂;对具有侵染时期长和潜伏侵染特性的病害(如树脂病和溃疡病),需要选择既有治疗作用,又有保护作用的杀菌剂。

根据病虫害生物学特性选择农药。如防治蛀干害虫,在防治蛀入枝干内的幼虫时,要用熏蒸剂,并施药于蛀道内;防治成虫或卵时,就要用触杀剂,并喷雾于树干上。

根据农药特性选择农药。各种农药都有一定的适用范围和适用时期。

(来源:全国农技推广)