

氰氟草酯使用技术对双穗雀稗防除效果的影响

温广月¹, 钱振官², 李涛², 强胜³, 宋小玲^{3*}

(1. 上海市农业科学院农产品质量标准与检测技术研究所, 上海 201403;

2. 上海市农业科学院生态环境保护研究所, 上海 201403;

3. 南京农业大学杂草研究室, 南京 210095)

摘要 为明确氰氟草酯防除双穗雀稗的最佳使用技术, 采用室内试验和田间试验相结合的方法, 明确氰氟草酯在不同施药情况下对双穗雀稗的防除效果。室内试验结果表明, 氰氟草酯对双穗雀稗具有较好的防除效果, LD₅₀ 为有效剂量 26.15 g/hm²; 田间试验结果表明, 在全株受药情况下, 施用 10% 氰氟草酯乳油有效剂量 90~270 g/hm² 对苗期至营养生长盛期双穗雀稗均具有较好的防除效果, 防除效果接近 100%。室内和田间不均匀施药试验结果表明, 双穗雀稗喷施氰氟草酯部分防除效果较理想, 未施药部分防除效果随着施药部分剂量的增加而增加。总体来讲, 施药不均匀是导致防除效果波动的一个主要原因。在施药均匀、全株施药的情况下, 10% 氰氟草酯乳油有效剂量 90 g/hm² 对双穗雀稗具有很好的防除效果, 在不能保证均匀全株受药的情况下, 10% 氰氟草酯乳油防除双穗雀稗的使用剂量应该提高到有效剂量 270 g/hm²。

关键词 杂草防除; 双穗雀稗; 除草剂应用; 氰氟草酯

中图分类号: S 451.2 **文献标识码:** B **DOI:** 10.3969/j.issn.0529-1542.2017.05.035

Effect of application technology of cyhalofop-butyl on *Paspalum distichum* control

Wen Guangyue¹, Qian Zhenguan², Li Tao², Qiang Sheng³, Song Xiaoling³

(1. Institute for Agri-food Standards and Testing Technology, Shanghai Academy of Agricultural

Sciences, Shanghai 201403, China; 2. Eco-Environment and Plant Protection Research

Institute, Shanghai Academy of Agricultural Sciences, Shanghai 201403, China;

3. Weed Research Laboratory, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

Abstract To clarify the control efficacy of cyhalofop-butyl on *Paspalum distichum*, laboratory experiments and field trials were carried out under different treatment conditions. Laboratory experiment results indicated that cyhalofop-butyl presented good control effect on *P. distichum* with the LD₅₀ values of 26.15 g/hm² effective dosage. Field trials demonstrated that from seedling stage to vegetative growth peak stage, spraying of herbicide on whole plant at effective dosage of 90 to 270 g/hm² had approximate 100% control effect. Non-uniform application in both laboratory and field showed good control efficacy in sprayed area, but control effect in non-sprayed area is dose-dependent. In general, non-uniform application was one of the main reasons for control efficacy decreasing. 10% cyhalofop-butyl EC with the effective dosage of 90 g/hm² would achieve significant control effect on *P. distichum* under uniform spray on the whole plants, while the dosage should be increased to 270 g/hm² when proper spraying can not be guaranteed.

Key words weed control; *Paspalum distichum*; herbicide application; cyhalofop-butyl

双穗雀稗 *Paspalum distichum*, 禾本科雀稗属植物, 多年生。该草全世界热带、亚热带地区均有分布^[1] 在中国主要分布于江苏、台湾、湖北、湖南、云南、广西、海南等省区; 生于田边路旁, 曾作为优良牧草

引种, 但在局部地区成为造成作物减产的恶性杂草。双穗雀稗主要以根茎和匍匐茎繁殖, 种子也能作远途传播。匍匐茎横走、粗壮, 长达 1 m, 向上直立部分高 20~40 cm, 节生柔毛。一株根茎常具 30~40 节, 多的可

收稿日期: 2016-08-07 修订日期: 2016-10-16

基金项目: 上海市市级农业口系统青年人才成长计划(沪农青字(2015)第 1-20 号)

* 通信作者 E-mail: sxl@njau.edu.cn

达 70~80 节, 每节有 1~3 个芽, 每个芽都可以长成新枝, 繁殖竞争力极强, 蔓延甚速^[2]。由于稻田连年机械旋耕与收割、水稻轻型栽培的推广、田埂沟渠处的杂草清除不力等因素, 双穗雀稗已由 20 世纪 80 年代中后期至 90 年代中期前在田埂边处局部发生演替为全田分布发生, 上升为与稗草、千金子并重的禾本科杂草优势种, 对水稻生长和产量造成了严重的影响^[3]。双穗雀稗严重影响直播稻田水稻产量, 双穗雀稗每平方米增加 1 株, 水稻产量损失率平均提高 10.28 百分点; 分枝数每增加 1 个, 鲜重每增加 1 g, 每 667 m² 水稻产量损失分别为 0.76 kg 和 0.20 kg^[4]。

氰氟草酯是芳氧苯氧丙酸类除草剂中唯一对水稻高度安全的种类, 是内吸传导性除草剂, 由植物体的叶片和叶鞘吸收, 经韧皮部传导, 积累于植物体的分生组织区。双穗雀稗是氰氟草酯的防除对象之一, 但是研究者对氰氟草酯的推荐使用剂量存在一定差异, 例如 10% 氰氟草酯乳油的推荐使用剂量有 165~225 g/hm²^[2]、90 g/hm²^[5] 等。部分农场或者农民反映在水稻实际生产中双穗雀稗较难防除, 防除效果不彻底。因此, 为了明确氰氟草酯防除双穗雀稗的使用技术, 提高氰氟草酯防除双穗雀稗的质量, 特开展本研究。

1 材料与方法

1.1 供试药剂

10% 氰氟草酯 (cyhalofop-butyl) 乳油, 美国陶氏益农公司生产。

1.2 供试材料

双穗雀稗, 采集自休闲农田。

1.3 氰氟草酯对双穗雀稗的防除作用

1.3.1 氰氟草酯对双穗雀稗 LD₅₀ 测定

取塑料盒 (15 cm×11 cm×5 cm), 盒中加入 2~3 cm 底土, 加水至饱和。把采集的双穗雀稗剪成含有一个节的茎段, 每个盒子扦插 10 个茎段。放入 L//D=12 h//12 h 的培养箱中培养, 光照时温度 28℃ 黑暗时温度 25℃。间歇加水, 保证盒中土壤干湿交替。

待双穗雀稗长至 4~5 片叶后, 使用生测喷雾塔 (3WPSH-500E 型, 农业部南京农业机械化研究所生产) 将 10% 氰氟草酯乳油均匀喷于叶片表面。10% 氰氟草酯乳油设置为有效剂量 37.5、33.0、28.5、24.0、19.5、15.0、10.5 g/hm², 兑水量为 450 kg/hm²。施药前倾倒掉盒子中多余的水分, 施药后 24 h 补水 2~3 cm 至盒子边缘, 试验期间每天补水

保持该水层深度, 每个处理 4 次重复。喷药后 14 d 调查每个处理双穗雀稗存活株数, 计算株防效。建立氰氟草酯有效剂量自然对数值与防效几率值之间线性方程, 计算氰氟草酯对双穗雀稗的 LD₅₀。

1.3.2 氰氟草酯对不同生长阶段双穗雀稗的田间防除效果

水田整田后, 将采集的双穗雀稗剪成含一个节的茎段, 每个小区 20 m² 撒播 80 个茎段, 撒播后使用铁锹把茎段踏入泥土中。田间管理方式按照直播稻栽培模式管理, 但未播种水稻。

在双穗雀稗苗期、营养生长期初中期以及营养生长盛期分别使用背负式喷雾器 (HD-400 型, 新加坡利农公司生产) 喷施 10% 氰氟草酯乳油, 有效剂量设置为 90、135、180、225、270 g/hm², 兑水量为 450 kg/hm², 每个处理 4 次重复。苗期施药为双穗雀稗茎段撒播后 4 周, 茎段节部的芽萌发成独立植株, 植株直立, 未呈匍匐状态, 植株 4~5 片叶。营养生长期初中期施药时间为双穗雀稗撒播后 6 周, 植株主茎已匍匐生长, 主茎节部萌发出新茎, 每个新茎 1~2 片叶, 主茎 6~10 个节, 新茎直立生长。营养生长盛期施药时间为双穗雀稗茎段撒播后 10 周, 植株已蔓延、成簇生长, 每个茎 5~10 片叶。施药前排干田间积水, 施药后 24 h 上水, 水层深度 5~10 cm, 并保持该水层深度至试验结束。施药后 2 周调查每个小区双穗雀稗植株茎的数量, 计算防效。

1.4 不均匀施用氰氟草酯对双穗雀稗防除效果影响

1.4.1 不均匀施用氰氟草酯对双穗雀稗防除效果室内测定

田间采集双穗雀稗茎段, 每个茎段带有 5~10 个节, 节上均生有幼茎。取长方形塑料盒 (22 cm×16 cm×7 cm), 盒中加入 2~3 cm 底土, 加水至饱和, 将上述茎平铺于盒子中, 使每个节均能接触土壤, 并将节轻压至土壤中。待节部的芽萌发至 4~5 片叶时, 把一条主茎上节部萌发的所有茎均匀分成两部分, 主茎保持相连, 一部分植株使用塑料薄膜罩住, 使其喷药时不能被 10% 氰氟草酯乳油喷施, 另一部分植株裸露, 植株可被 10% 氰氟草酯乳油喷施, 采用 3WPSH-500E 型生测喷雾塔喷雾。10% 氰氟草酯乳油设置为有效剂量 45、90、135、180、225 g/hm², 兑水量为 450 kg/hm², 每个处理 4 次重复。施药前倾倒掉盒子中多余的水分, 施药后 24 h 补水 3~5 cm 至盒子边缘, 试验期间每天补水保持该水层深度。施药后 2 周调查每株双穗雀稗施药部分和未施药部分的茎数, 分别计算施药部分防效、未施药部分防效

和总体防效。

1.4.2 不均匀施用氰氟草酯对双穗雀稗防除效果田间测定

水稻田整地完成,将田间采集的含5~10个节的双穗雀稗茎段平铺于20 m²小区内,每个小区平铺4条茎段,铺好后使用双手把茎段压入泥土中,每个处理4次重复。待双穗雀稗节部生长出的茎开始匍匐蔓延成簇生长,每个茎约5片叶时,把成簇的双穗雀稗按照其田间生长走势平均分成两部分,一部分喷施10%氰氟草酯乳油,另一部分不喷施10%氰氟草酯乳油。10%氰氟草酯乳油设置为有效剂量90、135、180、225、270 g/hm²,兑水量为450 kg/hm²。施药前排干田间积水,施药后24 h上水,水层深度5~10 cm,并保持该水层深度至试验结束。施药后2周分别调查整个小区双穗雀稗植株施药部分和未施药部分的茎数,分别计算施药部分、未施药部分防效和总体防效,药后75 d目测整体防效。

1.5 统计与分析

试验数据采用SAS 9.0软件进行统计分析,应用Duncan氏新复极差法进行0.05水平差异显著性检验。

2 结果与分析

2.1 氰氟草酯对双穗雀稗的防除作用

2.1.1 氰氟草酯对双穗雀稗LD₅₀测定

室内试验结果表明,10%氰氟草酯乳油对双穗

雀稗具有很好的防除效果(表1),有效剂量自然对数值和抑制率几率值的线性方程为 $y=1.6618x-0.4238$ ($R^2=0.8373$),其中 $x=\ln(\text{有效剂量})$, $y=\text{抑制率几率值}$,通过计算得氰氟草酯对双穗雀稗的LD₅₀为26.15 g/hm²。

表1 不同有效剂量氰氟草酯对双穗雀稗的防除作用

Table 1 Control efficacy of cyhalofop-butyl on *Paspalum distichum* at different effective dosages

有效剂量/g·(hm ²) ⁻¹ Effective dosage	株数/株 Number of plants	防效/% Control efficacy
37.5	3.00±1.35	69.2
33.0	3.75±1.89	61.5
28.5	3.75±1.75	61.5
24.0	6.50±1.04	33.3
19.5	6.00±2.16	38.5
15.0	6.25±1.44	35.9
10.5	9.50±0.65	2.6
CK	9.75±0.85	—

2.1.2 氰氟草酯对不同生长阶段双穗雀稗的田间防除效果

田间试验结果(表2)表明,10%氰氟草酯乳油对不同龄期双穗雀稗均具有很好的防除效果。在施药均匀、全株受药的情况下,施用10%氰氟草酯乳油有效剂量90~270 g/hm²对苗期、营养生长初中期以及营养生长盛期的双穗雀稗防除效果均达到或接近100%。

表2 氰氟草酯对不同生长阶段双穗雀稗的防除作用¹⁾

Table 2 Control efficacy of cyhalofop-butyl on *Paspalum distichum* at different growth stages

有效剂量/ g·(hm ²) ⁻¹ Effective dosage	苗期 Seedling stage		营养生长初中期 The early/middle stage of vegetative growth		营养生长盛期 The vigorous stage of vegetative growth	
	茎数/个 Number of stem	防效/% Control efficacy	茎数/个 Number of stem	防效/% Control efficacy	茎数/个 Number of stem	防效/% Control efficacy
90	(0.00±0.00)b	100.00	(0.00±0.00)b	100.00	(6.67±5.24)b	96.94
135	(0.00±0.00)b	100.00	(0.00±0.00)b	100.00	(0.00±0.00)b	100.00
180	(0.00±0.00)b	100.00	(0.00±0.00)b	100.00	(0.00±0.00)b	100.00
225	(0.00±0.00)b	100.00	(0.00±0.00)b	100.00	(0.00±0.00)b	100.00
270	(0.00±0.00)b	100.00	(0.00±0.00)b	100.00	(0.00±0.00)b	100.00
CK	(64.33±10.09)a	—	(73.33±4.91)a	—	(217.67±31.71)a	—

1) 不同小写字母表示经Duncan氏新复极差法检验在P<0.05水平差异显著。下同。

Different small letters in the same column indicate significant difference at P<0.05 level by Duncan's new multiple range test. The same below.

2.2 不均匀施用氰氟草酯对双穗雀稗防除效果的影响

2.2.1 不均匀施用氰氟草酯对双穗雀稗防除效果室内测定

从图1可以看出,施药部分,10%氰氟草酯乳油有效剂量45 g/hm²处理对双穗雀稗的防除效果为

83.04%,有效剂量90~225 g/hm²处理的防除效果均为100%,与45 g/hm²的防除效果差异显著。

从图2可以看出,10%氰氟草酯乳油对未施药部分双穗雀稗的防除效果随着施药部分氰氟草酯有效剂量的升高而呈现上升趋势。有效剂量45 g/hm²和

90 g/hm² 的防除效果分别为 38.84% 和 43.61%; 有效剂量 135、180、225 g/hm² 的防除效果分别为 95.24%、83.04% 和 87.50%, 3 个处理之间差异不显著, 但与有效剂量 45、90 g/hm² 处理之间差异显著。相同剂量下, 对未施药部分的防除效果明显低于施药部分。

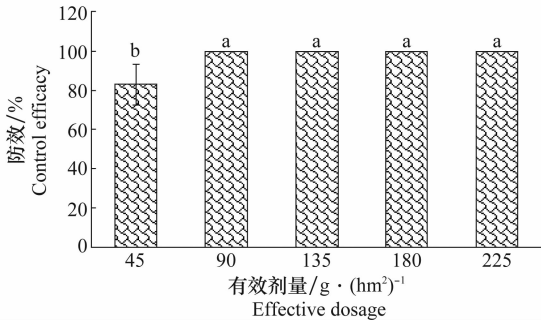


图 1 10% 氰氟草酯乳油不均匀施药对进行施药处理的双穗雀稗的防除效果

Fig. 1 Control efficacy of 10% cyhalofop-butyl EC on treated part of *Paspalum distichum* with uneven application

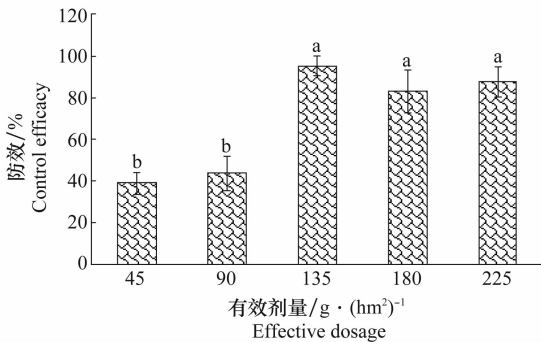


图 2 10% 氰氟草酯乳油不均匀施药对未进行施药处理的双穗雀稗的防除效果

Fig. 2 Control efficacy of 10% cyhalofop-butyl EC on untreated part of *Paspalum distichum* with uneven application

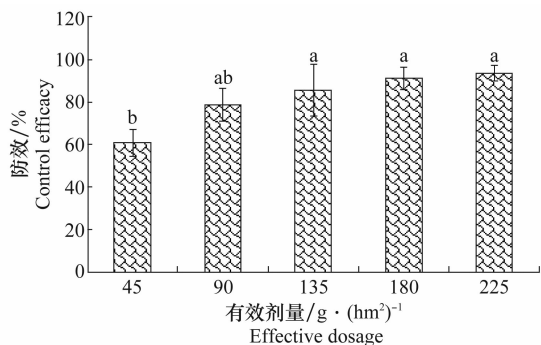


图 3 10% 氰氟草酯乳油对双穗雀稗的整体防效

Fig. 3 The whole control efficacy of 10% cyhalofop-butyl EC on *Paspalum distichum*

从图 3 可以看出, 不均匀施用 10% 氰氟草酯乳油, 随着有效剂量的增加, 整体防除效果逐渐升高。有效剂量 45 g/hm² 的防除效果为 60.94%; 有效剂量 135、180、225 g/hm² 的防除效果分别为 85.71%、91.52% 和 93.75%, 3 个处理之间差异不显著, 但与有效剂量 45 g/hm² 处理差异显著。

2.2.2 不均匀施用氰氟草酯对双穗雀稗防除效果田间测定

田间试验结果(表 3)表明, 施药部分, 10% 氰氟草酯乳油有效剂量 90~270 g/hm² 对双穗雀稗的防除效果均为 100%。

10% 氰氟草酯乳油对未施药部分双穗雀稗的防除效果随着施药部分氰氟草酯有效剂量的增加而呈现上升的趋势, 有效剂量 90、135、180、225、270 g/hm² 的防除效果分别为 42.20%、45.09%、67.73%、73.22% 和 93.06%, 其中有效剂量 270 g/hm² 处理中未施药部分的茎数与有效剂量 90、135 g/hm² 处理之间差异显著; 不均匀施用 10% 氰氟草酯对双穗雀稗的总防效的趋势与未施药部分的防效趋势相类似, 有效剂量 90~270 g/hm² 的总体防效为 71.91%~96.63%。但是对有效剂量 225 g/hm² 和 270 g/hm² 的未施药部分茎数和总茎数汇总样本分别进行 *t* 测验比较后发现, 有效剂量 225 和 270 g/hm² 未施药部分和总茎数汇总之间存在显著差异, 即有效剂量 270 g/hm² 的防除效果优于 225 g/hm²。

药后 75 d 目测整体防效结果表明(表 4), 随着氰氟草酯有效剂量的升高, 其对双穗雀稗的整体防效呈现上升趋势, 其中有效剂量 225、270 g/hm² 的防除效果较好, 目测防效分别为 85.00% 和 90.00%, 与有效剂量 90~135 g/hm² 的防除效果差异显著。

综合室内试验和田间试验结果表明, 在施药均匀、全株受药的情况下, 10% 氰氟草酯乳油有效剂量 90 g/hm² (氰氟草酯田间推荐使用剂量范围内) 对双穗雀稗具有很好的防除效果。但是考虑到农民手动喷雾或田间机械喷雾会存在喷雾不均匀等一些问题, 以及双穗雀稗无性繁殖蔓延迅速等特点, 在不能保证均匀全株受药的情况下, 10% 氰氟草酯乳油防除双穗雀稗的使用剂量应该提高到有效剂量 270 g/hm²。

表 3 不均匀施用氰氟草酯对双穗雀稗防除效果田间试验结果(药后 2 周)

Table 3 Control efficacy of cyhalofop-butyl on *Paspalum distichum* in the field with spraying unevenly(2 weeks after application)

有效剂量/ g · (hm ²) ⁻¹ Effective dosage	施药部分 Parts treated by herbicide		未施药部分 Parts untreated by herbicide		总茎数/个 Number of the whole stem	总防效/% The whole control efficacy
	茎数/个 Number of stem	防效/% Control efficacy	茎数/个 Number of stem	防效/% Control efficacy		
90	(0.00±0.00)b	100	(16.67±4.17)b	42.20	(16.67±4.17)b	71.91
135	(0.00±0.00)b	100	(15.83±3.54)b	45.09	(15.83±3.54)bc	73.31
180	(0.00±0.00)b	100	(9.31±5.78)bc	67.73	(9.31±5.78)bc	84.32
225	(0.00±0.00)b	100	(7.72±0.70)bc	73.22	(7.72±0.70)bc	86.99
270	(0.00±0.00)b	100	(2.00±0.63)c	93.06	(2.00±0.63)c	96.63
CK	(30.50±3.12)a	—	(28.83±3.88)a	—	(59.33±6.84)a	—

表 4 不均匀施用氰氟草酯对双穗雀稗防除效果田间试验结果(药后 75 d)

Table 4 Control efficacy of cyhalofop-butyl on *Paspalum distichum* in the field with spraying unevenly(75 days after application)

有效剂量/g · (hm ²) ⁻¹ Effective dosage	目测防效/% The whole control efficacy by visual observation
90	(55.00±5.00)b
135	(57.50±2.50)b
180	(73.33±8.82)ab
225	(85.00±5.00)a
270	(90.00±0.00)a

3 讨论

在对 10% 氰氟草酯乳油进行初筛时, 37.5 g/hm² 防除效果已达到 80.0%, 但在本文生物测定的最高剂量 37.5 g/hm² 的防除效果为 69.2%(表 1), 低于初筛结果, 因此所计算的 LD₅₀ 略为偏高, 仅供参考。

从本研究结果分析, 即使采用氰氟草酯低剂量处理双穗雀稗, 着药部分防除效果也较理想, 这说明双穗雀稗茎叶对氰氟草酯吸收作用较好, 导致双穗雀稗植株死亡。相反, 未着药部分防除效果较差, 可能是由于氰氟草酯在双穗雀稗体内传导作用较差。要使双穗雀稗同一植株未着药部分达到理想的防除效果, 就要使用较高剂量的氰氟草酯。因此, 从双穗雀稗的形态结构、代谢等原因分析氰氟草酯在双穗

雀稗体内的吸收和传导^[6-8], 分析其对双穗雀稗防除效果的影响将是下一步工作的重点。

多年生杂草一直是杂草防除的一个重点和难点。无论是采用手动喷雾还是机械喷施往往都会出现喷雾不均匀甚至漏喷等现象, 而且由于水稻植株对杂草的遮挡, 也会导致杂草受药不均匀, 从而导致其对双穗雀稗防除效果不彻底。因此, 正确的施药技术是氰氟草酯对双穗雀稗达到理想防除效果的基本保障。

参考文献

- [1] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志[M]. 北京: 科学出版社, 1990: 290.
- [2] 王修慧, 陆永良, 廖冬如, 等. 稻田双穗雀稗生物学特性、发生危害及防控[J]. 江西农业学报, 2011, 23(10): 121-124.
- [3] 王修慧, 余柳青, 廖冬如. 鄱阳湖区稻田杂草防控技术规程[J]. 江西植保, 2010, 33(1): 43-48.
- [4] 陈文敖, 叶美德, 邱美祥. 双穗雀稗对直播早稻的危害损失和防除对策[J]. 杂草科学, 2000, 18(2): 6-7.
- [5] 冯丽菊, 柳福春, 张士新, 等. 千金防除直播稻田双穗雀稗效果[J]. 杂草科学, 2005, 23(3): 34-35.
- [6] Bukovac M J, Petracek P D, Fader R G, et al. Sorption of organic compounds by plant cuticles [J]. Weed Science, 1990, 38(3): 289-298.
- [7] 杨朝东, 张霞. 双穗雀稗(*Paspalum distichum*)通透性生理和茎解剖结构补充研究[J]. 植物研究, 2013, 33(5): 564-568.
- [8] Ruiz-Santaella J P, Heredia A, De Prado R. Basis of selectivity of cyhalofop-butyl in *Oryza sativa* L. [J]. Planta, 2006, 223: 191-199.

(责任编辑: 杨明丽)

更 正

本刊 2017 年第 3 期 192 页刊登的“进境高粱种子中葡萄茎枯病菌的检验鉴定”(作者: 张宇, 许萍萍, 吴晶, 杨静, 李彬, 吴翠萍)一文的基金项目及编号有误, 正确的应为“国家质量监督检验检疫总局科技计划项目(2015IK157); 江苏出入境检验检疫局科技计划项目(2017KJ08)”, 特此更正, 并向作者和读者致歉。