

相振波, 孙惠青, 王秀国, 等. 二甲戊灵在烟草和土壤中的残留消解动态和残留量[J]. 农药, 2013, 52(1): 45-47.

二甲戊灵在烟草和土壤中的残留消解动态和残留量

相振波¹, 孙惠青¹, 王秀国¹, 张倩¹, 杨立强¹, 闫晓阳¹, 宋超¹, 徐金丽¹, 郑晓¹, 方华², 李义强¹

(1. 中国农业科学院烟草研究所 国家烟草专卖局病虫害监控与综防重点实验室, 山东 青岛 266101;

2. 浙江大学农业与生物技术学院 农药与环境毒理研究所 杭州 310058)

摘要 [目的]为评价二甲戊灵在烟叶中使用的安全性, 开展二甲戊灵在烟叶和土壤中的残留量与残留降解研究。[方法]进行2年2地田间试验。消解动态试验按二甲戊灵2 617 mg a.i./L杯淋1次, 每株药液用量20 mL, 定期取样, 最终残留试验按二甲戊灵2 617 mg a.i./L(1.5倍推荐高剂量)和1 750 mg a.i./L(推荐高剂量)杯淋1次, 施药后7、14、21 d取样。高效液相色谱法(带紫外检测器)对二甲戊灵进行定量分析。[结果]田间消解动态结果表明: 二甲戊灵在烟叶和土壤中消解较快, 半衰期分别为2.56~5.97、7.53~10.34 d, 施药后35 d, 烟叶和土壤中的消解率均达90%以上。按二甲戊灵2 617、1 750 mg a.i./L于烟草现蕾期杯淋施药1次, 距末次施药后间隔21 d采样, 烟叶中二甲戊灵的残留量低于0.02~0.12 mg/kg, 土壤中的残留量低于0.005~0.037 mg/kg。

关键词 二甲戊灵; 烟草; 土壤; 残留; 消解动态

中图分类号: TQ450.2 文献标志码: A 文章编号: 1006-0413(2013)01-0045-03

Residues and Decline Dynamics of Pendimethalin in Tobacco and Soil

XIANG Zhen-bo¹, SUN Hui-qing¹, WANG Xiu-guo¹, ZHANG Qian¹, YANG Li-qiang¹, YAN Xiao-yang¹,
SONG Chao¹, XU Jin-li¹, ZHENG Xiao¹, FANG Hua², LI Yi-qiang¹

(1. Key Laboratory of Tobacco Pest Monitoring Controlling & Integrated Management, Tobacco Research Institute of CAAS,

Qingdao 266101, Shandong, China; 2. Institute of Pesticide and Environmental Toxicology, College of Agriculture and

Biotechnology, Zhejiang University, Hangzhou 310058, China)

Abstract: [Aims] In order to evaluate the safety of the use of pendimethalin in tobacco, a supervised trial experiment was conducted to study the residues and decline dynamics of pendimethalin in tobacco and soil. [Methods] Field experiments were conducted in two different locations during two years. For dissipation trial, pendimethalin was sprayed at the concentration of 2617 mg a.i./L. For final residue trial, pendimethalin was applied at 2617 and 1750 mg a.i./L, respectively, corresponding to 1.5 times recommended and recommended concentrations. Tobacco leaves and soil were sampled at 7, 14, 21 d after application. Pendimethalin was analyzed by high performance liquid chromatography with UV detector. [Results] Results of the decline dynamics study showed that half-life values ($t_{1/2}$) were 2.56-5.97 d in tobacco leaves and 7.53-10.34 d in soil, respectively. The dissipation rates were above 90% in tobacco leaves and soil at 35 d after treatment. The ultimate residues of pendimethalin in tobacco leaves and soil were determined after the application at levels of 2 617 and 1 750 mg a.i./L, with the residues below 0.12 mg/kg in tobacco leaves and below 0.037 mg/kg in soil 21 days after treatment.

Key words: pendimethalin; tobacco; soil; residue; decline dynamics

二甲戊灵(pendimethalin)属二硝基苯胺类除草剂, 其作用机制为抑制分生组织细胞分裂。双子叶植物吸收二甲戊灵的部位为下胚轴, 单子叶植物吸收部位为幼芽。二甲戊灵适用于玉米、大豆、小麦、花生、棉花等多种旱地作物防除马唐、稗草、狗尾草、金狗尾草、马齿苋、藜等一年生禾本科和阔叶杂草^[1-3]。烟草上主要用于化学抑芽和烟田杂草防除。二甲戊灵在作物和蔬菜上的残留分析方法和残留行为已有不少报道^[4-5], 但关于二甲戊灵在烟草中的残留动态和残留量研究尚未见报道。本文建立了高效液相色谱法测定二甲戊灵在烟草和土壤中残留的分析

方法, 研究了二甲戊灵在烟草和土壤中消解规律及其残留量。研究结果为该药在烟草上的科学合理使用及限量研究提供了技术依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试农药: 30%甲·烯·效唑乳油, 北京市东旺农药厂。

1.2 田间试验设计

试验于2010—2011年在山东青岛(中国农业科学院烟

收稿日期: 2012-07-23 修返日期: 2012-09-22

基金项目: 国家烟草专卖局重点项目(TS-06-20110039) 烟草行业病虫害监测与综合治理重点实验室开放课题(BC 201008) 国家自然科学基金(20907040)

作者简介: 相振波(1986—) 男, 在读研究生, 主要研究方向为农药残留。E-mail: xiangzhenbo1@126.com。

通讯作者: 李义强(1976—) 男, 副研究员, 主要研究方向: 农药残留、农产品质量安全。Tel: 0532-88702136 E-mail: liyiqiang1008@163.com。

草研究所试验基地)和湖南长沙(湖南农业大学试验基地)进行,试验用地土壤肥力中等,正常田间管理。5月下旬移栽,山东点烟草品种为中烟100,湖南点品种为云烟87,行距110 cm,株距50 cm,所有试验小区的栽培条件一致,栽培管理按照试验田统一生产规范进行,符合当地良好农业规范(GAP),试验过程参考《农药残留试验准则》^[6]和《农药登记残留田间试验标准操作规程》^[7]。

1.2.1 消解动态试验

烟草现蕾初期,30%甲·烯·炔唑乳油按二甲戊灵质量浓度2617 mg a.i./L稀释,每株烟顺茎杆杯淋20 mL药液。分别于施药后1 h、1、3、5、7、14、21、28、35、42 d在施药烟株上随机采摘烟叶,每小区每次采集烟叶不少于50片,切碎缩分,四分法留样200 g,同时选周围空白地块,稀释100倍药液均匀喷洒地面,分别于施药后1 h、1、3、5、7、14、21、28、35、42 d用取土器“S”型取样法取0~10 cm土层,每小区不少于10个点,采样量不少于1 kg,过2 mm筛,四分法留样300 g,所有样品-20℃保存。同步采集空白烟叶和空白土壤样品作为对照。

1.2.2 最终残留试验

高低处理区30%甲·烯·炔唑乳油按二甲戊灵质量浓度为2617、1750 mg a.i./L,于烟株打顶后施药1次,每株烟杯淋20 mL药液。分别于最后1次施药后7、14、21 d采集上、中、下部烟叶,3段式工艺烘烤,粉碎后过2 mm筛,密封后-20℃保存。采集烟叶样品和烟株根围土壤作为对照。

1.3 分析方法

1.3.1 仪器和试剂

仪器:高效液相色谱仪-紫外检测器(Waters Alliance 2695-UV),千分之一电子天平(SHIMADZU-UW420H),万分之一电子天平(ER-182A),超声波振荡机(RSQ-60AS型),回旋式振荡器(HY-5),旋转蒸发仪(Heidolph advantage)。

试剂:甲醇(AR)、石油醚(AR,60~90℃)、正己烷(AR)、丙酮(AR),以上试剂经过重蒸馏处理。硫酸钠(AR)、盐酸(AR)、氨水(AR)、三乙酸(AR)。无水硫酸钠(AR)600℃烘5 h,充分冷却后使用。Florisil-SPE净化柱,1 g/6mL。

1.3.2 样品前处理

1) 提取

土壤:称取土壤样品20.0 g,加入80 mL丙酮,回旋式振荡器振荡提取1 h,过滤,量取40 mL滤液转入250 mL分液漏斗中,加入50 mL 5%硫酸钠溶液,用50、50、30 mL石油醚萃取3次,萃取液过无水硫酸钠除水后,在旋转蒸发仪上(50℃)减压浓缩至近干,用甲醇定容至2 mL,过0.45 μm滤

膜,待测定。

鲜烟叶、干烟叶:称取鲜烟叶10.0 g(干烟叶4.0 g),加入80 mL酸性甲醇(200 mL去离子水+20 mL浓盐酸+780 mL甲醇),回旋式振荡器振荡提取1 h,过滤,量取40 mL滤液转入250 mL分液漏斗中,加入50 mL 0.1 mol/L盐酸,用50、50、40 mL石油醚萃取3次,萃取液过无水硫酸钠除水后,在旋转蒸发仪上(50℃)减压浓缩至近干,用5 mL石油醚溶解残渣,待净化。

2) 净化

弗罗里硅土柱(Florisil-SPE, 1 g/6mL)。用5 mL石油醚预淋洗层析柱,将上述提取残渣转入层析柱,先用5 mL石油醚洗涤浓缩瓶并转入柱中,弃去淋出液,再用15 mL正己烷-丙酮(体积比7:3)混合溶液淋洗层析柱,收集淋出液,在旋转蒸发仪上(50℃)减压浓缩至近干。用甲醇定容至2 mL,待测定。

1.3.3 液相色谱测定条件

高效液相色谱仪-紫外检测器(HPLC-UV),Waters Alliance 2695/2487。色谱柱:RP18, 5.0 μm, 4.6 mm × 250 mm。流动相:甲醇-乙腈-水(体积比30:40:30),流速:0.7 mL/min。柱温:30℃,测定波长:245 nm。

1.3.4 标准曲线的制作

以10.0 mg/L的二甲戊灵标准品溶液配制成质量浓度分别为0.1、0.5、1.0、2.5、5.0 mg/L的二甲戊灵标准曲线工作液,以二甲戊灵进样质量浓度(mg/L)为横坐标、对应高效液相色谱峰面积(AU·S)为纵坐标绘制标准曲线。

2 结果与讨论

2.1 线性范围及检出限

二甲戊灵标准溶液在0.1~5.0 mg/kg范围内峰面积(y)与进样质量分数(x)呈线性关系,其回归方程为 $y=234.1+4213x$,相关系数 $r^2=0.9996$ 。以3倍信噪比(S/N)计算得二甲戊灵的检出限(LOD)为 4.3×10^{-10} mg/kg,通过最小添加水平得到鲜烟叶、干烟叶和土壤的定量限(LOQ)分别为0.01、0.02、0.005 mg/kg。

2.2 添加回收率与方法的精密度

在鲜烟叶、干烟叶和土壤空白样品中,分别添加3个不同质量分数的二甲戊灵标准品溶液。结果表明:二甲戊灵在鲜烟叶中添加质量分数为0.01~5.0 mg/kg时,平均回收率90.3%~90.8%,相对标准偏差2.6%~8.0%;在干烟叶中添加质量分数为0.02~5.0 mg/kg时,平均回收率88.5%~91.8%,相对标准偏差2.5%~6.0%;在土壤中添加质量分数为0.005~5.0 mg/kg时,平均回收率92.9%~95.7%,相对标准偏差2.6%~5.5%。添加回收率和

相对标准偏差均符合农药残留试验的要求(见表1)。

表1 二甲戊灵在鲜烟叶、干烟叶和土壤中
添加回收率试验结果

样本	添加质量分数/ (mg·kg ⁻¹)		回收率/%					相对标准 偏差/%	
	1	2	3	4	5	平均值	偏差		
鲜烟叶	0.01	84.01	97.69	94.92	80.62	97.03	90.8	8.0	
	0.5	92.12	89.78	90.07	87.25	93.42	90.5	2.6	
	5.0	90.30	83.16	87.03	98.67	92.77	90.3	5.9	
干烟叶	0.02	89.91	84.45	96.12	91.33	80.79	88.5	6.0	
	0.5	88.78	93.43	91.12	87.69	91.65	90.5	2.5	
	5.0	92.55	89.93	92.91	96.72	86.91	91.8	3.7	
土壤	0.005	88.80	91.80	97.41	102.7	97.79	95.7	5.5	
	0.5	94.32	93.15	89.14	93.33	95.68	93.1	2.6	
	5.0	98.26	96.25	94.63	85.36	90.07	92.9	5.2	

2.3 二甲戊灵在烟叶及土壤中的消解动态

二甲戊灵在烟叶和土壤中的消解动态试验,以二甲戊灵质量浓度2617 mg a.i./L(推荐高剂量的1.5倍剂量)对水后杯淋。试验结果表明:山东、湖南2年2地烟叶样品中,二甲戊灵达吸收最高峰时沉积量8.134~33.624 mg/kg,3 d时消解率超过50%,14 d时消解率全部超过90%。土壤样品中,二甲戊灵1 h原始沉积量0.428~11.45 mg/kg,5 d时消解率接近或超过50%,35 d时消解率全部超过90%。动力学方程拟合结果(见表2)表明:烟叶及其土壤中二甲戊灵的消解符合一级动力学特征。山东和湖南2年烟叶中二甲戊灵的半衰期分别为5.87、2.56、4.28、5.97 d,土壤中的半衰期分别为8.66、7.53、8.66、10.34 d。表明二甲戊灵在烟叶及其土壤中降解均较快,根据我国农药在土壤中的降解等级划分标准^[8],二甲戊灵属于易降解农药。

表2 二甲戊灵在烟叶和土壤中的消解动力学方程

时间	地点	样品	消解动态方程($C_t=C_0e^{-kt}$)	相关系数(r^2)	半衰期($t_{1/2}$)/d
2010年	山东	烟叶	$12.277e^{-0.118t}$	0.8941	5.87
		土壤	$4.164e^{-0.081t}$	0.8225	8.66
	湖南	烟叶	$2.179e^{-0.269t}$	0.8103	2.56
		土壤	$0.332e^{-0.092t}$	0.8711	7.53
2011年	山东	烟叶	$6.080e^{-0.162t}$	0.9021	4.28
		土壤	$2.041e^{-0.080t}$	0.9741	8.66
	湖南	烟叶	$5.302e^{-0.116t}$	0.7661	5.97
		土壤	$1.971e^{-0.067t}$	0.9559	10.34

2.4 二甲戊灵在烟叶和土壤中的最终残留

30%甲·烯·萘·烯·唑乳油按二甲戊灵质量浓度为2617、1750 mg a.i./L后杯淋,2个剂量分别施药1次,分别于施药后7、14、21 d采集烟叶和土壤样品。山东、湖南2年2地烟叶样品中,二甲戊灵最终残留量7 d时0.048~0.88 mg/kg,14 d时ND~0.20 mg/kg,21 d时ND~0.12 mg/kg。山东、湖南2年2地土壤样品中,二甲戊灵最终残留量7 d时ND~0.31 mg/kg,14 d时ND~0.091 mg/kg,21 d时ND~0.037 mg/kg(见表3)。

表3 二甲戊灵在烟叶和土壤中最终残留试验结果

施药 剂量/ (mg a.i./L)	采收 天数/d	烟叶残留量/(mg·kg ⁻¹)				土壤残留量/(mg·kg ⁻¹)			
		2010年		2011年		2010年		2011年	
		山东	湖南	山东	湖南	山东	湖南	山东	湖南
1750	7	0.22	0.26	0.048	0.17	0.037	0.19	ND	0.012
	14	0.20	ND	0.042	0.14	0.021	0.050	ND	0.006
	21	ND	ND	ND	0.10	0.015	0.037	ND	ND
2617	7	0.23	0.88	0.072	0.21	0.055	0.31	ND	0.25
	14	0.079	0.13	0.043	0.16	0.024	0.091	ND	0.007
	21	ND	ND	0.029	0.12	0.016	0.037	ND	ND
对照		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

注:ND为残留量小于方法最低检出质量分数(土壤0.005 mg/kg,干烟叶0.02 mg/kg)。

3 结论和讨论

研究建立了采用高效液相色谱(HPLC-UV)测定烟叶及其土壤中二甲戊灵残留量的分析方法。结果表明:二甲戊灵的检出限(LOD)为 4.3×10^{-10} mg/kg;二甲戊灵在鲜烟叶、干烟叶和土壤的定量限(LOQ)分别为0.01、0.02、0.005 mg/kg。二甲戊灵在鲜烟叶中添加质量分数为0.01~5.0 mg/kg时,平均回收率90.3%~90.8%,相对标准偏差2.6%~8.0%;在干烟叶中添加质量分数为0.02~5.0 mg/kg时,平均回收率88.5%~91.8%,相对标准偏差2.5%~6.0%;在土壤中添加质量分数为0.005~5.0 mg/kg时,平均回收率92.9%~95.7%,相对标准偏差2.6%~5.5%。方法的重现性好,操作简便,准确度、精密性及检出限均可满足该农药的残留分析要求。

二甲戊灵在烟叶及其土壤中的残留消解均符合一级动力学方程,其在供试2年2地烟叶和土壤中的半衰期分别为2.56~5.97、7.53~10.34 d,表明二甲戊灵在烟叶和土壤中的降解速率均较快,属于易降解农药。按照正常剂量和施药方法施药,不同间隔时间采收的烟叶中农药残留量均远低于CORESTA指导性残留限量中5 mg/kg的限量要求^[9],顺茎杆杯淋的施药方法可以保证烟叶中农药残留量处于较低的水平,规范合理的施药方法和施药剂量是控制农药残留和提高烟叶安全性的关键措施。

由于烟叶叶片较薄,其单位质量的表面积较其他作物大,在同样单位面积施药量条件下,烟叶中农药残留量较其他作物高。二甲戊灵杯淋后,光照、温度以及雨水淋洗等物理化学因素会影响其在烟叶中的残留消解趋势。此外,由于施药期间及施药后烟叶质量和体积迅速增长,其生长稀释因素在降低烟叶中农药残留量方面也起着重要的作用^[10-11]。土壤中二甲戊灵残留量受土壤有机质含量、pH值、温度、湿度及土壤微生物活性的影响。由于试验在5—9月进行,青岛和长沙2地降雨量差异较大,可能是导致土壤中二甲戊灵降解速率存在差异的重要因素之一。

(下转第62页)

2.2 试验药剂对稻飞虱的兼防效果

由表3可见:以5%丁硫克百威颗粒剂2250 g a.i./hm²、22%吡虫·毒死蜱乳油660 g a.i./hm²处理对稻飞虱的兼防效果较好,防效分别为75.25%和62.42%,40%氯虫·噻虫嗪水分散粒剂150 g a.i./hm²处理次之。

表3 试验药剂对稻飞虱的兼防效果

供试药剂	剂量/(g a.i.·hm ⁻²)	防效/%
5%丁硫克百威颗粒剂	2250	75.25
	1875	53.19
	1500	35.85
22%吡虫·毒死蜱乳油	660	62.42
	495	17.80
	330	53.00
40%氯虫·噻虫嗪水分散粒剂	150	46.29
	126	42.33
	102	21.89

3 结果与讨论

试验研究得出:5%丁硫克百威颗粒剂2250、1875、1500 g a.i./hm²剂量处理对稻水象甲幼虫的防效较好,药后5 d防效在62.14%~78.22%之间,药后15 d防效在76.25%~84.61%之间;22%吡虫·毒死蜱乳油660 g a.i./hm²、40%氯虫·噻虫嗪水分散粒剂150 g a.i./hm²处理药后15 d防效在65%左右,低剂量处理防效较差。同时5%丁硫克百威颗粒剂2250 g a.i./hm²、22%吡虫·毒死蜱乳油660 g a.i./hm²高剂量处理对稻飞虱也有较好的兼防效果。5%丁硫克百威颗粒剂2250、1875、1500 g a.i./hm²和22%吡虫·毒死蜱乳油660 g a.i./hm²、40%氯虫·噻虫嗪水分散粒剂150 g a.i./hm²可推荐为稻水象甲幼虫的防控用药和防控剂量,在防治时交替使用。

稻水象甲幼虫危害期也是稻飞虱、稻丛卷叶螟等害虫

危害期,因此在选择防控稻水象甲幼虫药剂时,应尽量考虑对其他害虫的兼治作用,一是节约用药成本,二是减轻化学药剂对环境的影响。

参考文献:

- [1] 魏鸿钧, 黄文琴. 重要地下(检疫)害虫——稻水象甲[J]. 植物保护, 1994, 15(1): 49.
- [2] 刘雄, 应志龙, 刘都才, 等. 40%福戈WG防治稻水象甲田间药效试验[J]. 湖南农业科学·下半月推广刊, 2010(6): 39-41.
- [3] 邓根生, 张先平, 孙敏, 等. 国内外稻水象甲研究现状[J]. 陕西农业科学, 2005(2): 55-56.
- [4] 张国良, 彭孟军, 李忠良, 等. 40%氯虫苯甲酰胺·噻虫嗪水分散粒剂防治稻水象甲效果研究[J]. 现代农业科技, 2011(6): 168-170.
- [5] 胡吉峰. 不同药剂防治稻水象甲田间药效试验[J]. 植物医生, 2011(3): 39-41.
- [6] 罗志英, 曹伟雄, 胡辉庭. 多种药剂防治稻水象甲田间药效筛选试验[J]. 硅谷, 2010(4): 4.
- [7] 高俊全, 孙宇, 邢春强, 等. 几种中低毒杀虫剂防治稻水象甲成虫的效果研究[J]. 河北农业科学, 2010, 14(10): 48-49.
- [8] 刘金文, 杨桂华, 李建平, 等. 5%丙硫克百威颗粒剂防治稻水象甲[J]. 农药, 2009, 48(1): 64-65.
- [9] 李向阳, 涂庆华, 莫亿伟, 等. 氟虫腈·毒死蜱与啶虫脒对稻水象甲的毒力测定及药效试验[J]. 湖北农业科学, 2008, 47(12): 1447-1450.
- [10] 李春雨, 谭长仁, 魏雅娟, 等. 生物农药1%苦参碱水剂防治蟹田稻水象甲技术研究[J]. 北方水稻, 2008, 38(6): 74-75.
- [11] 刘雪源, 杨亚平, 凌云, 等. 25%阿克泰WG防治稻水象甲效果研究[J]. 湖南农业科学, 2007(3): 132.
- [12] 张世平. 几种农药对稻水象甲的防效[J]. 福建农业科技, 2006(3): 45-46.
- [13] 曾燕清, 李贵龙, 杜永春. 不同药剂对稻水象甲成虫防治效果及对幼虫控制研究[J]. 湖南农业科学, 2006(1): 60.
- [14] 廖亮, 王海英, 章丽华. 三种农药防治稻水象甲效果比较[J]. 温州农业科技, 2005(3): 27-28.
- [15] 廖国会, 江兆春, 叶照春, 等. 水稻育秧返栽田与移栽大田稻水象甲幼虫的发生数量[J]. 贵州农业科学, 2012, 40(5): 81-83.

责任编辑 赵平

(上接第47页)

参考文献:

- [1] 王军, 朱鲁生, 林爱军. 二甲戊乐灵的残留毒理研究现状[J]. 农药, 2001, 40(6): 8-11.
- [2] 朱鲁生, 王军, 林爱军. 二甲戊乐灵的土壤微生物生态效应[J]. 环境科学, 2002, 23(3): 88-91.
- [3] BARUA A S, SAHA J, CHAUDHURI S, *et al.* Degradation of Pendimethalin by Soil Fungi[J]. Pestic Sci, 1990, 29(4): 419-425.
- [4] 张宇, 范志先, 朱庆书, 等. 二甲戊乐灵在马铃薯及土壤上的残留动态研究[J]. 青岛科技大学学报(自然科学版), 2005(2): 114-119.
- [5] 黄雅丽, 毛黎娟, 吴慧明, 等. 二甲戊乐灵在甘蓝及土壤中残留及消解动态研究[J]. 农业环境科学学报, 2004, 23(6): 1147-1150.
- [6] 中华人民共和国农业部. NY/T 788—2004. 农药残留试验准则[S]. 北京: 中国农业出版社, 2004.
- [7] 王运浩, 季颖, 龚勇, 等. 农药登记残留田间试验标准操作规程[M]. 北京: 中国标准出版社, 2007: 43-47.
- [8] 国家环境保护局. 化学农药环境安全评价试验准则[S]. 北京: 中国环境科学出版社, 1989: 1-25.
- [9] Cooperation Centre for Scientific Research Relative to Tobacco, Guide No. 1: The Concept and Implementation of Agrochemical Guidance Residue Levels[EB/OL], 2003. <http://www.coresta.org/Guides/Guide-No1-GRLs.pdf>.
- [10] GUPTA M, SHARMA A, SHANKER A. Dissipation of Imidacloprid in Orthodox Tea and Its Transfer from Made Tea to Infusion[J]. Food Chem, 2008, 106(1): 158-164.
- [11] TEWARY D K, KUMAR V, RAVINDRANATH S D, *et al.* Dissipation Behavior of Bifenthrin Residues in Tea and Its Brew[J]. Food Control, 2005, 16(3): 231-237.

责任编辑 李新