

# 新型抑菌剂 K3 对青枯菌的抑制作用研究

余夏薇<sup>1</sup>, 李艳林<sup>1</sup>, 周本国<sup>2</sup>, 吴健<sup>1</sup>, 刘义新<sup>1\*</sup>

(1. 中国科学技术大学地球与空间科学学院, 安徽合肥 230026; 2. 安徽省农业科学院烟草研究所, 安徽合肥 230041)

**摘要** [目的]进一步验证 K3 的抑菌效果。[方法]采用平板抑菌法检测了 K3 和农用链霉素对 2011 年采集的 24 个青枯菌样本的抑菌效果。[结果]6.0 mg/L K3 对福建泰宁、三明烟草试验站、清流、尤溪、明溪、将乐、建宁, 广东湖口、马市, 安徽寒亭、万全、黄渡、临泉, 湖南岚角、夏层, 陕西乾县, 江西石城, 贵州余庆(1)18 个县青枯菌的抑制率为 100%。8.0 mg/L 农用链霉素对福建泰宁、三明烟草试验站、尤溪、明溪、将乐、建宁, 广东湖口、马市, 安徽寒亭、万全、黄渡、临泉, 湖南岚角、夏层, 陕西乾县, 贵州余庆(1)16 个县青枯菌的抑制率为 100%。1.0 mg/L K3 对福建清流、广东马市、湖南岚角、安徽青阳、江西石城、贵州余庆(1)青枯菌的抑制率显著高于同等浓度的农用链霉素; 2.0 mg/L K3 对福建将乐、安徽临泉青枯菌的抑制率高于同等浓度的农用链霉素。[结论]为有效防治青枯菌提供了理论依据。

**关键词** K3 抑菌剂; 青枯菌; 抑菌率

**中图分类号** S435 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2013)11-04836-03

## Inhibition Effect of Novel Anti-bacterial Agent K3 against *Ralstonia solanacearum*

YU Xia-wei et al (School of Earth and Space, University of Science and Technology of China, Hefei, Anhui 230026)

**Abstract** [Objective] The aim was to further verify the inhibitory effect of K3. [Method] The inhibitory effects of K3 and agri-streptomycin on 24 strains of *Ralstonia solanacearum* collected in 2011 were further verified by using suspension-dilution and plate-count method. And compare different inhibitory strength between K3 and Agri-streptomycin. [Result] K3 at 6.0 mg/L had 100% inhibition on strains of *R. solanacearum* from Taining, Mingxi, Tobacco Experiment Station of Sanming, Qingliu, Youxi, Jiangle, Jianning, Hanting, Wanquan, Huangdu, Linquan, Hukou, Mashi, Lanjiao, Xiaceg, Qianxian, Shicheng and Yuqing (1). Agri-streptomycin at 8.0 mg/L had 100% inhibition on strains of *R. solanacearum* from Taining, Mingxi, Tobacco Experiment Station of Sanming, Youxi, Jiangle, Jianning, Hanting, Wanquan, Huangdu, Linquan, Hukou, Mashi, Lanjiao, Xiaceg, Qianxian and Yuqing (1). The inhibition rates of K3 at 1.0 mg/L on strains of *R. solanacearum* from Qingliu, Mashi, Lanjiao, Qingyang, Shicheng and Yuqing(1) were significantly higher than those of agri-streptomycin at the same concentration, and the inhibition rates of K3 at 2.0 mg/L on strains of *R. solanacearum* from Jiangle and Linquan were also higher than those of agri-streptomycin at the same concentration. [Conclusion] The research results provide theoretical basis for the effective control of *R. solanacearum*.

**Key words** K3; *Ralstonia solanacearum*; Inhibition effect

植物细菌性青枯病由茄科雷尔氏菌引起<sup>[1]</sup>。20 世纪, 雷尔氏青枯菌一直被称为青枯假单胞菌 (*Pseudomonas solanacearum*)。1996 年由 International Journal of Systematic Bacteriology 统一定名为 *Ralstonia solanacearum* E. F. Smith, 简称为 *Ralstonia solanacearum*, 并且一直沿用至今<sup>[2-3]</sup>。它是一种土传性细菌病害, 可导致 200 多种植物萎蔫死亡<sup>[4]</sup>, 涉及土豆、香蕉、茄果蔬菜、部分花卉等重要作物。虽然青枯病在热带和亚热带地区多发, 但由于气候环境变化使青枯菌变异多样、分布北移、范围扩大, 我国陕西、吉林等省地也有青枯病发生。在长江以南地区青枯病一直多发<sup>[5]</sup>。全球每年因该病造成的经济损失估计超过 9.5 亿美元<sup>[6]</sup>。青枯病已成为烟叶种植面积落实、产质量提高的重要限制性因子之一。由于青枯菌是一个多态性非常丰富的复合种, 其在寄主范围、地理分布、致病性、生理特性方面均表现出显著多样性<sup>[7]</sup>。以往农业生产中常用的农用链霉素、多菌灵等因病原的变异多样与抗药性增强, 在很多地区对青枯病的防效已不理想。K 系是一种生物源多糖物质, 研究发现 K 系抑菌剂尤其 K3 使用浓度比农用链霉素低 1 倍, 且对纯培养条件下的青枯菌有显著抑制效果<sup>[8]</sup>。并且, K1、K2 对烟草黑胫病原菌也有显著的抑制作用, 效果随着 K1、K2 浓度的增大而

增强<sup>[9]</sup>。

笔者在赵志峰等<sup>[8]</sup>研究的基础上, 于 2011 年新增陕西和江西 2 个省份, 继续对安徽、福建、广东、湖南、贵州 5 个省份共 24 个地区的烟草青枯病株进行了采样, 并在实验室采用平板法检测了 K3 和农用链霉素对青枯菌的抑制能力, 以期对青枯菌的有效防治提供借鉴。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

**1.1.1 供试药剂。**K3、农用链霉素(河北某药厂生产, 市售)。

**1.1.2 供试样品。**2011 年福建、广东、湖南、贵州、陕西、江西、安徽 7 个省份 24 份青枯菌样品为从感染青枯菌的烟杆和安徽临泉生姜病株分离纯化所得。

### 1.2 方法

**1.2.1 青枯菌悬液的制备。**用接种环挑取 1~2 个青枯菌菌落, 转入配好的牛肉膏蛋白胨<sup>[10]</sup> NA 液体培养基中, 置于 35℃ 培养箱中培养 18 h, 制成青枯菌悬液备用。

**1.2.2 含药培养基的制备。**分别配制 5、10、20、40、60 mg/L 的 K3 以及 10、20、40、60、80 mg/L 的农用链霉素母液。

将灭过菌的 27 ml NA 固体培养基冷却至 40~50℃, 在无菌条件下加入 3.0 ml 配制好的 K3、农用链霉素母液, 摇晃均匀制成平板。制备成浓度分别为 0.5、1.0、2.0、4.0、6.0 mg/L 的 K3 以及 1.0、2.0、4.0、6.0、8.0 mg/L 的农用链霉素含药培养基。同时, 以无菌水代替药剂制成空白对照。每种

**基金项目** 安徽省烟草公司项目(20120551007)。

**作者简介** 余夏薇(1988-), 女, 安徽池州人, 硕士研究生, 研究方向: 土壤微生物生态。\* 通讯作者, 副教授, 博士, 从事土壤微生物生态研究, E-mail: liuyixin@ustc.edu.cn。

**收稿日期** 2013-03-28

浓度的培养基倒 3 个平板作为重复。

**1.2.3 抑菌效果的测定。**采用平板菌落计数法<sup>[11]</sup>。将制备好的菌悬液稀释至  $2 \times 10^3$  cfu/ml 左右。在无菌条件下用移液枪吸取 90  $\mu$ l 滴至含药培养基表面,并用涂布棒在培养基表面涂抹均匀,放置 10~20 min 后移至恒温培养箱,35  $^{\circ}$ C 培养 18 h 后观察培养皿表面的菌落数并计数。计算药剂的抑菌率。

菌落抑制率<sup>[11]</sup>(%) = (对照组菌落数 - 处理组菌落数) / 对照组菌落数  $\times$  100

**1.3 数据处理** 采用 SPSS.v16.0 和 Excel 2007 统计软件进行数据分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 K3、农用链霉素对不同地区烟草青枯菌的抑制效果

**2.1.1 K3 对烟草青枯菌的抑制效果差异分析。**由表 1 可知,0.5 mg/L K3 对安徽寒亭、宣州、广德、万全、青阳、黄渡、

临泉,福建泰宁、三明,广东湖口、马市,湖南岚角、夏层,陕西乾县,江西石城,贵州长顺、余庆的青枯菌抑制率与对照差异显著。同时,1.0 mg/L K3 对福建建宁的青枯菌抑制率与对照差异显著。2.0、4.0、6.0 mg/L K3 对所有县区青枯菌的抑制率都与对照差异显著。

**2.1.2 农用链霉素对烟草青枯菌的抑制效果差异分析。**由表 2 可知,1.0 mg/L 农用链霉素对安徽寒亭、宣州、万全、黄渡、临泉,福建泰宁、三明试验站、尤溪、明溪、将乐、建宁,广东湖口、马市,湖南夏层,江西石城和贵州长顺、余庆(1)青枯菌的抑制率都与对照差异显著。2.0 mg/L 农用链霉素对湖南岚角、陕西乾县、安徽青阳青枯菌的抑制率与对照差异显著;4.0 mg/L 农用链霉素对福建清流青枯菌的抑制率与对照差异显著;6.0 mg/L 农用链霉素对贵州余庆(2)青枯菌的抑制率与对照差异显著;8.0 mg/L 农用链霉素对福建三明宁化和安徽广德青枯菌的抑制率与对照差异显著。

表 1 K3 对不同地区烟草青枯菌的抑制率

样品代号	采样地点	K3 浓度//mg/L					
		6.0	4.0	2.0	1.0	0.5	0
1	安徽省宣城寒亭镇	100 a	100 a	71.90 b	38.91 c	6.07 d	0 e
2	福建省三明市泰宁县	100 a	100 a	100 a	87.48 b	56.16 c	0 d
3	福建省三明市烟草试验站	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	0 b
4	福建省三明市清流县	100 a	100 a	96.97 a	92.42 a	63.64 b	0 c
5	福建省三明市尤溪县	100 a	100 a	99.23 b	61.00 c	17.95 d	0 e
6	福建省三明市宁化县	99.44 a	97.43 ab	94.29 b	90.47 c	85.76 d	0 e
7	福建省三明市明溪县	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	0 b
8	福建省三明市将乐县	100 a	100 a	92.35 b	91.17 b	87.68 c	0 d
9	福建省三明市建宁县	100 a	100 a	100 a	38.73 b	4.23 c	0 c
10	广东省南雄市湖口镇	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	0 b
11	广东省始兴县马市镇	100 a	100 a	100 a	47.37 b	11.05 c	0 d
12	湖南省永州岚角镇	100 a	100 a	97.66 b	76.94 c	59.33 d	0 e
13	湖南省江永县夏层镇	100 a	100 a	100 a	100 a	88.47 a	0 b
14	安徽省宣州市宣城	41.67 a	35.20 b	29.17 bc	26.23 c	16.79 d	0 e
15	陕西省乾县	100 a	100 a	100 a	100 a	53.95 b	0 c
16	江西省石城县	100 a	100 a	89.91 b	82.25 c	76.71 d	0 e
17	安徽省广德县	36.86 a	25.85 b	23.73 b	19.07 c	16.53 c	0 d
18	安徽省郎溪县万全镇	100 a	100 a	100 a	96.23 b	76.53 c	0 d
19	安徽省宣州市黄渡乡	100 a	100 a	100 a	100 a	92.63 b	0 c
20	安徽省池州市青阳县	33.18 a	24.55 b	20.45 bc	17.27 c	12.27 d	0 e
21	贵州省长顺县	36.67 a	27.92 b	21.04 c	14.17 d	8.96 d	0 e
22	贵州省余庆县(1)	100 a	100 a	100 a	100 a	40.24 b	0 c
23	贵州省余庆县(2)	50.00 a	42.24 a	32.76 b	21.55 c	16.38 c	0 d
24	安徽省临泉县	100 a	100 a	100 a	100 a	69.29 b	0 c

注:同行数据后不同小写字母表示不同处理浓度在 0.05 水平差异显著(LSD 法测验)。

### 2.2 不同抑菌剂的敏感菌(对其抑制率为 100%的菌)的区域分布

**2.2.1 K3 敏感菌的区域分布。**由表 1 可知,0.5 mg/L K3 对福建三明试验站和明溪、广东湖口青枯菌的抑制率都为 100%;1.0 mg/L K3 对湖南夏层、陕西乾县、安徽黄渡和临泉、贵州余庆(1)青枯菌的抑制率为 100%;2.0 mg/L K3 对福建泰宁和建宁、广东马市、安徽万全青枯菌的抑制率为 100%;4.0 mg/L K3 对福建寒亭、清流、尤溪、将乐,湖南岚角,江西石城青枯菌的抑制率为 100%。由此可见,K3 的敏

感菌分布在福建三明试验站、泰宁、建宁、明溪、清流、尤溪、将乐,广东湖口、马市,湖南夏层、岚角,陕西乾县,安徽黄渡、临泉,万全、寒亭,贵州余庆(1)、江西石城。

**2.2.2 农用链霉素敏感菌的区域分布。**由表 2 可知,1.0 mg/L 农用链霉素对福建明溪、广东湖口青枯菌的抑制率为 100%;2.0 mg/L 农用链霉素对陕西乾县青枯菌的抑制率为 100%;4.0 mg/L 农用链霉素对福建三明试验站、尤溪、建宁,广东马市,湖南夏层,安徽黄渡、临泉,贵州余庆(1)青枯菌的抑制率为 100%;6.0 mg/L 农用链霉素对福建泰宁、将乐,湖

南岚角,安徽万全青枯菌的抑制率为100%;8.0 mg/L农用链霉素对安徽寒亭青枯菌的抑制率为100%。由此可见,农用链霉素的敏感菌分布在福建三明试验站、明溪、泰宁、建

宁、寒亭、尤溪、将乐,广东湖口、马市,湖南夏层、岚角,陕西乾县,安徽黄渡、万全、临泉,贵州余庆(1)。

表2 农用链霉素对不同地区烟草青枯菌的抑制率

%

样品代号	采样地点	农用链霉素浓度//mg/L					
		8.0	6.0	4.0	2.0	1.0	0
1	安徽省宣城寒亭镇	100 a	90.28 ab	72.22 b	50.00 c	23.61 d	0 e
2	福建省三明市泰宁县	100 a	100 a	99.70 a	95.73 b	95.12 c	0 d
3	福建省三明市烟草试验站	100 a	100 a	100 a	94.51 a	85.71 a	0 b
4	福建省三明市清流县	89.23 a	60.77 b	18.46 c	11.80 cd	4.87 cd	0 d
5	福建省三明市尤溪县	100 a	100 a	100 a	25.00 b	20.46 b	0 c
6	福建省三明市宁化县	73.81 a	47.62 ab	38.10 ab	38.10 ab	35.71 b	0 b
7	福建省三明市明溪县	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	0 b
8	福建省三明市将乐县	100 a	100 a	81.82 b	45.46 c	40.91 c	0 d
9	福建省三明市建宁县	100 a	100 a	100 a	53.23 b	27.96 c	0 d
10	广东省南雄市湖口镇	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	0 b
11	广东省始兴县马市镇	100 a	100 a	100 a	36.28 b	21.73 c	0 d
12	湖南省永州岚角镇	100 a	100 a	80.44 b	19.57 c	8.70 cd	0 d
13	湖南省江永县夏层镇	100 a	100 a	100 a	99.24 a	85.61 a	0 b
14	安徽省宣州市宣城	27.47 a	19.66 ab	16.15 b	13.58 b	10.81 b	0 c
15	陕西省乾县	100 a	100 a	100 a	100 a	10.47 b	0 b
16	江西省石城县	95.12 a	92.38 a	84.76 a	52.74 b	29.57 c	0 d
17	安徽省广德县	61.26 a	42.93 ab	27.75 ab	15.45 b	11.52 b	0 b
18	安徽省郎溪县万全镇	100 a	100 a	85.82 a	37.11 b	22.94 b	0 c
19	安徽省宣州市黄渡乡	100 a	100 a	100 a	85.88 b	40.39 c	0 d
20	安徽省池州市青阳县	35.00 a	29.62 ab	24.53 ab	18.96 b	7.92 bc	0 c
21	贵州省长顺县	60.62 a	49.49 b	42.81 b	31.51 c	22.60 c	0 d
22	贵州省余庆县(1)	100 a	100 a	100 a	69.44 b	26.67 c	0 d
23	贵州省余庆县(2)	50.00 a	37.72 a	33.33 ab	30.70 ab	23.68 ab	0 b
24	安徽省临泉县	100 a	100 a	100 a	59.46 b	24.52 c	0 d

注:同行数据后不同小写字母表示不同处理浓度在0.05水平差异显著(LSD法测验)。

表3 同等浓度的K3与农用链霉素对青枯菌的抑制率比较

%

样品代号	采样地点	1.0 mg/L		2.0 mg/L		4.0 mg/L		6.0 mg/L	
		K3	农用链霉素	K3	农用链霉素	K3	农用链霉素	K3	农用链霉素
1	安徽省宣城寒亭镇	38.91 a	23.61 b	71.90 a	50.00 a	100 a	72.22 a	100 a	90.28 a
2	福建省三明市泰宁县	87.48 a	95.12 a	100 a	95.73 a	100 a	99.70 a	100 a	100 a
3	福建省三明市烟草试验站	100 a	85.71 a	100 a	94.51 a	100 a	100 a	100 a	100 a
4	福建省三明市清流县	92.42 a	4.87 b	96.97 a	11.80 b	100 a	18.46 b	100 a	60.77 a
5	福建省三明市尤溪县	61.00 a	20.45 a	99.23 a	25.00 a	100 a	100 a	100 a	100 a
6	福建省三明市宁化县	90.47 a	35.71 a	94.29 a	38.10 a	97.43 a	38.10 a	99.44 a	47.62 a
7	福建省三明市明溪县	100 a	100 a						
8	福建省三明市将乐县	91.17 a	40.91 a	92.35 a	45.46 b	100 a	81.82 a	100 a	100 a
9	福建省三明市建宁县	38.73 a	27.96 a	100 a	53.23 a	100 a	100 a	100 a	100 a
10	广东省南雄市湖口镇	100 a	100 a						
11	广东省始兴县马市镇	47.37 a	21.73 b	100 a	36.28 b	100 a	100 a	100 a	100 a
12	湖南省永州岚角镇	76.94 a	8.70 b	97.66 a	19.57 a	100 a	80.44 a	100 a	100 a
13	湖南省江永县夏层镇	100 a	85.61 a	100 a	99.24 a	100 a	100 a	100 a	100 a
14	安徽省宣州市宣城	26.23 a	10.81 b	29.17 a	13.58 b	35.20 a	16.15 a	41.67 a	19.66 a
15	陕西省乾县	100 a	10.47 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a
16	江西省石城县	82.25 a	29.57 b	89.91 a	52.74 a	100 a	84.76 a	100 a	92.38 a
17	安徽省广德县	19.07 a	11.52 a	23.73 a	15.45 a	25.85 a	27.75 a	36.86 a	42.93 a
18	安徽省郎溪县万全镇	96.23 a	22.94 a	100 a	37.11 a	100 a	85.82 a	100 a	100 a
19	安徽省宣州市黄渡乡	100 a	40.39 a	100 a	85.88 a	100 a	100 a	100 a	100 a
20	安徽省池州市青阳县	17.27 a	7.92 b	20.45 a	18.96 a	24.55 a	24.53 a	33.18 a	29.62 a
21	贵州省长顺县	14.17 a	22.60 a	21.04 a	31.51 a	27.92 b	42.81 a	36.67 a	49.49 a
22	贵州省余庆县(1)	100 a	26.67 b	100 a	69.44 a	100 a	100 a	100 a	100 a
23	贵州省余庆县(2)	21.55 a	23.68 a	32.76 a	30.70 a	42.24 a	33.33 a	50.00 a	37.72 a
24	安徽省临泉县	100 a	24.52 a	100 a	59.46 b	100 a	100 a	100 a	100 a

注:相同浓度下同行数据后不同字母表示不同药剂在0.05水平差异显著(T检验法)。

(70.00%), ES2 同工酶只有 1 条浓染的酯酶区带; 藏雪鸡 ES1 同工酶存在 ES1AC、ES1BC 和 ES1B 3 种表型, 以 ES1 B 为优势表型(80.00%), ES2 同工酶则表现为有带(+)或无带(-)2 种表型; 而家鸡 ES1 同工酶则有 ESA 和 ESB 2 种表型, 以 ESB 为优势表型(75.00%)。

### 3 讨论

蛋白质(酶)多态性用于分析畜禽品种的遗传相似关系, 对阐明品种的起源、分化、遗传变异有着重要意义, 也可为畜禽品种资源的正确保存和合理利用提供科学依据<sup>[6]</sup>。马建岗等<sup>[4]</sup>发现家鸡的血清 ES1 位点由  $ES1^A$  和  $ES1^B$  等位基因控制, 构成 AA 型、AB 型和 BB 型 3 种基因表型。肖千均等<sup>[7]</sup>在一些地方鸡品种中则发现了  $ES1^C$  基因。在该试验研究中, 高山雪鸡和藏雪鸡 ES1 位点由  $ES1^A$ 、 $ES1^B$  和  $ES1^C$  等位基因控制, 分别构成 ES1ABC 和 ES1BC 2 种表型和 ES1AC、ES1BC 和 ES1BB 3 种表型, 而家鸡 ES1 位点上未检测到  $ES1^C$  基因。关于 ES2 位点上, 高山雪鸡 ES2 同工酶均表现为显现酶活性的 1 条浓染较宽的酯酶区带(+), 未检测到无显现酶活性的酯酶区带(-), 当然也因样本数的原因不排除高山雪鸡 ES2 存在无带(-)酶谱的可能性; 藏雪鸡和家鸡 ES2 同工酶则表现为有显现酶活性区带(+)和无显现酶活

(上接第 4838 页)

**2.3 同等浓度的 K3 与农用链霉素对青枯菌抑制效果的比较** 由表 3 可知, 同等浓度的 K3 与农用链霉素对大部分菌的抑制率差异不显著, 药剂浓度在 1.0 mg/L 时, K3 对寒亭、清流、马市、岚角、宣州、石城、青阳、余庆(1) 青枯菌的抑制率显著高于农用链霉素; 2.0 mg/L K3 对将乐、临泉青枯菌的抑制率高于农用链霉素; 4.0 mg/L 农用链霉素对贵州长顺青枯菌的抑制率高于 K3。

### 3 结论与讨论

通过 K3 与农用链霉素对青枯菌抑制效果的差异分析及 2 种药剂的敏感菌分布分析可见, 相同浓度的同种药剂对不同地区青枯菌的抑制效果不同。6.0 mg/L K3 对安徽宣州、广德、青阳、长顺和贵州余庆(2) 青枯菌的抑制效果相对于其他地区不明显, 8.0 mg/L 农用链霉素对福建清流、宁化、安徽宣州、广德、青阳、长顺, 江西石城, 贵州余庆(2) 青枯菌的抑制效果没有对其他地区显著。造成该种现象的原因可能是不同地区青枯菌的自然生存环境不同, 导致病原菌产生种内变异。

适合用 0.5 mg/L K3 抑制青枯菌的地区有福建三明烟草试验站、明溪、广东湖口, 适合用 1.0 mg/L K3 的地区有湖南夏层、陕西乾县、安徽黄渡和临泉、贵州余庆(1), 适合用 2.0 mg/L K3 的地区有福建泰宁和建宁、广东马市、安徽万全, 适合用 4.0 mg/L K3 的地区有安徽寒亭, 福建清流、尤溪、将乐, 湖南岚角, 江西石城。

该研究对 2011 年搜集的青枯菌的抑菌结果与赵志峰等<sup>[6]</sup>的研究结果比较发现, 同一种药剂对相同地区的青枯菌

的抑制作用在 2 年内无变化, 说明 K 系抑菌效果较稳定。另外, 赵志峰等<sup>[6]</sup>的研究中所用的农用链霉素来源于不同生产厂家, 所以该研究中设置的药剂浓度与前者明显不同。可见, 不同厂家的同名产品或同一厂家不同批次的产品性能可能存在差异。由此可见, 必须强化农用物质产品质量标准管理及质量监测和监督。

### 参考文献

- [1] CSUKA J, PETROVSKY E. Study of polymorphism of esterase of chicken egg white and blood [J]. Foli Biologica, 1968, 14: 165-167.
- [2] KIMURA M. Genetic studies on plasma esterase isozymes in chicken [J]. Anim Blood Jap Ppult Sci, 1969, 6: 68-72.
- [3] 孙汉, 陈汉, 欧阳建华, 等. 江西地方鸡种 6 种血清酯酶多态性的研究 [J]. 江西农业大学学报, 1997, 19(3): 65-69.
- [4] 马建岗, 路兴中. 家鸡血清酯酶同工酶研究 [J]. 西北农业大学学报, 1991, 19(4): 43-46.
- [5] 武秀云. 藏雪鸡 [J]. 中国家禽, 2002, 24(23): 43-44.
- [6] 程光潮, 李晓燕, 段章雄, 等. 配套肉鸡亲本品系的血型多态性和遗传歧异 [J]. 科学农业(台湾), 1993, 41(5/6): 107-111.
- [7] 肖千均, 吴小林, 项可宁, 等. 家禽(鸡鸭鹅)血清酯酶多态性比较血型学研究 [J]. 遗传, 1997, 19(2): 20-22.
- [8] 陈静, 谢全喜, 刘乃芝, 等. 复合微生态制剂与饲用抗生素对肉鸡血清生化指标和肠道酶活性的影响 [J]. 畜牧与饲料科学, 2012, 33(3): 15-18.
- [9] 王民, 张才骏. 蓝马鸡和藏马鸡的血清酯酶同工酶谱 [J]. 畜牧与兽医, 2002(12): 3-4.

的抑制作用在 2 年内无变化, 说明 K 系抑菌效果较稳定。另外, 赵志峰等<sup>[6]</sup>的研究中所用的农用链霉素来源于不同生产厂家, 所以该研究中设置的药剂浓度与前者明显不同。可见, 不同厂家的同名产品或同一厂家不同批次的产品性能可能存在差异。由此可见, 必须强化农用物质产品质量标准管理及质量监测和监督。

### 参考文献

- [1] 徐进, 许景生, 刘志静, 等. 我国植物青枯菌演化型的划分及香蕉青枯病特异性分子靶标的筛选 [C]// 第一届全国生物入侵学术研讨会. 福州: [出版者不详], 2007: 15.
- [2] SADDLER G S. IMI description of fungi and bacteria No. 1220: Burkholderia solanacearum [J]. Mycopathologia, 2000, 128: 61-63.
- [3] 刘雅婷, 张世光. 烟草青枯菌研究进展 [J]. 中国农业大学学报, 2001, 16(1): 72-76.
- [4] HAYWARD A C. Pseudomonas solanacearum [M]// SINGH U S. Pathogenesis and Host Specificity in Plant Diseases: Histopathological, Biochemical, Genetic and Molecular Bases (Vol. 1). Oxford: Elsevier Science, 1995: 139-151.
- [5] WANG A A, ZHAO Z F, LIU Z Z. Effect of K1, K2 anti-bacterial agents on tobacco *Ralstonia solanacearum* [J]. Engineering, 2010, 2: 930.
- [6] Department for Environment, Food and Rural Affairs of United Kingdom (DEFRA). Plant Pathology [EB/OL]. (2003-03), Accessed March. www.defra.gov.uk/plant/phenews/penday/brown.pdf.
- [7] LIU Z Z. Analysis of physiological polymorphism of Chinese tobacco strains of *Ralstonia solanacearum* [J]. International Journal of Biodiversity and Conservation, 2012, 4(6): 267-276.
- [8] 赵志峰, 杨梅林, 罗正友, 等. 新型抑菌剂 K 系对烟草青枯菌的抑制作用研究 (I) [J]. 中国烟草学报, 2012, 18(1): 64-71.
- [9] 赵志峰, 吕珩, 周本国, 等. 拟氨基多糖抑菌剂 K1、K2 对烟草黑胫病菌 (*Phytophthora parasitica* var. *nicotianae*) 的抑制效果研究 [J]. 中国烟草学报, 2012, 17(6): 86.
- [10] 周德庆. 微生物学实验教程 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2006: 385.
- [11] 游文莉, 许文耀. 杀细菌剂毒力测定方法的研究 [J]. 农药科学与管理, 2002, 23(2): 21-22.