

# 喷雾助剂在微生物农药中的应用

刘怀高, 曾爱军\*, 何雄, 于辉 (中国农业大学药械与施药技术中心, 北京 100094)

**摘要** 通过对目前国内微生物农药制剂现状、喷雾助剂的功能要求以及应用于微生物农药的可行性进行分析, 提出使用喷雾助剂作为微生物农药施用的助剂。

**关键词** 微生物农药; 制剂; 喷雾助剂

中图分类号 S482.92 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2007)13-03898-02

## Application of Spraying Adjuvant Agent in Micropesticide

LIU Hui-gao et al. (Center of Spraying Equipment and Pesticide Applying Technology, China Agricultural University, Beijing 100094)

**Abstract** The present situation of micropesticide formulation in domestic, the traits of spraying adjuvant agent and its feasibility applied to micropesticide were analyzed. The spraying adjuvant agent as the additive agent mixed into micropesticide was suggested.

**Key words** Micropesticide; Formulation; Spraying adjuvant agent

相对于化学农药, 生物农药与人类未来的生产生活方式、食品安全、营养健康、生态平衡、生物多样性保护都具有良好的相容性<sup>[1-3]</sup>。美国商业通讯公司(BCC)在最新发布的研究报告中指出, 未来5年世界生物杀虫剂需求量将以每年9.9%的速度增长, 将由2005年的6.7亿美元增加到2010年的16亿美元; 而同期传统化学合成杀虫剂的需求量将以年均1.5%的速度递减, 将从2005年的260亿美元降至2010年的242亿美元。由此可见, 生物农药将会在21世纪得到长足的发展, 成为农药市场中发展最快的部分。

虽然生物农药的研发工作已经开展了近半个世纪, 但和化学农药相比, 生物农药目前市场份额不足全球市场的5%。究其原因, 首先与生物农药自身的发展状况有关; 其次与当前生物农药的制剂水平和施药技术有关; 另外还与当前农业从业人员的植保知识水平有关。朱昌雄指出, 生物农药的制剂加工好坏或制剂水平的高低, 已成为微生物农药开发成功的瓶颈<sup>[4]</sup>。

### 1 微生物农药制剂加工难度及现状

微生物农药是目前生物农药的一个最主要组成部分, 不论在基础研究还是产业化方面均走在整个生物农药领域的前列。微生物农药是由各种目标害物的病原微生物经不同生产方法获得的生物农药。这些病原微生物主要有细菌、真菌、病毒、线虫和原生动物等。因此, 微生物农药的理化特性、作用机理与应用环境等决定了其与化学农药有很大的不同。微生物农药剂型的好坏除影响其在制备、储藏和分散过程中的稳定性外, 还因其理化特性各异, 不仅影响到施用机具的工作性能, 影响雾滴的形成、大小及其运动行为等, 而且还影响到生物农药施用后在靶标上的沉积、分布和附着性能, 以及保护有效活体抵抗不利因素的影响。

目前, 微生物农药制剂加工主要模仿化学农药剂型, 基本涵盖了化学农药的剂型种类。目前国内大多数微生物农药制剂品种相对于国外同类品种还处于较低水平, 制剂性能指标达不到标准要求, 如制剂稳定性、悬浮性、润湿展着性等。这是我国微生物农药长期处于较低水平, 与国外制剂

水平产生较大差距的原因, 同时也限制了我国大多数微生物农药的推广应用<sup>[4]</sup>。

微生物农药的制剂加工比化学农药的加工难度更大, 不能简单地模仿化学农药的加工方式, 因为有以下不同于化学农药的加工特性。

(1) 微生物农药属于活体生物。一般微生物活体的生命周期短, 而且对外界环境因素比较敏感, 如紫外线、温湿度、酸碱度、光照强度均能对微生物的活性产生影响。如, 球形芽孢杆菌悬浮剂在碱性条件下杀虫活性迅速降低; *Bt* 在自然环境下的半衰期为4~7 d<sup>[4]</sup>, 受紫外线辐射影响 *Bt* 制剂的药效期仅有3~5 d<sup>[5]</sup>。由此可见, 微生物农药制剂在日常条件下的贮存稳定性差。在冷贮条件下, 微生物休眠, 可以在一定程度上提高贮存稳定性<sup>[6]</sup>。但冷贮成品制剂, 占用大量场地, 消耗大量能源, 相应地会增加生产成本, 不利于微生物农药的推广。

(2) 微生物都是颗粒个体, 它们是不溶于水的生物活体, 其颗粒大小可以从不足0.5 μm到1000 μm以上(线虫)。这种颗粒性和疏水性直接影响其制剂的润湿性、分散性和悬浮性等物理性能。但在使用过程中, 又必须将有效活体与载体混合均匀施用于不同的靶标上, 并均匀分布获得有效沉积, 而且维持活性。按照化学农药的制剂模式制成的微生物农药制剂在润湿性、分散性、悬浮性等物化性能方面相对于化学农药都存在很大的差距。目前在农药制剂的考察指标中, 几乎没有针对施药液后药液分布情况的考察, 而微生物农药正因为不同于化学农药, 除了制剂中的微生物含量是其中一项考察指标外, 如孢子(菌)数、活孢(菌)率<sup>[7]</sup>, 施药液后的物化指标(如润湿性、展着性能等)也是考察的重点。

(3) 微生物农药的活体对某些农药助剂敏感, 该助剂可能完全不能使用, 可能造成活体死亡或者孢子自然萌发、生物降解<sup>[8]</sup>。因此, 在选择助剂时, 必须选择与微生物农药具有相容性、对环境安全的助剂。

(4) 一些加工方面的手段也限制了微生物农药制剂的加工。如, 为了提高悬浮率, 在生产悬浮剂时减小颗粒细度进行高剪切的打磨, 易破坏活体生物的组织, 使其失活或致死; 生产粉剂时的粉碎过程也可能对微生物个体产生伤害; 生产乳油制剂的有机溶剂多为苯、甲苯等, 对环境有负作用, 这与生物农药的环保原则背道而驰。

基金项目 农业部农作物病虫害草害生防资源研究与利用重点实验室开放基金项目。

作者简介 刘怀高(1978-), 男, 湖北石首人, 硕士研究生, 研究方向: 农药制剂、药械及使用技术。\* 通讯作者。

收稿日期 2007-03-02

尽管如此,目前微生物农药的剂型加工仍然是模仿化学农药进行的,但有些制剂是微生物农药特有的,无法与化学农药类比。如,细菌杀虫剂Bt可加工为乳悬剂、水分散性颗粒剂、微胶囊剂等;真菌杀虫剂白僵菌和绿僵菌可制成可湿性粉剂、孢子粉油剂、孢子水悬剂、白僵菌微囊剂和绿僵菌菌丝体颗粒剂等;真菌除草剂粉剂和干粉状制剂,等。总的趋势是微生物农药剂型的加工逐渐由水基剂向油基剂,从液体制剂向固体制剂,从粉末状制剂向颗粒状制剂方向发展。

## 2 喷雾助剂用于微生物农药的功能要求

喷雾助剂是有别于农药加工助剂的一种助剂。在农药喷施前临时加入药桶或药箱中,混合均匀后改善药液理化性质的农药助剂,又被称为桶混助剂<sup>[9]</sup>。其种类、功能多样,用量不固定,具备很强的灵活性。农药喷雾助剂种类主要有非离子表面活性剂、矿物油型助剂、植物油型助剂等,用于微生物农药的喷雾助剂的功能要求有: 喷雾助剂对活体生物不会造成伤害,最好是无毒的天然产品,可为植物吸收利用和土壤微生物分解,符合绿色食品和有机食品的生产要求;混合均匀后,药液中的活体生物个体具有良好的分散性、悬浮性和被保护作用;能增进药液在靶标叶片或害虫体表的润湿、渗透和粘着性能,减少水分挥发、飘移损失,耐雨水冲刷,增加药效,减少用药量,提高农药利用率;对环境的适应性好,在高温低湿、强光照下能维持活体活性,保证药效持续时间长;喷雾助剂容易获得,用量省,操作使用方便;可采用现有喷洒机具进行低容量或超低容量喷雾,节水节能,提高作业效率。

## 3 喷雾助剂应用于微生物农药的可行性

(1) 喷雾助剂的使用是随用随混,即将微生物农药冷藏后,采用冷藏箱将微生物农药带至田间,解冻后可保持微生物农药活体的活性。不仅直接冷藏微生物农药费用比制成制剂后冷藏的费用低很多,而且冷藏方式可以提高微生物农药的贮存稳定性。另外,也可以减少场地空间的占用,减少耗能。

(2) 由于微生物农药的个体与水或其他载体不能互溶,当以雾滴形式喷施时,一般不宜采用太细小雾滴喷雾。这是因为若采用小孔径喷头以细雾喷施,容易堵塞喷嘴;细小雾滴虽然穿透性、附着性好,覆盖率高,用药省,但单个小雾滴含有效物少,甚至为空白的无效雾滴,同时小雾滴易受环境因素影响,飘移到非靶标区,或者在空气中水分蒸发,微生物个体失水可能导致微生物个体死亡或半衰期缩短。而大雾滴含有足够的活性成分,又保持有一定的湿度,有利于活体的存活,但施药量大,大雾滴容易从叶面上滚落,附着性、捕获性差,有效利用率低。如果加入喷雾助剂增加雾滴的粘着性能和展布性能后,大雾滴则能粘附于靶标表面并迅速展布,可以避免飘移和流失。

(3) 一般作物表皮覆盖着亲油性蜡质。若雾滴表面张力高于叶面临界表面张力,则形成与叶面不浸润的液珠,极易滑落。加入喷雾助剂后,药液表面张力降低,增加药液浸润

叶面的能力和药液持留能力。目前大多数农药制剂未考虑该问题。某些化学农药中表面活性剂的用量没有达到其本身的临界胶束浓度(CMC),有些药剂的推荐浓度与表面活性剂达到临界胶束浓度时的药液浓度相差10倍以上<sup>[10]</sup>,所以无从考察药液与作物临界表面张力的关系。这也是目前造成化学农药喷施后流失和污染环境的重要原因。微生物农药若采用喷雾助剂,则可针对所喷施作物的临界表面张力,进行合理配比施药,使得药液所载微生物农药均匀地分布于作物表面。应注意的是,若降低药液的表面张力,则易使药液喷施后持留量减少<sup>[11]</sup>。

(4) 对于外界环境对微生物农药的影响,可在药液中增加防紫外线助剂如荧光素钠、七叶灵、小檗碱等<sup>[12]</sup>;为防止药液蒸发过快而导致微生物个体死亡或半衰期缩短,可在助剂中加入抗蒸发剂以保持微生物个体生存所需的水分。

(5) 由于生物农药药效发挥缓慢,目前生物农药多与化学农药混用。这既能迅速控制病虫害的危害,又能长远治理病虫害。但是某些生物农药和化学制剂的相容性差,加入喷雾助剂可增强微生物农药与化学农药制剂的相容性,达到综合治理的目的。

(6) 喷雾助剂多为易降解的化合物,可被植物和土壤生物分解,被植物吸收利用,而且用量少,有效解决了大剂量施药所带来的环境污染问题。

## 4 结语

尽管喷雾助剂在应用于微生物农药中有很多优势,但是要真正实现喷雾助剂添加于生物农药中还要做大量工作。首先,应对喷雾助剂的配方进行筛选;其次,应研究不同作物表面的临界表面张力和表皮性质;再次,由于环境因素对生物农药的影响明显,所以对微生物农药添加喷雾助剂后的生物测定工作也很重要;最后,施药时,施药人员必须具备较高的植保技术水平。

## 参考文献

- [1] 陈齐斌,季玉玲.化学农药的安全性评价及风险管理[J].云南农业大学学报,2005,20(1):99-106.
- [2] 朱昌雄,杨怀文.我国生物农药产业发展的热点问题分析与建议[J].现代化工,2005,25(12):1-5.
- [3] DEVSETTY B N, WANG Y, SUDERSHAN P, et al. Formulation and delivery systems for enhanced and extended activity of biopesticides[J]. ASTM Special Technical Publication,1998,1347:242-272.
- [4] 朱昌雄,蒋细良.微生物农药剂型研究发展趋势[J].现代化工,2003,23(3):4-9.
- [5] 殷向东.生物源杀虫剂研究应用进展及其在我国的发展思路[J].农药,1999,38(11):45-46.
- [6] RODHAMDK, WANG Y, CANFELL J B, et al. Formulating microbial biocontrol agents[J]. Pestic Sci, 1999,55:340-342.
- [7] 赵永贵.生物农药[M].北京:中国科学技术出版社,1995:130.
- [8] 彭可凡,林开春.农药助剂对苏云金杆菌毒力的影响及新液剂研制[J].微生物学通报,2000,27(4):242-245.
- [9] 邵维忠.农药助剂[M].3版.北京:化学工业出版社,2003.
- [10] 顾中言,许小龙,韩丽娟.杀虫剂药液中表面活性剂的临界胶束浓度及表面张力[J].江苏农业学报,2002,18(2):89-93.
- [11] 顾中言,许小龙,韩丽娟.作物叶片持液量与溶液表面张力的关系[J].江苏农业学报,2003,19(2):92-95.
- [12] 彭可凡,林开春.农药助剂对苏云金杆菌毒力的影响及新液剂研制[J].微生物学通报,2000,27(4):242-245.