

◆ 加工与分析 ◆

漆酚改性表面活性剂的制备与应用

王永生, 吴亚清, 周天宽

(金浦集团江苏钟山化工有限公司, 南京 210038)

摘要:为了开发环保型表面活性剂以替代壬基酚聚氧乙烯醚,并将其应用到农药配方中,本文合成了不同环氧乙烷(EO)数的漆酚聚氧乙烯醚表面活性剂(QF)及其磷酸酯,测试其基本物理化学指标,并将其应用于高效氟氯氰菊酯乳油和水乳配方中。结果表明,在10%高效氟氯氰菊酯乳油配方中,QF-11和异癸醇聚氧乙烯醚(5EO,U5)协同后,在乳化和润湿性能上与NP-10比较接近。而由QF-11磷酸酯/蓖麻油聚氧乙烯醚(BY-125)制备的5%高效氟氯氰菊酯水乳剂液滴的平均粒径较小,热贮实验后粒径变化不大,是一个稳定性比较好的乳液体系。QF-11和U5协同后,可以成为NP-10替代品,而由QF-11磷酸酯/蓖麻油聚氧乙烯醚(BY-125)制备的5%高效氟氯氰菊酯水乳剂在乳化剂用量为6%时,其稳定性最佳。

关键词:漆酚;环氧乙烷;磷酸酯;高效氟氯氰菊酯

中图分类号:TQ 450.6 **文献标志码:**A **doi:**10.3969/j.issn.1671-5284.2020.03.010

Synthesis and Application of Acanthol Modified Surfactant

WANG Yongsheng WU Yaqing ZHOU Tiankuan

(GPRO Jiangsu Zhongshan Chemical Co., Ltd., Nanjing 210038, China)

Abstract: In this paper, an environmentally friendly surfactant is developed to replace nonylphenol ethoxylates and applied to pesticide formulations. Critical micelle concentrations and surface tensions of Urushiol polyoxyethylene ether surfactants (QF) have been measured, and these surfactants were applied to the Cyhalothrin EC and EW formulation. Results show that the emulsification and wettability of the mixture (QF-11 and Isodecanol polyoxyethylene ether) were similar to those of NP-10 in 10% beta-cyhalothrin emulsifiable concentrate. The average particle size of 5% beta cyhalothrin EW prepared by QF-11 phosphate ester and castor oil polyoxyethylene ether (BY-125) is smaller. The particle size after heat storage remains stable, and it is a stable emulsifying system. When QF-11 and U5 work together, the mixture can be used as a substitute for NP-10. QF-11 phosphate can be used in the formulation of 5% beta-cyhalothrin EW. It is found that the stability of 5% beta-cyhalothrin EW formulation prepared by QF-11 phosphate ester and castor oil polyoxyethylene ether (BY-125) is the best, when the emulsifier dosage is 6%.

Key words: urushiol; ethylene oxide; phosphate; cyhalothrin

表面活性剂是一种两亲性物质,它能在界面吸附,也可以在溶液中形成各种形状的有序聚集体,因此具有润湿、增溶、乳化、分散等性能,这些性能在日常生活和工业生产中被广泛应用。随着工业技术的不断发展,已有很多表面活性剂得到了广泛的应用,诸如壬基酚聚氧乙烯醚表面活性剂,但这种

物质被使用后会随着空气融入到环境中,而其降解产物存在很强的环境污染性^[1-2],对生态系统产生不良影响。所以,市场上对于绿色表面活性剂的需要呼声渐起,从而使其逐渐变成了表面活性剂在今后一段时间内的主要发展方向。这里提及的绿色表面活性剂,主要是指生产材料来自天然资源,并且生

收稿日期:2020-05-09

作者简介:王永生(1980—),男,江苏南通人,博士,高级工程师,从事表面活性剂合成及农药助剂配方开发。E-mail:wysjeki@163.com

产过程也满足绿色化学的标准,同时还有着非常好的生物相容性、可降解性等特点的产品^[3-8]。

生漆,是来自自然环境中的树脂材料,主要由漆酚、树胶及其他化学成份组成。而漆酚在生漆中含量最高,它是一种儿茶酚衍生物,具有长的不饱和和碳氢侧链结构,由饱和漆酚、单烯漆酚、双烯漆酚和三烯漆酚等漆酚类化合物组成^[9-10]。由于其具有酚羟基,所以可以通过聚合进行改性,从而作为表面活性剂应用于其他很多领域。笔者合成了漆酚非离子类的表面活性剂,分析了该产品的物化性质,并探究了其在高效氟氯氰菊酯乳油助剂上的使用。为了能够有效提升使用性能和适用性,对该产品展开了相应的改性工作,并探究了产品在高效氟氯氰菊酯水乳剂^[11-12]方面的一些应用。

1 实验材料与方法

1.1 主要原料及试剂

漆酚(工业级),武汉国漆厂;环氧乙烷(工业级),中国石化扬子石油化工有限公司;五氧化二磷(工业级),襄阳高隆磷化工有限公司;氢氧化钾(AR),阿拉丁;高效氟氯氰菊酯(工业级),江苏扬农化工集团有限公司;异癸醇聚氧乙烯醚(U5,工业级)、蓖麻油聚氧乙烯醚(BY-125,工业级),江苏钟山化工有限公司。

1.2 主要仪器

JYW-200A表面张力仪,成都仪器厂;JS94HM微电泳仪,中晨数字技术设备有限公司。

1.3 合成步骤

1.3.1 漆酚系列表面活性剂的合成

称取200 g漆酚和一定量的KOH,在室温环境中置于高压反应釜内,搅拌中升温到120℃,脱水1 h。通N₂,并进行两次气体置换。随后,升温到135~145℃,将液体状态的环氧乙烷以一定量加入到反应釜当中,并将釜压升至200 kPa,待反应进行时,继续通入环氧乙烷,反应温度保持在135~145℃,控制压力在 $2.0 \times 10^5 \sim 3.0 \times 10^5$ Pa。当反应完全结束后降温至100℃以下中和出料。

1.3.2 QF系列磷酸酯的合成

在放置有磁子、温度计及冷凝回流管,且规格为500 mL的三口烧瓶中添加漆酚聚氧乙烯醚,在一定转速下依次添加P₂O₅。在进行药品的投料过程中温度需时刻维持在50℃左右,投料完毕后加热到65~75℃,并维持4 h,酯化结束后继续加水,水解反应1 h,取样测试其单酯双酯含量及酸值等指标。

1.4 表面张力的测定

用去离子水配制质量浓度分别为 2.0×10^{-5} 、 2.0×10^{-4} 、 6.0×10^{-4} 、 2.0×10^{-3} 、 6.0×10^{-3} 、 2.0×10^{-2} 、 4.0×10^{-2} 、 6.0×10^{-2} 、 10.0×10^{-2} g/L的漆酚(QF)表面活性剂/H₂O溶液,以表面张力仪测定24.9~25.1℃时不同浓度QF表面活性剂/H₂O溶液的表面张力 γ 。

1.5 水乳剂乳液体积分数的测定

将等体积的水乳剂装至平底具塞试管中,放置于54.9~54.1℃水中,14 d后进行乳液的高度测量,其中H_Z为液体总高度,H_R为未分层的乳状液高度,根据式(1)对乳液的体积百分比P(%)进行计算。

$$P = \frac{H_R}{H_Z} \times 100\% \quad (1)$$

1.6 Zeta电位的测定

在室温条件下,取摇匀后的水乳剂样品0.1 mL加入到10 mL去离子水中稀释,混合均匀,并通过微电泳仪对其Zeta电位进行测定,对每组样品进行5次检测,并计算其平均电位数值。

1.7 表面活性剂泡沫的制备

将40 mL浓度分别为0.5、1.0、2.0 mmol/L的QF-11表面活性剂水溶液和2.0 mmol/L的NP-10水溶液分别加入到250 mL的具塞量筒中,用力上下振摇25次产生泡沫,记录初始泡沫体积,并在随后记录泡沫体积随时间的变化。

2 结果与讨论

2.1 QF系列表面活性剂的一般性质

图1是不同EO数的QF表面活性剂/H₂O溶液的表面张力图。由图1可见,QF-8、QF-11、QF-14的临界胶束质量浓度分别为 5.0×10^{-3} 、 7.0×10^{-4} 、 5.0×10^{-4} g/L。从图1中还可以发现3条线均为曲线,每条曲线的趋势均为先快速下降,再逐步达到平衡,这是由于QF系列表面活性剂在低浓度时能够溶解在水溶液中,表面吸附量比较少。随着QF系列表面活性剂浓度升高,到达一定浓度后逐步在表面吸附,当吸附饱和后表面张力就会趋于稳定。在每条曲线上还可以发现都存在一个最低点,这是由于溶液里存在的一些杂质聚乙二醇与表面活性剂协同作用而引起的。QF-8、QF-11、QF-14达到临界胶束浓度后它们的最低表面张力分别为33、36、40 mN/m,说明随着EO数的增加它们降低表面张力的能力逐步下降。表面活性产生的原因是水与油基产生的斥力降低了表面自由能,从而降低了表面张力。因此从分子结构上来分析,由于QF系列表面活性剂的亲油基团是

不变的,随着EO数目的增加,亲水基团不断增大,EO链通过氢键与水发生强烈的亲合作用,使得分子的亲水能力上升,水与油基部分的斥力减小,从而表面活性降低^[13-14]。

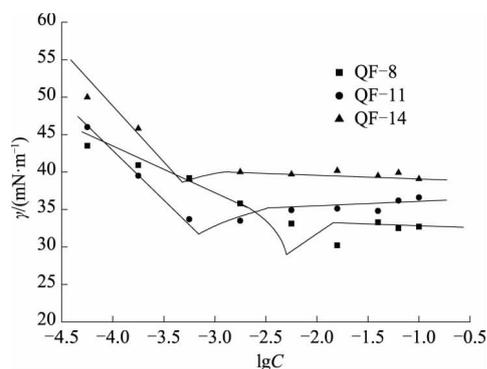


图1 QF表面活性剂/H₂O体系的表面张力

表1为不同EO数相对的QF系列表面活性剂的浊点及HLB值。由表1可见,EO数的不断上升使得其亲水性也在慢慢地增加,所以出现了浊点相应的增加,HLB值的上升。

表1 不同EO数对应的QF系列表面活性剂的浊点和HLB值

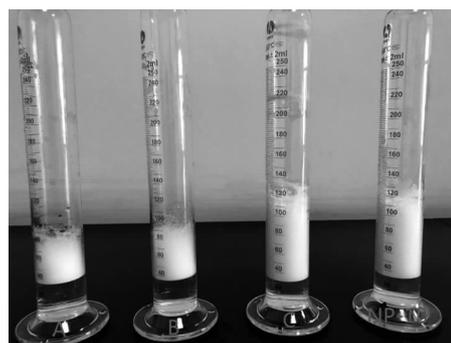
QF系列	EO摩尔数	浊点/°C	HLB值
QF-5	5		9.0
QF-8	8	42 (10%乙醇溶液)	10.5
QF-11	11	68	12.2
QF-14	14	83	13.4
QF-16	16	90	14.2
QF-18	18	82 (5%氯化钠)	14.6

注:浊点测量时配制成1%的溶液进行测量,未特殊说明的为水溶液。

发泡性主要指表面活性剂在外界环境,例如外力作用下导致泡沫的出现,而泡沫所具有的稳定性的主要指泡沫可以保持的时间,可通过半衰期来表示。泡沫半衰期主要是指泡沫体积降到其初期体积

一半时所经历的时长。在此考察了QF-11的泡沫的稳定性,并与NP-10展开比较,将QF-11与NP-10的不同浓度溶液放置在具塞量筒当中,在摇晃之后都会有泡沫出现。

如图2所示,QF-11在浓度分别为0.5、1和2 mmol/L时,泡沫初始体积分别为55、70和100 mL。随着活性剂浓度的不断提高,其初始泡沫的体积也会增大,即发泡性越强。而NP-10在浓度为2 mmol/L时,泡沫初始体积也为100 mL。因此表面活性剂QF-11的发泡能力与NP-10相当。这是由于泡沫产生的过程,也是表面能增加的过程,当QF-11浓度升高,体系的表面张力下降,在更低的表面张力下有助于泡沫的形成^[15-16]。



注:QF-11的浓度从A到C分别为0.5、1.2 mmol/L。

图2 不同浓度的QF-11溶液和2 mmol/L的NP-10溶液形成的泡沫外观

2.2 QF系列表面活性剂在10%高效氟氯氰菊酯乳油中的应用

QF系列表面活性剂与NP-10在10%高效氟氯氰菊酯乳油制剂中的稳定性见表2,实验证明,QF-11或QF-14与农乳500#进行配合使用能够制得符合10%高效氟氯氰菊酯乳油性能的样品,其各项参数及外观与标准样品相一致,200倍稀释液蓝光很明显,说明其稳定性优良。

表2 QF系列及NP-10在10%高效氟氯氰菊酯乳油制剂200倍稀释液中的稳定性

乳油样品	乳化剂 (阴离子/非离子)	用量(w/w)/%	溶剂	分散性	热储		冷藏	
					外观	稳定性	外观	稳定性
10%高效氟氯氰菊酯	500#/NP-10	10	C10	好	合格	合格	合格	合格
	500#/QF-5	10	C10	差				
	500#/QF-8	10	C10	差				
	500#/QF-11	10	C10	好	合格	合格	合格	合格
	500#/QF-14	10	C10	好	合格	合格	合格	合格
	500#/QF-16	10	C10	好	不合格	不合格	不合格	不合格
	500#/QF-18	10	C10	差				

农药中的乳化剂不但会对农药的理化性质稳

定性产生影响,同时还会对乳油稀释水溶液的粒

度、表面张力及药效等产生相应的影响。由表3可见QF-11、QF-14在渗透性和表面张力这2项指标上要比NP-10较差。

表3 不同乳化剂的乳油样品的乳液渗透力和表面张力

名称	渗透时间/s		表面张力/(mN·m ⁻¹)	
	20倍	100倍	500倍	1000倍
NP-10	13	79	38.2	42.0
QF-11	56	312	40.1	45.2
QF-14	75	500	40.5	45.6

为了使得产品的性能和效果与NP-10的制剂相

表4 QF系列与U5复配后在10%高效氟氯氰菊酯乳油制剂200倍稀释液的稳定性

乳油样品	乳化剂 (阴离子/非离子)	用量(w/w)/%	溶剂	分散性	热储		冷藏	
					外观	稳定性	外观	稳定性
10%高效氟氯氰菊酯	500#/NP-10	30	C10	好	合格	合格	合格	合格
	500#/QF-11/U5	30	C10	好	合格	合格	合格	合格
	500#/QF-14/U5	30	C10	好	合格	合格	合格	合格

表5 配制不同乳化剂的10%高效氟氯氰菊酯乳油样品的乳液渗透时间和表面张力

名称	渗透时间/s		表面张力/(mN·m ⁻¹)	
	20倍	100倍	500倍	1000倍
NP-10	13	79	38.2	42.0
QF-11/U5	13	76	37.6	41.2
QF-14/U5	14	90	38.5	32.6

2.3 QF磷酸酯在5%高效氟氯氰菊酯水乳剂中的应用

2.3.1 QF磷酸酯在5%高效氟氯氰菊酯水乳剂中乳化剂的选择

在制备水乳剂的过程中,乳化剂的选择十分关键。实验中所使用的含6种混合乳化剂(QF磷酸酯与BY-125的质量比为2:1)的水乳剂,在进行水乳剂粒径和热贮实验过程中,分别分析了乳化剂种类对高效氟氯氰菊酯水乳剂稳定性所产生的影响。在此实验当中,样品均为5%的高效氟氯氰菊酯,乳化剂量为6%,环己酮量为8%,去离子水补足100%。结果见表6。

由表6可见,以QF-11P/BY-125两种表面活性剂协同作用下所制得的高效氟氯氰菊酯水乳剂的粒径非常小,并且具有非常均匀的乳液,且流动性极佳,热贮之后粒径并未出现改变,产品的稳定性比别的乳化剂所制得的样品要更好。QF-11P是阴离子表面活性剂中的一种。其在溶液中会出现电离,并吸附在界面之上,增加液滴的负电荷数量,从而在

液滴上形成双电层构造,最终出现电势差,因而避免液滴间的融合。此外,乳化剂的疏水端会进入到液滴表层上,出现具有极高稳定性的液滴界面膜,空间膜所产生的位阻效用,这会有效维持液滴间的间距,从而提高了水乳剂的稳定性^[17-18]。

加入10%的U5与QF系列协同后,制剂的润湿性有了很大的改善。表5为配制不同乳化剂的10%高效氟氯氰菊酯乳油样品的乳液渗透时间和表面张力。从表5可见,QF-11/U5与NP-10在渗透性和表面张力这两项指标上相接近,而QF-14/U5则较差。

液滴上形成双电层构造,最终出现电势差,因而避免液滴间的融合。此外,乳化剂的疏水端会进入到液滴表层上,出现具有极高稳定性的液滴界面膜,空间膜所产生的位阻效用,这会有效维持液滴间的间距,从而提高了水乳剂的稳定性^[17-18]。

表6 不同乳化剂制备高效氟氯氰菊酯水乳剂的平均粒径和热储实验结果

乳化剂	平均粒径/μm	热储前乳液状态	热储后现象
QF-5P/BY-125	3.63	未完全乳化	
QF-8P/BY-125	1.73	有未完全乳化油相	
QF-11P/BY-125	0.72	完全乳化	乳液分层
QF-14P/BY-125	1.01	完全乳化	有油析出
QF-16P/BY-125	1.97	有未完全乳化油相	
QF-18P/BY-125	3.68	未完全乳化	

注:空白表示乳化不合格,未进行热储实验。

2.3.2 助剂用量对体系稳定性的影响

生成乳状液,其实是大液滴被分散成小液滴的过程。这一过程在很大程度上扩大了相界的表面积及界面势能,所获得的能量会影响体系的稳定性。因为表面活性剂具有疏水端和亲水端,可以在油水界面中进行吸附从而发挥平衡效应,进而有效减少界面能,导致水乳剂系统可以处在一个相对稳定的状态。其表面活性剂量的多少会对界面层的吸附量及厚度产生影响,因此乳化剂的剂量是分析乳状液稳定性的核心变量。对水乳剂粒径及Zeta电位进行的检测,主要是为了研究乳化剂浓度对其稳定性所产生的影响,研究数据如图3~5所示。

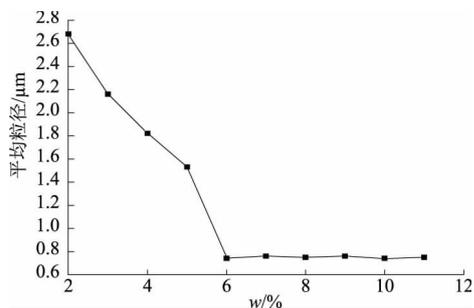


图3 QF-11P/BY-125 用量对水乳剂平均粒径的影响

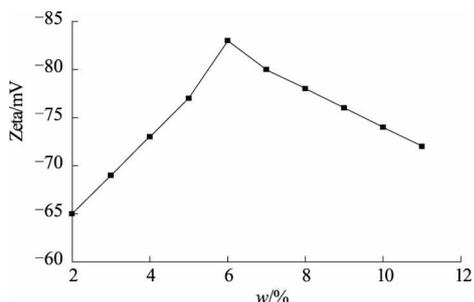


图4 QF-11P/BY-125 用量对水乳剂 Zeta 电位的影响

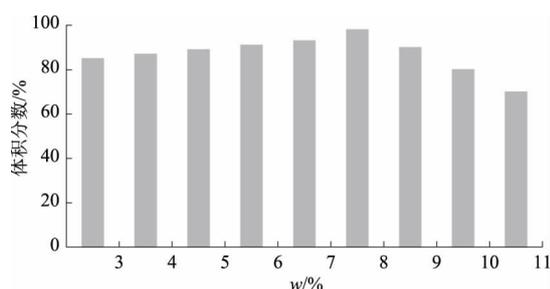


图5 QF-11P/BY-125 用量对水乳剂乳液体积分数的影响

从图3~5中能够发现:随着QF-11P/BY-125剂量的不断增加,水乳剂液滴的Zeta电位的绝对值一开始是逐步增加的,水乳剂的粒径明显变小,放置14 d后乳液的体积分数逐步上升,说明体系的稳定性是不断增加的;当使用剂量达到6%时,乳液会出现最小的粒径,而Zeta电位的绝对值会出现最大值,此时水乳剂是最稳定的;继续提升乳化剂的剂量,粒径会维持现状,Zeta电位的绝对值出现下降趋势,乳液放置14 d后体积比例减少,稳定性开始降低。在使用QF-11P/BY-125剂量较少的情况下,随着其浓度的不断增加,QF-11P由于其表面活性在液滴上实现吸附,电荷增多,会导致液滴的Zeta电位绝对值上升,从而有效提高了水乳剂的稳定性;在助剂浓度为6%的情况下,QF-11P会出现界面吸附饱和,Zeta电位的绝对值升至最大数值,此时的稳定性同样是最佳的;然而随着助剂浓度的不断增加,界面离子也会不断增加,会对界面双电层进行压缩,从而降低Zeta的电位绝对值,进而影响水乳剂的稳定性^[19-20]。

3 结论

QF系列表面活性剂随着环氧乙烷含量的提高,浊点、HLB值和表面张力都会上升。用于10%高效氟氯氰菊酯乳油时,在乳化能力上QF-11与NP-10非常接近,但是润湿效果不如NP-10,但是通过加入U5进行协同后,润湿效果大大提高,可以用于替代NP-10,而QF-14的效果则较差。QF-11P/BY-125混合乳化剂制备的高效氟氯氰菊酯水乳剂粒径小,实验显示热贮前后粒径基本无变化,具有较强的稳定性能。助剂使用浓度对粒径及Zeta电位具有显著性的影响,与其稳定性有着很大的关联性,剂量太大或太小都会影响产品的稳定性,当QF-11P/BY-125用量为6%时,5%高效氟氯氰菊酯水乳剂的稳定性最好。

参考文献

- [1] 吴芳芳. 环境激素壬基酚的危害及其处理技术[J]. 武夷学院学报, 2014, 33(2): 18-21.
- [2] 姚永丽, 刘津南, 黄蕊萍, 等. 窄分布脂肪醇聚氧乙烯醚在清洗中替代壬基酚聚氧乙烯醚的可行性探讨[J]. 中国洗涤用品工业, 2016, 48(9): 48-56.
- [3] 张宗俭. 农药助剂的应用与研究进展 [J]. 农药科学与管理, 2009, 30(1): 42-47.
- [4] LI G, CHEN L F, RUAN Y, et al. Alkyl Polyglycoside: a green and efficient surfactant for enhancing heavy oil recovery at high-temperature and high-salinity condition[J]. Journal of Petroleum Exploration and Production Technology, 2019, 9 (4): 2671-2680.
- [5] SANTOS J, CALERO N, TRUJILLO-CAYADO L A, et al. Development and characterisation of a continuous phase based on a fumed silica and a green surfactant with emulsion applications[J]. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 2018, 555: 351-357.
- [6] 张高勇, 王军. 表面活性剂的绿色化学进展[J]. 化学通报, 2002 (2): 73-77.
- [7] 王正权, 王大翔. 新世纪的农药发展趋势 [J]. 农药, 1999, 38(10): 9-10.
- [8] 雷岚. 松香基表面活性剂的合成及自组织研究[D]. 无锡: 江南大学, 2017.
- [9] 齐志文, 王成章, 蒋建新. 漆酚的生物化学活性及其应用进展[J]. 生物质化学工程, 2018, 52(4): 60-66.
- [10] 董月林. 漆酚及其改性涂料的应用进展 [J]. 现代涂料与涂装, 2017, 20(7): 27-30.
- [11] 陈福良, 张磊, 贾伟娜, 等. 高分子乳化剂在高效氟氯氰菊酯水乳剂中的应用[J]. 农药, 2015, 54(3): 188-190.
- [12] 王振, 高越, 李光玉, 等. 高效氟氯氰菊酯水乳剂配方及其润湿性能研究[J]. 中国农学通报, 2012, 28(27): 250-254.
- [13] SHINYA T, TOMOKO S, TOMOYUKI K. Synthesis of amphiphilic copolymers having capability as emulsifiers and their surface

(下转第56页)

准偏差为0.536,变异系数为0.578%。按照1.3.1中方法对16%二氰·吡唑酯水分散剂样品进行测定,二氰蒽醌的悬浮率为96.36%,吡唑醚菌酯悬浮率为93.04%。制剂悬浮率符合水分散剂标准。

表3 悬浮率分析方法准确度测定

有效成分	投入量/g	实测量/g	回收率/%	平均回收率/%
二氰蒽醌	12.03	12.02	99.91	99.80
	12.15	12.03	99.01	
	12.05	12.07	100.17	
	12.26	12.17	99.27	
	12.35	12.43	100.65	
吡唑醚菌酯	4.16	4.08	98.08	99.41
	4.08	4.05	99.26	
	4.22	4.27	101.18	
	4.28	4.25	98.30	
	4.32	4.33	100.23	

表4 悬浮率分析方法的精密度测定

有效成分	质量分数					标准 平均值	变异系 数/%
	1	2	3	4	5		
二氰蒽醌	95.68	96.85	95.56	97.08	95.45	96.12	0.776
吡唑醚菌酯	93.33	92.67	93.01	92.78	91.89	92.74	0.536

2.4 热贮稳定性测定结果

热贮稳定性是水分散剂的一个重要指标,也是产品能否长期稳定保存的重要指标^[6-7]。16%二氰·吡唑酯水分散剂热贮稳定性测定结果见表5。

表5 16%二氰·吡唑酯水分散剂热贮稳定性测定

有效成分	含量/%		悬浮率/%		相对分 解率/%	平均分 解率/%
	热贮前	热贮后	热贮前	热贮后		
二氰蒽醌	12.23	12.19	96.85	96.43	0.33	0.31 ± 0.12
	12.16	12.14	97.63	96.97	0.16	
	12.06	12.03	96.36	95.71	0.25	
	12.22	12.16	97.18	96.81	0.49	
	12.31	12.27	96.55	96.10	0.32	
吡唑醚菌酯	4.18	4.11	93.23	92.88	1.67	1.59 ± 0.14
	4.19	4.13	92.86	92.55	1.43	
	4.17	4.11	92.32	91.93	1.44	
	4.15	4.08	92.66	92.24	1.69	
	4.10	4.03	92.73	92.13	1.71	

从表5中可以看出:16%二氰·吡唑酯水分散剂中两种有效成分化学稳定性较好,在52~56℃热贮14 d后,二氰蒽醌的平均分解率仅为0.31%,吡唑醚菌酯的平均分解率仅为1.59%。热贮前后,样品的悬浮率均大于等于90%,符合相关指标,说明该配方中助剂配伍合理,制剂性能稳定。

3 结论

本试验采用高效液相色谱法检测16%二氰·吡唑酯水分散剂有效成分,并测定制剂悬浮率、热贮稳定性等主要指标。同时定量分析二氰蒽醌、吡唑醚菌酯2种有效成分,简便、快速,分离充分,条件稳定,是一种较为理想的液相色谱分析条件;悬浮率测定方法的研究表明,此方法准确度高,重现性好,是一种简便可行、较为理想的分析方法。测定分析结果表明,16%二氰·吡唑酯水分散剂样品悬浮率高、有效成分含量达标、热贮稳定性好,均能达到国家标准,适用于此制剂质量控制的检测。

参考文献

- [1] 宋晓兵,彭埃天,凌金锋,等.吡唑醚菌酯·二氰蒽醌对香蕉采后炭疽病的防治效果评价[J].植物保护,2019,45(1):230-233.
- [2] 马婧玮,李萌,张军锋,等.液相色谱法测定葡萄及柑橘中二氰蒽醌的残留量[J].现代农药,2014,13(3):43-45.
- [3] WILLIAMSON B, TUDZYNSKI B, TUDZYNSKI P, et al. Botrytis cinerea: the cause of grey mould disease[J]. Mol Plant Pathol, 2007, 8(5): 561-580
- [4] 徐妍,王昌锦,潘静,等.20%二氰蒽醌·吡唑醚菌酯悬浮剂高效液相色谱分析[J].农药,2016,55(3):190-191;216.
- [5] 兰丰,周先学,李晓亮,等.二氰蒽醌和吡唑醚菌酯在苹果中的残留及消解动态[J].农药学报,2018,20(4):540-544.
- [6] 程双园.农药水分散剂性能影响因素的研究[D].北京:北京理工大学,2016.
- [7] 李汉承,张强.农药新剂型:水分散性粒剂及其加工工艺[J].河北化工,2005(6):28-29.

(责任编辑:石凌波)

(上接第52页)

- chemical properties[J]. The Journal of Adhesion, 2003, 79:287-309.
- [14] NI P H, ZHANG M Z, ZHUGE L J, et al. Amphiphilic ABA triblock copolymer as surfactant in syntheses of microlatexes bearing cationic group[J]. Journal of Polymer Science: Part A: Polymer Chemistry, 2002(40): 3734-3742.
- [15] ARZHAVITINA A, STECKEL H. Foams for pharmaceutical and cosmetic application[J]. International Journal of Pharmaceutics, 2010, 394(1): 1-17.

- [16] BUREIKO A, TRYBALA A, KOVALCHUK N, et al. Current applications of foams formed from mixed surfactant-polymer solutions[J]. Advance in Colloid Interface Science, 2015, 222(4): 670-677.
- [17] 申宝兵,王永生,宋聿炜.茶皂素新表面活性剂的研制与应用[J].现代农药,2015,14(1):17-20.
- [18] 王秀秀,路福绥,冯建国,等.高效氟吡甲禾灵水乳剂的稳定性[J].农药,2011,50(6):411-413.

(责任编辑:徐娟)