

· 研究论文 ·

分散剂及黄原胶对多菌灵悬浮剂流变性质的影响

沈娟¹, 黄啟良*¹, 夏建波¹, 陈丹¹,
折冬梅¹, 李凤敏¹, 胡炜²

(1. 农业部农药化学与应用技术重点开放实验室, 中国农业科学院 植物保护研究所, 北京 100193;
2. 防化指挥工程学院, 北京 102205)

摘要: 为探索不同分散剂与黄原胶对农药悬浮剂流变性质的影响, 指导农药悬浮剂配方组份的选择, 利用流变仪研究了两种不同分散剂与增粘剂对 50% 多菌灵悬浮剂流变性质的影响。结果表明, 烷基酚聚氧乙烯磷酸酯类分散剂 TERSPERSE⁵ 4896 壬基酚聚氧乙烯醚类分散剂 TERSPERSE⁵ 2210 与增粘剂黄原胶协同使用所得悬浮体系, 室温 (18~25℃) 贮存 10 d 仍表现出二者共同的流变特性, 呈假塑性的流变曲线; 但室温贮存 150 d 后, 含 TERSPERSE⁵ 2210 与黄原胶的悬浮体系的流变性质发生了明显变化, 由假塑性流体向膨胀型流体转变。说明不同类型农药分散剂与黄原胶存在不同的协同作用, 并且会直接影响农药悬浮剂体系的流变性能, 从而影响农药悬浮剂的贮存物理稳定性。

关键词: 分散剂; 黄原胶; 协同作用; 流变性质; 物理稳定性

中图分类号: TQ 450.6 TQ 021.1

文献标志码: A

文章编号: 1008-7303(2008)03-0354-07

The Effects of Dispersant and Xanthan Gum to Rheological Property of Carbendazim Suspension

SHEN Juan¹, HUANG Qi-liang*¹, XIA Jian-bo¹, CHEN Dan¹,
SHE Dong-mei¹, LI Feng-min¹, HU Wei²

(1. Key Laboratory of Pesticide Chemistry and Application Technology, MOA, Plant Protection Institute of CAAS, Beijing 100193, China; 2. Institute of Chemical Defence, Beijing 102205)

Abstract The effects of dispersant TERSPERSE⁵ 4896 TERSPERSE⁵ 2210 and thickening agent xanthan gum (XG) to the rheological property of 50% carbendazim suspension for exploring the effect of the different dispersants and XG to pesticide suspension and directing the choose of the ingredients of suspension prescription were studied by rheometer. The result showed that the effect of the synergistic reaction of alkylphenolpolyoxyethylene ether phosphate dispersant TERSPERSE⁵ 4896 nonyl phenyl polyoxyethylene ether dispersant TERSPERSE⁵ 2210 and XG to suspension was different. Both the rheological curves were same presented as pseudoplastic fluid when they stored in R.T (18~25℃) for 10 days but the rheological curve of suspension with the synergistic reaction of TERSPERSE⁵ 2210 and XG was changed to dilatant fluid when it stored in R.T for 150 days. It proved that the synergistic reaction was different in diverse dispersants and XG, which directly influenced the rheological property.

收稿日期: 2008-03-17 修回日期: 2008-04-20

作者简介: 沈娟 (1982-), 女, 江苏吴江人, 硕士研究生; * 通讯作者 (Author for correspondence): 黄啟良 (1968-), 男, 山东宁阳人, 博士, 副研究员, 主要从事农药剂型加工与使用技术原理研究。联系电话: 010-62890876 E-mail: qhuang@ippcaas.cn

基金项目: “十一五”国家科技支撑计划项目 (2006BAE01A07-12 2005BA529A04 2005BA529A01); 国家高技术研究发展计划 (“863”计划) (2006AA10A203) 项目资助

of pesticide suspension, and finally affected the physical stability.

Key words dispersant; xanthan gum (XG); synergistic reaction; rheological property; physical stability

农药悬浮剂是固体原药以微小颗粒分散在介质中形成的热力学不稳定体系,生产、运输或贮存过程中出现的分层、析水、稠化等贮存物理稳定性问题是目前农药悬浮剂研发中的关键问题。围绕这一问题,业界进行了广泛而深入的研究。其中,农药悬浮体系流变学研究取得了显著进展。Winzler^[1]、沈德隆^[2]、路福绥^[3]等分别研究和讨论了影响悬浮剂物理稳定性的流变学参数;笔者也曾提出 τ_x (塑性流体中粘度变化趋于稳定时该点的切应力)理论值与稳定性具有相关性^[4];何林^[5]等研究表明,农药悬浮剂的贮存物理稳定性与其流变特性有关。由此可见,流变学研究的理论与方法已经成为协助解决农药悬浮剂贮存物理稳定性问题的重要手段。

农药悬浮剂一般由农药原药、分散剂、增粘剂、防冻剂等多种组份组成,组份间存在复杂的相互作用^[2]。其中分散剂、增粘剂是影响体系物理稳定性等主要技术指标的重要因素^[6]。杨代斌等^[7]曾研究了两种悬浮稳定剂对40%乙草胺+莠去津+氰草津悬乳剂的流变学特性的影响,发现在悬乳体系中结合使用无机膨润土和有机黄原胶能增加体系的触变性能和稳定性能,能显著增加体系的粘度、屈服值和稳定度。但是,尚未见分散剂与增粘剂协同作用对农药悬浮体系流变性质影响的系统研究报道。

黄原胶(xanthan gum, XG)是一种由黄孢菌Xanthomonas campestris生成的水溶性天然多糖^[8],具有纤维素的主链和低聚糖的侧链。这种多糖几乎不具表面活性,所以被归类于吸附性大分子,认为其主要功能是通过与水分子或介质中其他组份的相互作用,或通过黄原胶分子间链的有序缔合或交联形成“弱凝胶”结构以改变体系的流变性和质构^[9]。黄原胶水溶液具有优良的流变学性质和增粘性,表现出十分显著的非牛顿性特点,具有典型的剪切稀化特性^[10-11],属于假塑性流体,适用于配制稳定的悬浮体系^[7],在农药悬浮剂中被广泛用作增粘剂和稳定剂。

笔者选择50%多菌灵悬浮剂中常用的两种不同类型分散剂TERSPERSE⁵ 4896和TERSPERSE⁵ 2210与增粘剂黄原胶配合使用,研究二者协同作用对多菌灵悬浮体系流变特性的影响,旨在为农药悬浮剂配方组份的选择提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 实验材料

98%多菌灵(carbendazim)原药(江苏凯江农药公司);分散剂TERSPERSE⁵ 4896(烷基酚聚氧乙烯磷酸酯类,以下简称4896)、TERSPERSE⁵ 2210(壬基酚聚氧乙烯醚类,以下简称2210)、润湿剂TERSPERSE⁵ 2500(丙烯酸接枝共聚物,以下简称2500)(工业品,Huntsman公司);黄原胶(工业品,以下简称XG)。

Sm 200型立式砂磨机,物料筒直径50 mm,转速1400 r/min(沈阳化工研究院);DV-IIIULTRA流变仪,C P41号转子(BROOKFIELD)。

1.2 实验方法

1.2.1 供试多菌灵悬浮剂制备 采用湿法研磨。即按配方设计的比例(质量比),称取多菌灵原药和助剂于砂磨机物料筒中,加入配方所需水(补足100%)和相同质量比的研磨介质(氧化锆珠,直径1.0~1.2 mm),在相同加工条件下研磨3 h,过滤即得供试多菌灵悬浮剂。

各供试多菌灵悬浮剂配方中,多菌灵有效成分含量(质量分数,下同)皆为50%,润湿剂(2500)1%,分散剂(4896或2210)4%;黄原胶分别设0%、0.08%、0.10%、0.15%。其中,室温储存1、10、150 d通过配方中不含黄原胶供试多菌灵悬浮剂流变学性质测定,研究分散剂对农药悬浮体系流变性质的影响;室温储存150 d通过测定配方中不同黄原胶含量(即黄原胶0%、0.08%、0.10%、0.15%)供试多菌灵悬浮剂流变学性质,研究分散剂与黄原胶协同作用对悬浮体系流变性质的影响;室温储存1、10、150 d通过测定配方中相同黄原胶含量(即黄原胶0.15%)供试多菌灵悬浮剂流变学性质,研究分散剂与黄原胶协同作用下悬浮体系流变性质的变化。

1.2.2 供试多菌灵悬浮剂流变性质测定 按照仪器操作规程操作。取2 mL待测样品加入到样品池中(水浴温度20℃±2℃),读取不同转速下相对应的值(粘度、剪切率、剪切应力、扭矩等),平行测定3次。通过数据分析得到相应的流变曲线。

1.2.3 贮存物理稳定性测定 以析水率(析水体积与总体积的百分比)表示。热贮存(54℃±2℃)

按 GB/T19136-2003 中 2.1 节液体剂规定方法进行; 于室温 (2007-6-14 至 2007-12-14 温度变化范围 18~25°C, 下同) 及密封条件下静置贮存 6 个月。

1.2.4 统计分析 方差分析采用 SAS 软件 (The ANOVA Procedure, The SAS System Release 8.1)。

2 结果与分析

2.1 不同分散剂对悬浮体系流变性质的影响

体系中不含黄原胶的 50% 多菌灵悬浮剂, 室

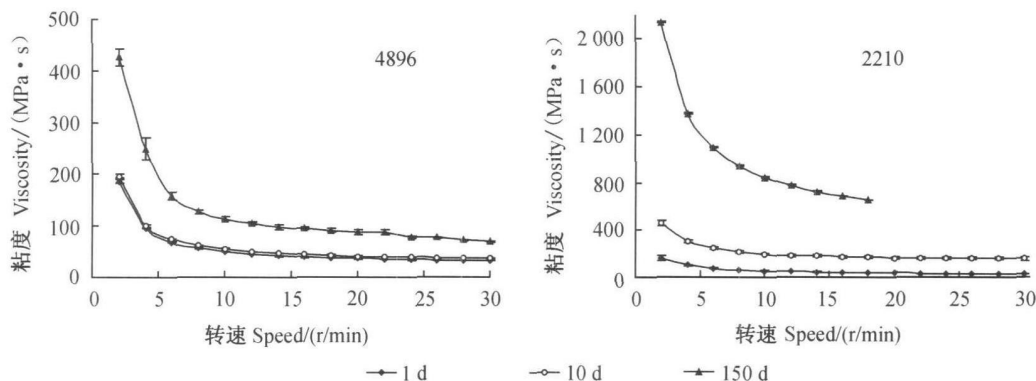


图 1 不含黄原胶的 50% 多菌灵悬浮剂随贮存时间变化的粘度曲线

Fig. 1 The viscosity curve of 50% carbendazim SC without XG along with storage time

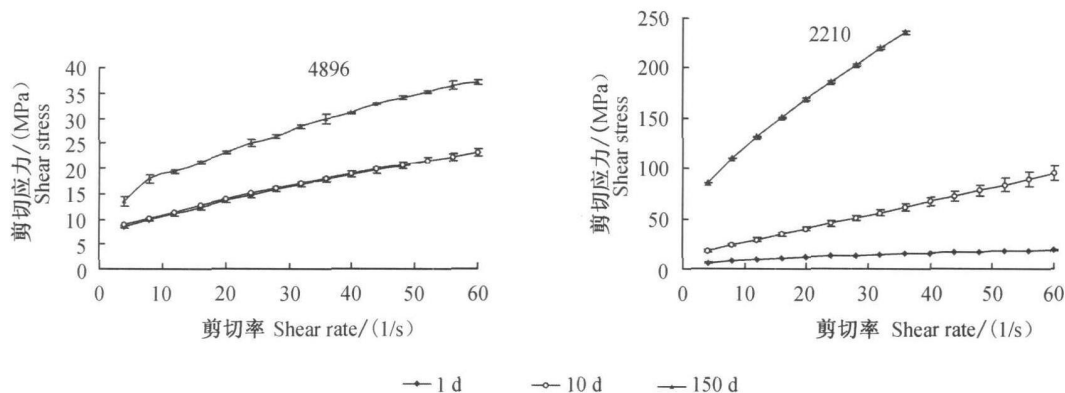


图 2 不含黄原胶的 50% 多菌灵悬浮剂随贮存时间变化的流变曲线

Fig. 2 The rheological diagram of 50% carbendazim SC without XG along with storage time

2.2 分散剂与黄原胶协同作用对悬浮体系流变性质的影响

2.2.1 4896 与黄原胶的协同作用 以 4896 为分散剂, 体系中含不同黄原胶的 50% 多菌灵悬浮剂室温贮存 150 d, 其流变学测定结果见图 3。结果表明, 体系粘度随剪切速率增加而下降, 具有剪切稀释特性, 属于假塑性流体, 与黄原胶本身的流变特性相一致。体系粘度随黄原胶含量增加而相应增大, 也体现了黄原胶的特性。由图 4 可知, 随着

温贮存 1、10、150 d 流变性质的变化见图 1、2。粘度曲线显示, 含两种不同分散剂的 50% 多菌灵悬浮剂均呈剪切稀化型的假塑性流体, 即粘度随剪切力的增加而降低; 且随贮存时间的增加, 粘度及屈服值相应增大。但二者比较可见, 5 个月室温贮存对含分散剂 2210 的悬浮体系粘度的影响较大, 而对含分散剂 4896 的悬浮体系的影响相对较小 ($\eta = \tau / D$, η 为黏度; τ 为剪切应力; D 为剪切率, 斜率越大, 即粘度越大)。

黄原胶含量的增加, 屈服值逐渐增大, 表观粘度逐渐上升, 悬浮体系剪切稀释效应逐渐明显, 体现了悬浮体系从牛顿流体向假塑性流体转变的趋势。

2.2.2 2210 与黄原胶的协同作用 以 2210 为分散剂, 体系中含不同黄原胶的 50% 多菌灵悬浮剂室温贮存 150 d, 其流变学测定结果见图 3。结果显示: 随转速增加粘度先下降后上升; 黄原胶含量增加, 表观粘度相应增大。流变性能如图 4 所示, 体系呈膨胀型流体, 且当黄原胶含量 > 0.15% 时,

这种膨胀体系的产生相对减缓。笔者认为该现象的产生是由于黄原胶浓度增大,粘度相应增大,影响了悬浮剂内“粒子簇”的二次聚集,从而使剪切力相对降低。可见,2210与不同含量黄原胶的协

同作用使得体系流变性质发生改变。目前对于各种体系内部相互作用因素之间的机理研究得还不是很清楚,尚缺乏公认的解释,各种方法、理论还需要在长期的实践中进一步探索、验证。

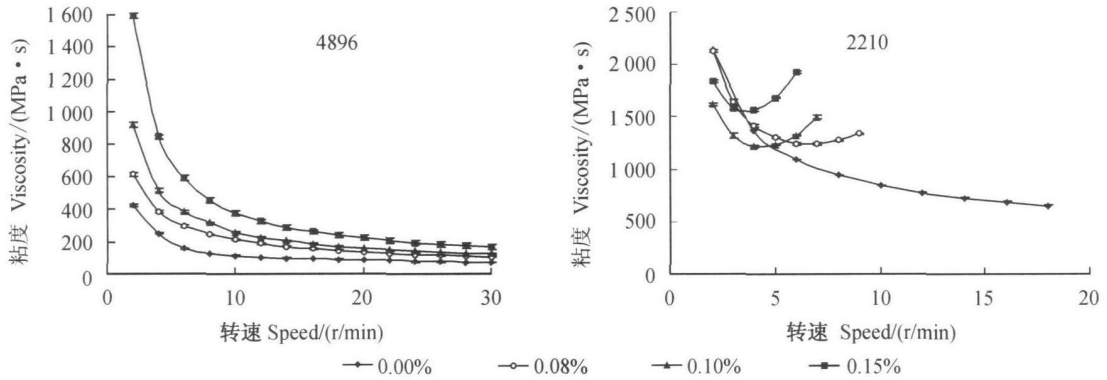


图3 黄原胶含量不同的50%多菌灵悬浮剂粘度曲线

Fig. 3 The viscosity curve of 50% carbendazim SC with different proportions of XG

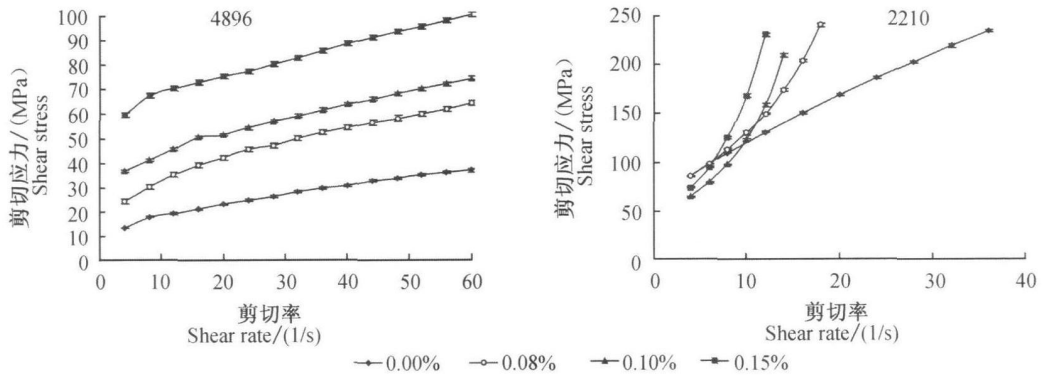


图4 黄原胶含量不同的50%多菌灵悬浮剂流变曲线

Fig. 4 The rheological diagram of 50% carbendazim SC with different proportions of XG

2.2.3 不同分散剂与黄原胶协同作用下悬浮体系流变性质的变化 图5是室温贮存1、10、150d配方中黄原胶含量相同(0.15%)时的多菌灵悬浮剂粘度随剪切速率变化曲线。结果表明,含有分散剂4896和黄原胶的50%多菌灵悬浮剂的粘度随着剪切力的增加而降低,呈现良好的剪切稀释特征;含有分散剂2210和黄原胶的50%多菌灵悬浮剂的粘度第一天随着剪切力的增加而降低,呈现良好的剪切稀释特征,但随着贮存时间的加长,粘度曲线向剪切增稠型转变;贮存150d后,在同等条件下,与4896相比,以2210为分散剂的悬浮体系的粘度明显要高。

图6是室温贮存1、10、150d配方中黄原胶含量相同(0.15%)的供试多菌灵悬浮剂流变曲线。经数据分析可知,这些曲线完全符合

Herschel-Bulkley模型,公式为: $\tau = \tau_0 + kD^n$

其中, τ_0 为屈服值,指流体开始产生流动所需达到与超过的临界应力值; k 为稠度指数; n 为流动行为指数。 $n < 1$ 为非宾汉流体中的假塑性流体; $n > 1$ 为非宾汉流体的膨胀型流体; $n = 1$ 则为宾汉流体。如为牛顿流体或宾汉流体,则 $n = 1$, $k = \eta$ 。因此, k 亦可以用来表征流体的流动性^[12,13]。

图6流变曲线数据分析结果如下:

$$4896: \tau_{1d} = 32.8 + 403.1D^{0.65}; \tau_{10d} = 37.8 + 260.3D^{0.71}; \tau_{150d} = 54.9 + 254.1D^{0.71}$$

$$2210: \tau_{1d} = 23.7 + 718.7D^{0.65}; \tau_{10d} = 22.9 + 225.0D^{0.99}; \tau_{150d} = 58.0 + 206.9D^{1.61}$$

结果表明,含有分散剂4896的50%多菌灵悬浮剂在室温贮存150d内其流动行为指数未发生明显变化,且均小于1,说明该悬浮体系流变特性

未发生明显变化,属于典型的假塑性流体。而含有分散剂 2210 的 50% 多菌灵悬浮剂在室温贮存 10 d 后其流动行为指数即发生了明显变化,接近 1; 室温贮存 150 d 后其流动行为指数增加到 1.61, 悬浮体系流变特性由起初的假塑性流体通过宾汉流体向膨胀型流体转变。

这一现象主要取决于分散剂的物理、化学性质,伍秋美^[14 15]、Maranzano^[16 17]、程平^[18]、陈宗淇^[19]等对这种流变形成机制进行了解释。认为悬浮粒子具有高的自由能,易发生团聚,且这种团聚有不可逆性。当体系受外力剪切后,网状结构被破坏,促使体系中相对孤立团聚体发生二次团聚形成“粒子簇”,“粒子簇”被薄薄的介质分开。虽然这

种结合并不稳定,但却大大增加了流动的阻力,使粘度增大。

剪切稀化型分散体系能较好的应用于农药乃至大多数工业领域;而具有剪切增稠现象的悬浮体系,粘度的增大将使流体的流动性变差,会给生产和使用带来不利影响。

综合以上结果比较可知,不同分散剂和黄原胶的协同作用对 50% 多菌灵悬浮体系的流变性质具有较大的影响,分散剂类型不同,与黄原胶的协同作用不同,对悬浮体系流变性质的影响不同。可见,分散剂种类对农药悬浮体系的流变性质具有重要作用。

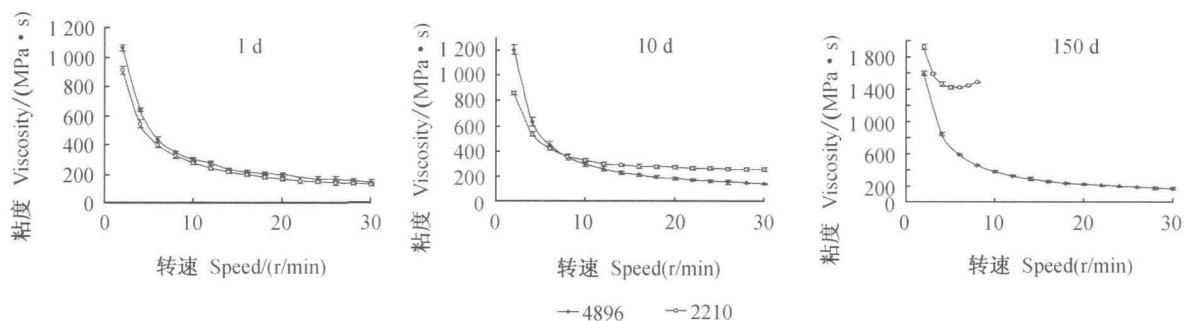


图 5 两种不同分散剂作用下 50% 多菌灵悬浮剂粘度曲线比较

Fig. 5 The viscosity curve of carbendazim SC with two kinds of different dispersants.

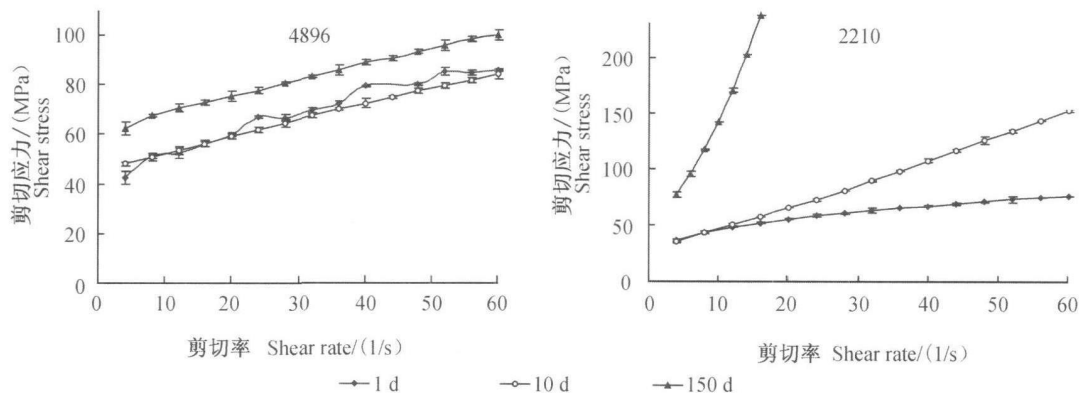


图 6 黄原胶与分散剂协同作用下 50% 多菌灵悬浮剂随贮存时间变化的流变曲线

Fig. 6 The rheological diagram of carbendazim SC with the synergistic reaction of XG and dispersant

2.3 不同流变性能悬浮体系的贮存物理稳定性

表 1 描述了 50% 多菌灵悬浮剂的物理稳定性。含不同分散剂的悬浮液热贮析水率未表现出显著差异,但室温贮存析水率差异明显。从两个不同体系室温 180 d 析水率表现差异可见,流动行为指数 $n > 1$ 时的膨胀性流体较 $n < 1$ 的假塑性流

体在悬浮剂室温贮存中更稳定,而屈服值 τ_0 、稠度指数 k 等对流体物理稳定性影响不明显。对于相同体系而言,如表 1 中 4896 部分和图 4 黄原胶含量增大,屈服值 τ_0 和 τ_1 理论值增加,体系稳定性提高。主要是在黄原胶含量较低时体系屈服值低,根据 Stokes 定律,悬浮颗粒沉降较快;另外,剪切稀化悬浮体系结构形成过程中受剪切力影响明

显,体系随外力增加结构不断被破坏,粘度逐渐降低,说明制剂受外力作用而使结构容易被破坏;而剪切增稠体系正相反,体系内部粒子形成粒子簇,随外力增加粘度逐渐增大,所以两者便显出不同

的依时稳定性。因此,实际应用中应综合考虑屈服值 τ_0 、 τ_x 理论值和流动行为指数 n 对体系的影响。

表 1 50%多菌灵悬浮剂物理稳定性

Table 1 The physical stability of 50% carbendazim suspension

黄原胶含量 XC (%)	TERSPERSE ⁵ 4896		TERSPERSE ⁵ 2210	
	热贮析水率 (%)	室温贮存析水率 (%)	热贮析水率 (%)	室温贮存析水率 (%)
	Demixing of water in 54°C	Demixing of water in R.T	Demixing of water in 54°C	Demixing of water in R.T
0	9.6 ± 0.60 Aa	26.3 ± 0.97 Aa	3.3 ± 0.17 Aa	6.9 ± 0.17 Aa
0.08	2.3 ± 0.17 Bb	16.7 ± 0.35 Bb	1.0 ± 0.2 Bb	0 Bb
0.10	0 Cc	9.6 ± 0.44 Cc	0 Cc	0 Bb
0.15	0 Cc	0 Dd	0 Cc	0 Bb

注:同列数据后不同的大写或小写字母表示 t 检验中 $P < 0.01$ 或 0.05 水平的差异显著性。

Note: The different capital or small letters after values show significant difference at $P < 0.01$ and 0.05 respectively by t-test (LSD).

3 结论

笔者研究了不同分散剂与黄原胶协同作用下的悬浮体系的流变曲线,发现不同分散剂制备的悬浮体系具有不同的流变性能,含有 4896 与黄原胶的悬浮体系呈剪切稀释的假塑性流体,而含 2210 与黄原胶的悬浮体系随贮存时间变化,由剪切稀释的假塑性流变体向剪切增稠的膨胀型流体转变。

本研究只对流变学与悬浮剂的析水率进行了简单探讨,采用不同分散剂制备的悬浮体系热贮析水率差异不显著,而室温贮存析水率差异显著。与常用的热贮稳定性试验相比,悬浮体系的流变学性质与制剂贮存物理稳定性具有更好的相关性,可作为农药悬浮剂贮存物理稳定性评价的一种参考。

TERSPERSE⁵ 2210 与黄原胶协同作用的悬浮体系,热贮存和室温贮存析水率皆明显比 TERSPERSE⁵ 4896 与黄原胶协同作用的悬浮体系低;但其在室温贮存过程中,粘度随贮存时间不断增大,且 150 d 后形成了剪切增稠的膨胀型流体,在生产和使用中具有一定的缺陷。TERSPERSE⁵ 4896 悬浮体系室温贮存结果表明,稳定性随屈服值 τ_0 ^[1] 和 τ_x 理论值的增加而提高,与前人^[2,6] 研究结果一致,虽然粘度随贮存时间延长略有上升,但并不影响其使用,且其形成的是假塑性流体,具有剪切变稀的特性,是农药悬浮剂较常见和较理想的流体。研究结果表明,在农药悬浮体系分散

剂选择中应综合考虑体系的流变特性和不同配方组份之间协同作用对体系流变特性的影响,选择制剂稳定且能改善流体性质的适宜助剂。

参考文献:

- [1] WENZELERH B, VOGEL R, DUDLER A. Rheological Measurements in Development and Quality of Suspension Concentrates [C] // ZURICH. Advances in Pesticide Science (Part 3). New York: Pergamon Press 1979: 798-809.
- [2] SHEN De-long (沈德隆), ZHOU Ying (周瑛), TANG Ai-shu (唐霁淑), et al. 农药多组分悬浮体系的流变学行为研究 [J]. Pesticide (农药), 1995, 34(5): 6-9.
- [3] LU Fu-sui (路福绥), LIU Jun (刘军), XUE Gang (薛刚). 铜高尚悬浮剂的流变特性研究 [J]. Pesticide (农药), 2000, 39(6): 19-20.
- [4] SHEN Juan (沈娟), HUANG Qi-liang (黄啟良), XIA Jian-bo (夏建波), et al. 悬浮剂的流变学行为研究 [C] // Proceedings of 3rd International Symposium on Pesticide (第三届农药与环境安全国际会议论文集). Beijing (北京): China Agricultural University Press (中国农业大学出版社), 2007: 300-306.
- [5] HE Lin (何林), MU Li-yi (慕立义). 农药悬浮剂物理稳定性的预测和评价 [J]. Pestic Sci Adm (农药科学与管理), 2001, 22(5): 10-12.
- [6] BATCHELOR G K, MOFFATT H K, WORSTER M G. Perspectives in Fluid Dynamics [M]. UK: Cambridge University Press 2000.
- [7] YANG Dai-bin (杨代斌), HUANG Qi-liang (黄啟良), YUAN Hui-zhu (袁会珠). 农药悬乳体系流变学特性研究 [J]. Chin J Pestic Sci (农药学报), 2002, 4(4): 75-78.
- [8] JIWu-ke (吉武科), 译. 黄原胶在食品及其它工业上的应用 [J]. Shanxi Food Industry (山西食品工业), 1994, (4): 11-15.

- [9] MA Jian-guo(麻建国), DICKINSON E, POVEY M JW. 黄原胶体系的流变性及其糖和盐对体系的影响 [J]. Wuxi Univ Light Ind(无锡轻工业大学学报), 1998 1(17): 1-7
- [10] YN Jun(尹俊), YAN Ke-lu(阎克路), M N Jie(闵洁). 黄原胶的流变性及其在织物印花中的应用 [J]. Dyeing and Finishing (印染), 2005 16: 12-16
- [11] ZHAO Xiang-yang(赵向阳), ZHANG Jie(张洁), YOU Yuan(尤源). 钻井液黄原胶胶液的流变特性研究 [J]. Natural Gas Industry(天然气工业), 2007 3(27): 72-75
- [12] DAIGan-ce(戴干策), CHEN Min-heng(陈敏恒). Preface to Fluid Mechanics in Chemical Engineering(化工流体力学) [M]. Beijing(北京): Chemical Industry Press(化学工业出版社), 2005.
- [13] JIANG Ti-qian(江体乾). Chemical Engineering Rheology(化工流变学) [M]. Shanghai(上海): East China University of Science and Technology(华东理工大学出版社), 2004.
- [14] WU Q M, RUAN J M, ZHOU Z C, et al Study on the Rheological Properties of Silica/Polyethylene Glycol Non-newtonian Flow [J]. Acta Phys-Chim Sin, 2006, 22 (1): 48-52
- [15] WU Qiumei(伍秋美), RUAN Jianming(阮建明), HUANG Bo-yun(黄伯云), et al 二氧化硅分散体系在应力剪切过程中粘弹性及能耗研究 [J]. Acta Phys-Chim Sin (物理化学学报), 2006 22(9): 1075-1078.
- [16] M ARANZANO B J W AGNER N J The Effects of Particle Size on Reversible Shear Thickening of Concentrated Colloidal Dispersions [J]. J Chem Phys, 2001, 114: 10514.
- [17] M ARANZANO B J W AGNER N J Flow- and Angle-Dependent Neutron Scattering Measurements of Colloidal Dispersion Microstructure Evolution through the Shear Thickening Transition [J]. J Chem Phys, 2002, 117: 10291
- [18] CHENG Ping(程平), ZHOU Lan-ying(周兰英), WANG Yumeng(王玉猛). 剪切增稠流体 STF 试验研究 [J]. China Science and Technology Information (中国科技信息), 2006 (5): 66
- [19] CHEN Zong-qi(陈宗淇), YU Wang-lin(于网林), HAO Ce(郝策). 二氧化硅悬浮体和水解聚丙烯酰胺体系的流变性 [J]. Acta Chimica Sinica (化学学报), 1990, 48: 666-672

(Ed JIN SH)

欢迎投稿 欢迎订阅

——《草地学报》

《草地学报》是中国草学会主办、中国农业大学草地研究所承办的学术刊物,是了解草地科学前沿科技、创新成果和草业发展的重要窗口。刊登国内外草地科学研究及相关领域的新成果、新理论、新进展,以研究论文为主,兼发少量专稿、综述、简报和博士论文摘要,主要面向从事草地科学、草地生态、草地畜牧业和草坪业及相关领域的高校师生和科研院、所、站的科研人员。2009年将增加期发稿量,缩短发稿时滞,稿件按受理先后次序刊发,重大成果、重大项目可优先发表。稿件要求详见本刊《稿约》。

《草地学报》为“中国科技核心期刊”,“中国农业核心期刊”,《中国科学引文数据库(CSCD)》《中国学术期刊综合评价数据库(CAJCED)》《中国学术期刊文摘》及其英文版源期刊,同时为《中国核心期刊(遴选)数据库》《万方数据-数字化期刊群》《中国期刊全文数据库(CJFD)》《中国生物学文摘》台湾《CEPS中文电子期刊》等收录,并荣获首届《CAJ-CD规范》执行优秀期刊奖。近3年影响因子均在0.9以上(中信所《中国科技期刊引证报告》核心版),2008年被美国《化学文摘》英国《国际农业与生物科学研究中心文摘》及《动物学记录》波兰《哥白尼索引》收录。

《草地学报》逢单月月末出版,国内外公开发行,每期定价20元,全年120元。若错过邮订时间,可直接向本刊编辑部订购(中国草学会会员订阅可优惠25%)。

开户名:中国草学会

帐号:0407030103000000056

开户行:京农商行西北旺支行农大分理处