

◆ 综述与专论 ◆

桶混助剂的研发应用与发展趋势

张宗俭^{1,2}, 张春华^{1,2}, 李小龙^{1,2}

(1. 中化化工科学技术研究总院有限公司 北京 100083 2. 北京广源益农化学有限责任公司 北京 100083)

摘要:桶混助剂又称作喷雾助剂,是一种农药使用时与制剂产品搭配使用,现混现用的助剂。桶混助剂种类和功能多样,科学合理使用桶混助剂是实现农药减量增效,提高农药利用率的最有效手段之一。笔者对我国农药桶混助剂的开发、性能测试、质量控制和技术应用做了全面介绍,并对桶混助剂可能涉及的相关管理法规和未来发展趋势做了分析。这对于桶混助剂的开发与应用有一定的指导意义。

关键词:桶混助剂;产品研发;质量控制;应用技术;发展趋势

中图分类号:TQb 450.4+5 文献标志码:A doi:10.3969/j.issn.1671-5284.2021.01.004

Research, Application and Development Trend of Tank-mixing Adjuvant in China

ZHANG Zongjian^{1,2}, ZHANG Chunhua^{1,2}, LI Xiaolong^{1,2}

(1. Central Research Institute of China Chemical Science and Technology Co., Ltd., Beijing 100083, China; 2. Beijing Grand Agrochem Co., Ltd., Beijing 100083, China)

Abstract: Tank-mixing adjuvant, also called as spray additive, is a kind of additives used in tank-mixing with the pesticide formulation products before sprayed. There are various kinds and functions of tank-mixing adjuvant. Scientific and rational use of tank-mixing adjuvant is one of the most effective means to reduce pesticide consumption and increase efficiency. In this paper, the development, performance test, quality control and application technology of tank-mixing additives in China were introduced comprehensively, and the related management regulations and future development trend of tank-mixing additives were analyzed, which has a certain guiding significance for the development and application of tank-mixing adjuvant.

Key words: tank-mixing adjuvant; product development; quality control; application technology; development trend

为了提高农药施药的对靶性和防治效果,在农药使用时与农药制剂配伍使用的助剂一般称为桶混助剂或喷雾助剂,目前市场上最常见的是植物油或矿物油类增效剂和利于提高农药的抗雨水冲刷、增加润湿和铺展等作用的有机硅助剂等^[1]。桶混助剂一直是农药健康发展与高效应用的“幕后英雄”。随着农药化肥零增长、乡村振兴、绿色农业、航空植保等国家农业战略和新政策的持续纵深推进,桶混助剂开始走向台前^[2]。笔者就农药桶混助剂的应用、研发及未来发展趋势进行介绍。

1 桶混助剂应用现状

1.1 桶混助剂种类

桶混助剂有多种不同的分类方法,如按化学成分(主要指活性成分)分类、按作用(功能)分类、按原料来源分类。我国桶混助剂的分类主要有按活性成分和按功能分类2种方式。其中,按照活性成分分类主要有植物油类、矿物油类、有机硅类、表面活性剂类、肥料类等。按照功能分类主要有以下4类:①增进药液的润湿、渗透和黏着性能助剂,如展着剂、

收稿日期:2020-06-29

基金项目:国家重点研发计划(2016YFD0200500)

作者简介:张宗俭(1964—),男,陕西岐山人,博士,教授级高级工程师,主要从事农药新产品、农药助剂、制剂的开发及应用技术研究。

E-mail: zongjian_zhang@163.com

润湿剂、渗透剂等；②具有活化或一定生物活性的助剂，如活化剂、某些表面活性剂和油类；③改进药液理化性能，有助安全和经济施药的助剂，如防飘移剂、发泡剂、抗泡剂、沉降剂等；④其他特种功能的桶混助剂，如pH调节剂。

近几年桶混助剂发展迅速，应用量大幅增长，为便于使用者选择合适的助剂，根据施药器械或施药方式的不同，桶混助剂还可以分为飞防（航空喷雾）专用助剂、喷雾增效助剂、水面扩散剂、土壤处理助剂等。

1.2 桶混助剂作用

减施增效。桶混助剂可以通过改善药液的表面张力，防飘移，抗光解，提高复配药液稳定性，改善药液在靶标上的附着、展布、渗透（吸收），提高抗雨水冲刷的能力等达到提高农药药效，减少农药使用量或使用次数。常规施药过程中加入桶混助剂，主要目的是提高防治效果，减少农药用量。这类桶混助剂主要有植物油型增效剂、渗透剂T、氮酮、有机硅、表面活性剂等。卜训武^[3]通过室内盆栽试验研究表明，34.5%丙炔恶草酮SC与桶混助剂GY-Tmax混用，对稗草和碎米沙草有显著增效作用。Rone等^[4]研究表明，助剂增加除草剂2,4-D胆碱在鸭跖草叶面的持留量，提高除草效果。曹诗涵等^[5]研究了2种桶混助剂NF-100和GY-T1602在水稻田除草剂灭草松、氯氟吡氧乙酸、五氟磺草胺对稻稗、雨久花和矮慈姑有不同程度增效作用，且提高除草剂对水稻的安全性。在特殊施药方式中，如土壤施药、冲施药肥、滴灌、地膜覆盖等施药过程中加入桶混助剂也具有明显的增效作用。Xiao等^[6]在新疆研究表明，植物油

助剂能显著提高棉花脱叶剂在棉花叶片上的液滴覆盖率和沉积率。使用飞机喷洒棉花脱叶剂时，添加植物油型喷雾助剂后，棉花的落叶率提高了3.12%~34.62%，吐絮率提高了6.67%~29.56%，而有机硅助剂被酸性乙烯利分解，高分子聚合物助剂受环境湿度低的影响，均无协同增效作用。

笔者与东北农业大学在黑龙江省玉米田茎叶处理防除杂草试验中，添加3种桶混助剂后减药20%，均能达到常规用量下对阔叶杂草和禾本科杂草的防除效果（表1）。

减轻药害。桶混助剂还能满足一些特殊需要，比如降低除草剂药害，尤其是玉米田苗后施用除草剂，加入桶混助剂可提高对玉米的安全性。我国部分地区在作物播种和生长初期，干旱少雨，土壤水分不足，空气相对湿度降至65%以下，导致植物茎叶上茸毛发育并形成较厚的角质层，降低茎叶表面的可湿润性和对除草剂的吸收、传导，严重影响苗后除草剂的药效，而加入植物油类桶混助剂，可克服高温、干旱等不良环境因素影响，获得稳定的药效，而不影响除草剂对作物的安全性。

柑橘清园。柑橘园使用矿物油型增效剂，在达到增效的同时，还能兼有杀虫、杀卵作用。冬季使用矿物油清园可减少果园虫害，病原菌基数，减轻中后期病虫害防治的压力。选用矿物油对果树进行春季清园比传统铜制剂、硫磺制剂等具有显著优势：①不仅对病害及螨类、介壳虫、粉虱等虫害有很好的防效，且对春梢蚜虫发生也有很好的趋避作用；②持效期长达2个月；③安全性好，萌芽前后都能使用；④效果稳定，不受温湿度影响^[7]。

表1 黑龙江省玉米一次性茎叶处理助剂对除草剂的减量效果

处理组	使用剂量/(mL·hm ⁻²)	阔叶杂草防效/%		禾本科杂草防效/%	
		7 d	14 d	7 d	14 d
4%烟嘧+15%硝磺+38%莠去津	1 200+1 050+1 500	84.0	90.0	83.0	84.5
4%烟嘧+15%硝磺+38%莠去津+硅力	960+840+1 200+225	88.0	93.0	82.5	87.0
4%烟嘧+15%硝磺+38%莠去津+迈润	960+840+1 200+300	85.5	91.5	81.0	83.0
4%烟嘧+15%硝磺+38%莠去津+迈丝	960+840+1 200+450	84.5	93.0	80.0	85.0

与新型高效施药技术和施药器械的发展互相促进。新型高效施药技术和施药器械的发展对桶混助剂的应用起到明显促进作用，尤其是超低容量喷雾（机械、飞机、无人机等）、热雾施药、省力化施药（水稻田甩施剂或漂浮颗粒剂）等新型对靶精准施药技术的发展，促使桶混助剂的种类和用量都随之迅速增加，如飞防增效剂、水田扩散剂等都是随着新型施药方式而产生的新产品。反之，由于桶混助

剂的使用，也改善了商品制剂性能的缺陷，促进常规农药制剂在新的施药方式下充分发挥防治效果，二者互相促进，共同发展。

农药雾滴飘移是茎叶喷雾施药过程中普遍存在的问题，Allan等^[8]指出雾滴飘移不能完全避免，但通过调整喷雾助剂的种类、使用合适的喷嘴类型、防护罩、喷雾压力、喷洒面积、拖拉机速度，设置不施药缓冲区和仅在气候条件适宜时喷洒等措施，可

将飘移降到最小化。由此可见,助剂、施药技术和施药器械的有机结合对提高喷雾效率意义重大。

Cody等^[9]利用空气感应喷嘴和防飘移助剂对玉米和大豆冠层喷洒除草剂,以减少非靶标除草剂的移动。Fabiano等^[10]研究结果表明,桶混助剂的使用与twinjet喷嘴结合可降低喷雾漂移。桶混助剂使喷雾飘移减小39%,而喷嘴模型减小74%。这2种技术结合在一起可以减少80%飘移。

减水、减药,降低飘移影响。农药喷洒进入高浓度低喷液量的时代。在施药过程中,降低用水量同时加入桶混助剂才能有利于药效的充分发挥。喷液量大,助剂用量大,成本高,大喷液量使作物冠层叶面喷到流失点导致径流损失,喷液量小,助剂用量小,成本低,并能保证农药使用效果。Collin等^[11]研究表明助剂和减飘喷嘴均可有效降低药液飘移,减少对环境及非靶标生物的危害。Diego等^[12]发现,助剂与低飘移喷嘴搭配使用,提高杀虫剂药效,还可有效降低对螨类等有益昆虫的环境风险。Gaskin等^[13]研究了助剂在酿酒葡萄上的应用,结果表明,有机硅助剂的使用,可以使酿酒葡萄使用农药的喷液量大幅度降低,喷液量降到200 L/hm²以下,但不影响农药使用效果。不同类型喷雾助剂对农药沉积量的影响不同(表2)。

表2 不同助剂对啶菌胺在葡萄果穗上的沉积量比较

助剂名称	助剂用量/ (L·hm ⁻²)	喷液量/ (L·hm ⁻²)	助剂浓度/ %	雾滴沉积量/ (μg·g ⁻¹ FW)
Du-Wett	0.4	200	0.200	1.07
	0.2	200	0.100	0.93
	0.2	100	0.200	0.90
	0.4	400	0.100	0.89
	0.8	200	0.400	0.81
	0.8	800	0.100	0.58
	0.8	400	0.200	0.54
CitoWett	0.2	800	0.025	0.81
	0.1	400	0.025	0.74

注:有机硅助剂Du-Wet[®]在低容量100~200 L/hm²时,果穗上药剂沉积量最大,在高容量400~800 L/hm²沉积量反而显著降低;CitoWett[®](烷基芳基聚乙二醇醚,BASF)则表现为高的喷液量和助剂用量,沉积量增加。

目前,在生产上,每公顷推荐常规喷液量因药剂和施药器械的不同而有所差异,如触杀型除草剂的人工喷雾量为300~500 L/hm²,拖拉机担架式喷雾量为150~200 L/hm²,航空喷雾量为40~50 L/hm²。内吸型除草剂喷雾量为150~200 L/hm²,拖拉机喷雾量为75~150 L/hm²,航空喷雾量为20~30 L/hm²。某些挥发性强,易造成飘移的除草剂,如2甲4氯、百草敌

等喷雾量不能太小,喷雾量为300~500 L/hm²,拖拉机喷雾量为150~200 L/hm²,航空喷雾量为50 L/hm²。植物油类喷雾助剂在除草剂上应用较多,使用技术也比较成熟。除草剂中加入植物油类喷雾助剂,喷雾量为100~150 L/hm²,拖拉机喷雾量为100 L/hm²比较适宜,可节省助剂用量。

2 桶混助剂研发

2.1 产品设计与开发

桶混助剂的研发是一个系统性的复杂工程,涉及到配方设计、活性组分筛选、性能测试与技术应用等。配方开发首先要明确产品功能:润湿、渗透、黏附、保湿、抗蒸发、沉降、防飘移、pH调节、控制泡沫、兼容等。根据产品功能选择合适的原料,如有机硅、植物油、矿物油、高分子、表活、肥料、生物刺激素、抗逆诱导物质等。通过一种或几种原料的选择,达到预期效果,严禁在助剂配方中添加有农药生物活性的组分或其他禁限用的有毒有害物质。

以多功能喷雾增效剂GY-T1602“迈润”的开发为例,我们首先明确了“迈润”的功能,其具备良好的润湿、渗透、黏附、抗蒸发性,因此在原料选择上通过大量试验筛选,最终配方以具有黏附、保湿、抗蒸发效果的植物油类为主,同时添加具有润湿和渗透性的多种表面活性剂成分(表3,图1)。

表3 多功能喷雾增效剂GY-T1602+25%啶菌胺SC性能测试结果

测试项目	GY-T1602+25%啶菌胺SC	空白对照
表面张力/(mN·m ⁻¹)	24.56	41.12
渗透时间	55秒91	1分59秒
蒸发速率/[μg·(cm ² ·s) ⁻¹]	3.93	4.28
雾滴粒径(VMD)/μm	145.32	131.95
雾滴飘移率/%	9	22

空白对照为25%啶菌胺SC,25%啶菌胺SC有效剂量为300 mL/hm²,增效剂GY-T1602有效剂量为1 125 mL/hm²,测试表面张力和渗透时间均在20℃下进行。

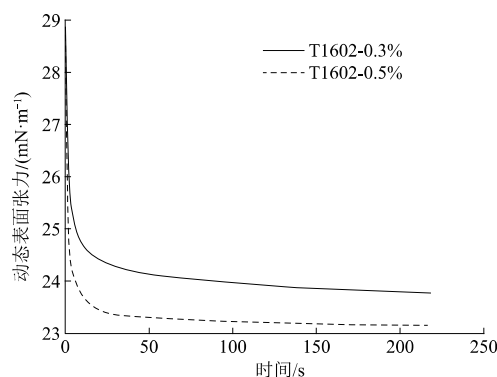


图1 GY-T1602 动态表面张力图

植物叶片角质层是叶内农药扩散的最主要障碍,且植物角质层是一种片状、多孔、高度非均质性的结构,其厚度、化学成分、近轴和远轴角质层表面、各种植物物种之间的水性孔隙等结构的丰度和排列方式都会发生变化。在桶混助剂的研发中要注重区分靶作物的角质层结构特点,利用植物种类、环境条件(如相对湿度)和喷雾配方(包括桶混助剂添加),建立适当的机械数学模型来模拟所涉及的多重复杂过程^[4],才能极大地提高有效成分生物活性的发挥,有针对性地开发出好的桶混助剂产品。

2.2 产品性能测试与质量控制

首先要开展理化稳定性测试。测试项目包括产品的外观、pH值、热贮稳定性、冷贮稳定性、稀释稳定性等;其次是喷雾性能评价,测试指标有润湿性(叶面类型和喷雾液的理化性质决定了喷雾液的润湿面积)^[4]、抗飘移性能(通过测量雾滴大小来表征飘移性,大雾滴比细雾滴更不容易飘移)^[4,11]、抗蒸发

性能、田间沉积量等;最后通过室内生物活性测定与大田应用效果评价后,方可确定产品是否能够上市。关于喷雾助剂的应用效果评价方法,建议评级方法以田间评价为主,室内评价仅做参考,同时指出农药用量以登记注册为准,且要选择不同的气候条件,农药减量试验设计中不同气候条件下农药减量程度也不同。

产品推广应用过程中还需要对兼容性能进行测试(农药活性成分、剂型、叶面肥、水质);混配药剂间协同性测试(拮抗、加和、增效);调整机械与施药参数(喷头、压力、速度、喷液量、距离作物冠层高度、雾滴密度);合理选择气象条件(风、温度、光照、相对湿度、土壤湿度、水质、有机质含量);防治对象、作业时间等(表4)。

表4是迈飞在推广应用过程中所做的兼容性试验,通过试验可以看出添加迈飞后对药剂的稀释稳定性无影响。

表4 迈飞与不同农药的兼容性试验

药剂名称	稀释浓度/ (g·L ⁻¹)	混配稳定性			
		水+药剂		水+药+迈飞(9 g·L ⁻¹)	
		混匀后	静置1 h后	混匀后	静置1 h后
40%氯虫·噻虫嗪WDG	20.0	均匀,有泡沫	底部沉淀1 cm	均匀,有泡沫	底部沉淀1 cm
50%吡蚜酮WDG	20.0	均匀,有泡沫	底部沉淀2.5 cm	均匀,有泡沫	底部沉淀0.3 cm
6%阿维·氯苯酰SC	50.0	均匀,无泡沫	均匀	均匀,无泡沫	均匀
30%苯甲·丙环唑SE	30.0	均匀,有泡沫	底部沉淀0.3 cm	均匀,有泡沫	无沉淀
27%三环·己唑醇SC	80.0	均匀,少量泡沫	沉淀0.4 cm	均匀,少量泡沫	底部沉淀0.4 cm

2.3 产品推广应用

在产品推广应用过程中,要建立产品应用技术指南或手册,这利于产品的科学使用和推广,使其效果充分发挥。标签中涉及产品性能、用途、使用技术、使用方法的内容尽量详细说明。中国农药工业协会已组织完成“农药桶混助剂标签规范”团体标准,对标签格式、内容提出了详细要求:产品性能,包括产品作用原理简介、所具有的明显特点以及所起的主要功能,如润湿、铺展、渗透、促进吸收、抗飘移等;产品用途,应注明该产品可以与哪些农药或哪些类型的农药混用,主要适用的农作物或场所,与农药桶混使用后功效等变化;使用技术、方法应注明该产品的使用方式、使用剂量、与农药或水的加入顺序等信息。

当农药活性组分结构、剂型变化时,与之配伍的喷雾助剂和施药技术也需要相应调整。在产品应

用技术研究中需要广泛测试与试验验证。大量研究表明,沉积量、液滴大小、液滴覆盖率和总液滴数与飘移距离、防治效果或助剂类型高度相关。添加喷雾助剂可显著降低雾滴的飘移,与不含防飘移剂的配方相比可降低50%以上。Guler等^[15]在风洞试验中发现3种不同的飘移延缓剂(聚乙烯醇聚合物、非离子胶体聚合物和聚丙烯酰胺聚合物)在不同气象条件和喷嘴参数下表现不同,聚丙烯酰胺聚合物的雾滴粒径(VMDs)增加最大。也有研究发现植物油助剂在减少飘移方面更有效。

Collin等^[11]评价了农药喷施飘移造成的经济和生态后果。实际田间施药状态下测试了杀虫剂的不同制剂类型悬浮剂(SC)和可湿性粉剂(WP),搭配2种桶混助剂,在地面喷雾时产生的飘移,并在风洞中测量了液滴粒径,以确定是否可以用间接方法代替现场试验来量化这些技术产生的喷雾飘移。结果表明,

与WP配方相比,SC的喷雾飘移降低了37%。通过加入某些喷雾助剂,可减少多达63%的飘移,但这取决于配方/助剂组合^[11]。华南农业大学研究发现,在不同类型的航空喷雾助剂对棉花脱叶的影响试验中,植物油助剂(倍达通、迈飞)对环境变化的适应性强,不受pH值的限制,有可能是最佳的脱叶剂配伍助剂,对照处理的脱叶效果优于有机硅助剂(Y-20079)和高分子聚合物助剂(农建飞和明星瓜尔胶)。

为保护水生生态系统和人类健康,有研究建议使用低飘移喷嘴和抗飘移助剂以及防冰雹网、设置无喷雾缓冲区或树篱等减少飘移的措施。低飘移喷嘴和抗飘移助剂2种防飘移技术对苹果和葡萄的主要害虫都有很好的控制效果,因为两者在处理过的树冠上的沉积量符合标准,并且不会对有益的螨类产生负面影响^[12]。这表明作物本身是一项重要的飘移缓解措施,其有效性是通过低飘移设备或适当的设备设置来实现的,特别是根据树冠发育情况选择喷嘴和风量设置。

另外,在产品使用推广过程中,采用植保无人机或有人机进行航空作业时添加助剂,使用防飘移或低飘移喷嘴,控制施药时的作业参数,制定详细的作业指导书,设置不施药缓冲区或利用绿篱、防风林等有效阻隔雾滴飘移,这些措施均可有效提高药效,减少对环境的危害。

助剂应用技术不仅关系到助剂产品本身的特性和质量控制,更是与配伍使用农药的有效成分、施药器械、气象条件、防治对象的发生危害方式等紧密相关。同一助剂产品因配伍药剂、剂型、施药设备参数条件、防治对象、作物和周围环境等因素均影响助剂的应用效果,因此必须通过大量试验测试,制订差异化的助剂应用技术指南,才能真正达到合理、科学、减量、增效的目的。

3 桶混助剂相关法规

国外对桶混助剂注册、应用有比较成熟的经验,如美国、澳大利亚和欧盟等。一般对助剂涉及的组分以及用于桶混增效的助剂,需要提供相应的数据资料,注册后推荐使用^[16]。

美国是世界上最早开始对助剂管理的国家。20世纪80年代初,美国环境保护署(EPA)根据各种化合物的毒性和暴露危害性对农药助剂进行分类列表(共分为4类)管理。2007年美国实施了《食品质量保护法》,EPA在助剂再评估的基础上,将农药助剂

分为:用于食用(包括用于作物收获前后使用和仅用于作物收获前使用的2类)和非食用作物(包括香料)助剂2类,并分别对其中部分助剂制定了限量、使用范围、方法以及助剂质量要求等。这种管理模式提高了对助剂的要求,比早期助剂分类管理更为严格,以确保农产品的安全。食用和非食用农药助剂名单在互联网上及时发布和更新,以便查询。2014年10月,EPA在接受公众对提案的意见后采取行动,删除了已公布的371种助剂成分名单中的72种助剂,EPA批准使用的惰性成分列表将在联邦登记名单公布后更新^[1,16]。

澳大利亚农药兽药管理局(APVMA)发布了《澳大利亚农药助剂产品登记管理指南》,并已于2009年2月9日起对单独使用或销售的农药助剂实施登记管理。其指出将分2类管理:一类是促进农药药效的,另一类是改善农药使用性能的。前者对登记数据和评估要求多于后者。这种分类管理模式细化了影响产品性能和药效的因素,由此决定登记要求与管理的差异。当助剂为可以促进农药产品药效的单独产品时,需要进行登记。根据要求,APVMA必须保证助剂产品按照标签说明使用是安全和有效的。安全要求是指产品对使用者、消费者、环境和澳大利亚国际贸易无任何不良影响。产品在取得登记前,申请登记者必须提供资料或有效论据,供APVMA及其咨询机构做独立评估,确定其助剂产品按照标签说明使用是安全和有效的。对桶混助剂还需要表述或列出与助剂相容使用的农药名称,如涉及多元混配,还应确定与每种化合物的相容性数据^[16]。

我国实行农药登记管理以来,主要侧重于农药有效成分的管理,对助剂的安全性研究和管理才刚起步,大部分仅限于一些单项管理的探索,如2013年工信部颁布了农药乳油中有害溶剂限量标准。2015年农药检定所在中国农药信息网公开征求意见《禁限用农药助剂名单》(征求意见稿)。新的《农药管理条例》发布后,《农药登记管理办法》提出将根据农药助剂的毒性和危害性,适时公布和调整禁用、限用助剂名单及限量,并要求在申请农药登记时,若需要添加专用助剂的,应当提交相应的试验资料。

我国在桶混助剂的管理上尚未出台相关法规,但桶混助剂的发展应用已经受到社会广泛关注。《农药桶混助剂标签规范》、《植物油类植保无人机农药喷洒专用助剂》、《防飘移桶混助剂施用限量及评价方法》等相关团体标准正在制定,这些标准的

发布与实施对于规范桶混助剂产品,提升农药桶混助剂使用的有效性和安全性起到积极的推动作用。

4 桶混助剂未来发展趋势

4.1 发展空间

农业现代化、机械化的推进,对施药技术的要求有所提高。桶混助剂因其优异的增效作用和灵活多变的搭配方式,便于与新型施药技术、综合防治、田间管理和气候条件等结合,以提升药剂防治效果,达到精准施药、减量增效,推进科学合理安全用药,如有机硅、氮酮、植物油类、矿物油类以及表面活性剂类桶混助剂都曾在农药增效和减量使用方面有突出表现,尤其是农业规模化、专业合作社、专业化防治组织以及农药登记制度变革、施药器械和精准施药技术的快速推进,为桶混助剂的发展提供了巨大的空间。

另外,农药行业与助剂企业的整合、重组、合作越来越多,制剂企业由生产型向服务型的转型,滴灌、水肥药一体化和配肥配药体系建设加快,农药制剂的单一性难以应对病虫草害等有害生物发生危害的复杂性、多样性和施药方式、防治时期以及施药时气象条件变化。喷雾助剂的选择和应用为新型施药技术的快速推广和应用提供了更灵活的选择。

植保无人机喷雾(简称“飞防植保”)是一种新兴的施药技术,在我国发展迅速,防治面积从2014年430万亩次发展到2019年的8.5亿亩次^[17]。飞防助剂以其优越的抗蒸发、抗飘移和增效性能在飞防植保中得到广泛应用,实现了植保无人飞机病虫害防治的高效性和低风险性,生态、经济和社会效益显著。飞防植保面积的飞速扩大为飞防助剂的发展提供了巨大发展空间。

4.2 未来市场

综上所述,桶混助剂的应用已经是一种全球趋势。种植者越来越需要差异化制剂配方和使用桶混助剂,以提高其喷雾方案的功效^[10]。农业施药飘移造成的农药损失具有经济和生态影响。Gaskin等^[13]研究表明,通过添加桶混助剂和改善农药配方,对喷雾溶液进行改性是减轻这些影响的一种重要减飘策略。Fornasiero等^[12]指出,农药的喷雾飘移对水生生态系统和环境有负面影响,包括对非靶标生物的危害,特别是一些杀虫剂的飘移会对有益的节肢动物如捕食性螨虫产生有害影响。根据欧盟最近的一

项指令,减少喷雾飘移是农药可持续使用的必要条件。Gaskin等^[13]指出,葡萄种植者用于控制病虫害的产品有限,而且该行业所代表的市场太小,无法保证专门用于其用途的主要农化产品的开发。

2020年,在我国种植业工作要点中明确提出大力推广绿色生产方式,促进种植业持续发展。持续推进农药、化肥减量增效,深入开展农药、化肥减量增效行动,确保农药、化肥利用率提高到40%以上。随着“绿色植保”理念在全球的广泛传播和我国“化肥双减”行动的开展,桶混助剂在农药减量增效中扮演重要角色。据专家推测,从2018年到2023年桶混助剂市场需求量为50万吨,市值达300亿元^[18],桶混助剂的需求量和增长量将会迎来一个爆发式增长的时代。

参考文献

- [1] 张宗俭. 我国农药助剂的开发与应用研究进展[J]. 农药科学与管理, 2009, 30(1): 42-47.
- [2] 佚名. 农药桶混助剂未来一片璀璨,必将刷新和重塑植保新格局[EB/OL]. (2018-06-02) [2021-01-07]. <http://www.haonongzi.com/m/ninfo.asp?id=79317>.
- [3] 卜训武. 34.5%丙炔噁草酮悬浮剂及其不同桶混助剂配伍室内防除稻田杂草活性试验[J]. 安徽化工, 2014, 40(6): 79-80.
- [4] DE OLIVEIRA R B, PRECIPITO L M B, GANDOLFO M A, et al. Effect of droplet size and leaf surface on retention of 2,4-D formulations[J]. Crop Protection, 2019, 119: 97-101.
- [5] 曹诗函. 防除稻田阔叶杂草除草剂组合及协同增效助剂筛选[D]. 沈阳: 沈阳农业大学, 2019.
- [6] XIAO Q G, XIN F, LOU Z X, et al. Effect of aviation spray adjuvants on defoliant droplet deposition and cotton defoliation efficacy sprayed by unmanned aerial vehicles[J]. Agronomy, 2019, 9(217): 1-15.
- [7] 王振东, 占红木. 果树春季清园首选精致矿物油[J]. 江西农业, 2015(2): 57.
- [8] FELSOT A S, UNSWORTH J B, LINDERS J B H J, et al. Agrochemical spray drift: assessment and mitigation: a review[J]. Journal of Environmental Science and Health, 2010, 46(1): 1-23.
- [9] CREECH C F, HENRY R S, HEWITT A J, et al. Herbicide spray penetration into corn and soybean canopies using air-induction nozzles and a drift control adjuvant[J]. Weed Technology, 2018, 32(1): 72-79.
- [10] GRIESANG F, DECARO R A, DOS SANTOS C A M, et al. How much do adjuvant and nozzles models reduce the spraying drift? drift in agricultural spraying[J]. American Journal of Plant

Sciences, 2017, 8(11): 2785-2794.

- [11] PREFTAKES C J, SCHLEIER J J, KRUGER G R, et al. Effect of insecticide formulation and adjuvant combination on agricultural spray drift[J]. Peer J, 2019,7(e7136): 1-20.
- [12] FORNASIERO D, MORI N, TIRELLO P, et al. Effect of spray drift reduction techniques on pests and predatory mites in orchards and vineyards[J]. Crop Protection, 2017(98): 283-292.
- [13] GASKIN R E, MANKTELOW D W, ELLOTT G S. New adjuvant technology for pesticide use on wine grapes[J]. New Zealand Plant Protection, 2002, 55:154-158.
- [14] TREDENIVK E C, FARRELL T W, FORSTER W A. Mathematical modeling of diffusion of a hydrophilic ionic fertilizer in plant cuticles: surfactant and hygroscopic effects[J]. Frontiers in plant

science, 2018, 9(1888): 1-21.

- [15] GULER H, ZHU H, OZKAN H, et al. Wind tunnel evaluation of drift reduction potential and spray characteristics with drift retardants at high operating pressure[J]. Journal of ASTM International, 2006, 3(5): 1-9.
- [16] 王以燕, 张宗俭, 巨育红, 等. 澳大利亚农药助剂产品登记管理[J]. 世界农药, 2017, 39(6): 6-11.
- [17] 中国航空运输协会. 2019中国民用无人机发展报告[EB/OL]. (2020-07-22)[2021-01-07]. <https://uav.huanqiu.com/article/3z9ZP1kCv3K>.
- [18] 丁平平. 农药桶混功能性助剂, 必将掀起一场植保技术的革命风暴[J]. 农资与市场, 2018(6): 72-76.

(责任编辑:高蕾)

(上接第 18 页)

tion, 2020, 265: 121851-121860.

- [26] TANG J Y, DING G L, NIU J F, et al. Preparation and characterization of tebuconazole metal-organic framework-based microcapsules with dual-microbicidal activity[J]. Chemical Engineering Journal, 2019, 359: 225-232.
- [27] SHAN Y P, CAO L D, MUHAMMAD B, et al. Iron-based porous metal-organic frameworks with crop nutritional function as carriers for controlled fungicide release[J]. Journal of Colloid and Interface Science, 2020, 566: 383-393.
- [28] YANG J J, TRICKETT C A, ALAHMADI S B, et al. Calcium

L-lactate frameworks as naturally degradable carriers for pesticides [J]. Journal of American Chemical Society, 2017, 139 (24): 8118-8121.

- [29] GUAN Y G, TENG Z, MEI L, et al. An entrapped metal-organic framework system for controlled release of ethylene[J]. Journal of Colloid and Interface Science, 2019, 533: 207-215.
- [30] ZHANG B C, LUO Y G, KANYUCK K, et al. Development of metal-organic framework for gaseous plant hormone encapsulation to manage ripening of climacteric produce[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2016, 64(25): 5164-5170.

(责任编辑:高蕾)

除草剂莠去津的优缺点及科学使用

莠去津是三氮苯类光系统 抑制类除草剂。药剂主要经植物根吸收后沿木质部随蒸腾迅速向上传导到分生组织及绿色叶片内,抑制杂草光合作用,使杂草饥饿而死亡。莠去津的选择性是由不同植物生态及生理生化等方面的差异而致。在玉米体内,有效成分被玉米酮酶分解生成无毒物质,因而对玉米安全。莠去津具有杀草谱广、持效期长、防效好、成本低、使用便捷等优点,可广泛应用于玉米、甘蔗、高粱等作物田做苗前或苗后早期处理防除阔叶杂草和部分禾本科杂草,其除草活性高于西玛津、氟草津等同类药剂。自20世纪80年代我国开始使用莠去津后,莠去津已成为我国使用最广泛的除草剂之一。目前我国登记的莠去津产品近1000个(含混剂)。北方玉米田使用莠去津更加普遍。2015年,据调研发现,东北地区玉米田除草剂主打品种以莠去津及其与乙草胺、2,4-滴丁酯等复配制剂为主,市场占有率与使用面积均达80%以上,吉林、黑龙江部分地区达90%以上。

莠去津缺点是土壤残留期长,尤其在东北地区土壤干旱、粘重、有机质含量高、温度低、降雨少的环境下降解更加缓慢,易导致敏感作物尤其是阔叶作物如大豆、花生、菜类、瓜类等的残留药害。调研发现,黑、吉、辽、蒙4省(区)玉米平均每生长季防治1.2次,除草剂亩使用量300~500 g,超过推荐用量的30%~50%。吉林、辽宁、黑龙江部分地区甚至超过推荐用量的2.5~3倍,导致后茬豆类、阔叶蔬菜、瓜类等受害,影响种植结构调整,苗后使用,易造成临近的阔叶作物棉花、瓜类、豆类、花生、马铃薯、向日葵等受到漂移药害。另外,莠去津的水溶性大,易被雨水淋溶,进入地下水中污染环境。如果长期持续超量使用,环境中莠去津(ATZ)及其主要降解物质(ATZs,包括DEA、DIA、DACT、ATZ-OH等)会对人体的内分泌系统、免疫系统和生殖系统产生毒性。因此,生产中应采取的措施,减少莠去津使用量。一是采用除草效果理想、对作物安全、对环境友好、成本相对低廉的除草剂取代莠去津;二是通过莠去津与其他低风险除草剂混用、添加助剂等措施,降低莠去津单位面积的投入量;三是采用综合治理措施,减少化学除草剂总体投入量。

(来源:iweed)