二氯吡啶酸防除胡麻田刺儿菜的药效及安全性评价

张 炜， 陆俊武， 曹秀霞*， 钱爱萍， 剡宽将

（宁夏农林科学院固原分院，固原 756000）

摘要 针对胡麻田恶性杂草刺儿菜，选用75%二氯吡啶酸钾盐SP加以防除，并对其药效及对胡麻的安全性进行了综合评价。结果表明，75%二氯吡啶酸钾盐SP对刺儿菜具有很好的防除效果，它使刺儿菜的根部生长受到抑制，最终导致其腐烂。当药剂有效剂量为236.3、270.0 g/hm^{2}时，药后45 d株防效可达到96.97%和96.53%，药后60 d烂根率可达到94.20%和94.90%。选择在刺儿菜全部出苗后施药可显著提高防除效果。药剂对胡麻营养生长和生殖生长没有明显抑制作用，对胡麻主要经济性状也未产生显著影响。

关键词 杂草防除； 胡麻； 刺儿菜； 二氯吡啶酸

中图分类号： S 481.9 **文献标识码：** B **DOI：** 10.16688/j.zwbh.2018032

Effects and safety evaluation of clopyralid for controlling *Cephalanoplos segetum* in oil flax field

ZHANG Wei， LU Junwu， CAO Xiuxia， QIAN Aiping， YAN Kuanjiang

（*Guyuan Branch of Ningxia Academy of Agriculture and Forestry Sciences*, *Guyuan* 756000, *China*）

Abstract Clopyralid potassium salt 75% SP was used to control the malignant weed *Cephalanoplos segetum* in oil flax field, and its efficacy and safety on oil flax were evaluated comprehensively. The results showed that clopyralid potassium salt 75% SP had a very good control effect on *C. segetum*, and could inhibit the growth of *C. segetum* roots until they decayed. When the herbicide was applied at the effective dosages of 236.3 and 270.0 g/hm^2, the weed control effect was 96.97% and 96.53% after 45 days, respectively, and the rates of rotten roots were 94.20% and 94.90% after 60 days, respectively. Application of the herbicide after all *C. segetum* seedlings emerged could significantly improve its control effect. Nutritional and reproductive growth of oil flax were not significantly inhibited, and there was no significant impact on the main economic traits of oil flax.

Key words weed control； *Linum usitatissimum*； *Cephalanoplos segetum*； clopyralid

油用亚麻 *Linum usitatissimum* L.，俗称胡麻，属亚麻科亚麻属一年生草本植物[1]，是我国五大油料作物之一。胡麻是干旱地区重要的经济作物，主要分布在甘肃、内蒙古、山西、宁夏、河北、新疆等高寒干旱农业生态区域，是我国西北、华北地区重要的油料作物。2015年，我国胡麻年种植面积达29.2万hm^2，总产量40.0万t。

胡麻田间伴生杂草种类繁多，种群密度较大，而且杂草与胡麻共生期长，这些不利因素是胡麻减产和品质下降的重要原因[2]，刺儿菜 *Cephalanoplos segetum* 为菊科多年生草本植物，以根芽繁殖为主，也可以种子繁殖[3]，是胡麻田危害最严重的恶性杂草之一，对胡麻的生长发育和产量影响极大。刺儿菜在全国各地均有分布和危害，以北方更为普遍和严重[4]。刺儿菜多发生在土壤疏松的旱地，不仅与作物竞争营养、水分和生长空间，而且是棉蚜、向日葵菌核病等病虫的寄主，是许多植物病毒的传毒媒介，间接危害作物[5]。过去，在胡麻种植中一直以人工铲除刺儿菜为主，但这会刺激刺儿菜的断根产生不定芽进行无性繁殖，不仅促进了它的再生能力，而且也使它的发生数量增加，造成了越铲越多的负面效应。而且胡麻属密植作物，人工除草十分困难，因此化学除草在胡麻田杂草的防除上应用越来越普遍[6]。40%二甲·溴苯腈EC、56%二甲四氯钠WP

收稿日期： 2018-01-18 **修订日期：** 2018-03-01

基金项目： 国家特色油料产业技术体系(CARS-14-2-28)；宁夏一二三产业融合发展科技创新示范项目(YES-16-08)

* 通信作者 E-mail:kyglk@126.com

等常规阔叶杂草除草剂仅能抑制刺儿菜地上部的生长,而无法彻底根除刺儿菜。

目前,国际上采用不同除草剂和不同农艺措施控制胡麻田杂草的研究较多[7-8]。而国内在胡麻田杂草种类、群落结构、消长动态[9-10]以及化学防除[11-16]等领域开展了大量的研究,但对胡麻田恶性杂草刺儿菜的化学防除尚无报道。因此,本研究对75%二氯吡啶酸钾盐(clopyralid)SP 防除胡麻田刺儿菜的最佳使用剂量、施药时期以及对胡麻的安全性进行综合评价,以期为胡麻生产中安全有效地防除恶性杂草刺儿菜提供科学依据。

1　材料和方法

1.1　试验材料

供试药剂为 75%二氯吡啶酸钾盐可溶性粉剂(SP),利尔化学股份有限公司生产;供试胡麻品种为'宁亚 20 号',生育期为 114 d,种植密度为 750 万株/hm^2;施药器械为卫士牌 WS-16PA 型背负式手动喷雾器,山东卫士植保机械有限公司生产。

1.2　试验地概况

田间试验于 2017 年在宁夏固原市原州区张易镇毛庄村进行,属半干旱半阴湿区,海拔 2 313 m,黑垆土,旱地,pH 8.47,试验地土壤质地疏松、肥力中等。年平均气温 8.0℃,无霜期 152 d,年平均降水量 437.2 mm,年平均蒸发量 1 155 mm,年平均日照时数 2 525.0 h。试验地主要杂草为刺儿菜,且分布均匀、密度一致。

1.3　试验设计

施药量试验:设 5 个处理,分别为 75%二氯吡啶酸钾盐 SP 有效剂量 135.0、168.8、202.5、236.3、270.0 g/hm^2,胡麻出苗后 21 d 施药。

施药时期试验:设 3 个处理,分别为胡麻出苗后 15、21、27 d 施药,施药量为有效剂量 202.5 g/hm^2。

另设空白对照(不除草)和人工除草对照。共 10 个处理,随机区组排列,小区面积 24 m^2,重复 4 次。

1.4　施药方法

2017 年 6 月 5 日—6 月 17 日施药。供试药剂按 675 L/hm^2 兑水施药。采用两次稀释法,即先用小型容器把药剂充分化开,再倒入预先装有一定水的喷雾器中,充分搅匀后对胡麻和杂草进行茎叶均匀喷雾处理。施药当天天气晴朗,微风,施药后 24 h 无降雨。

1.5　调查方法

1.5.1　防效调查

施药前 1 d 调查刺儿菜株数,药后 45 d 每小区按对角线 3 点取样,每样点 1 m^2,调查刺儿菜株数,计算株防效。药后 60 d 每小区按对角线 3 点取样,每样点 1 m^2,将刺儿菜挖出,调查根部腐烂株数,计算烂根率。计算公式如下:

株防效=(空白对照区刺儿菜株数-处理区刺儿菜株数)/空白对照区刺儿菜株数×100%;

烂根率=小区刺儿菜烂根株数/小区刺儿菜总数×100%。

1.5.2　对胡麻的安全性调查

施药后 1、3、7、10 d 目测观察各处理对胡麻有无药害及药害症状。

胡麻初花期(出苗后 40 d)每小区按对角线 5 点取样,每点调查 10 株,测量株高和鲜重,与人工除草对照比较,判明是否对胡麻营养生长造成抑制。

胡麻成熟期(8 月 20 日)每小区随机采样 30 株进行室内考种,分别测定胡麻有效分枝数、单株果数、每果粒数、单株产量及千粒重等产量构成因子,与人工除草对照比较,判明是否对胡麻生殖生长及经济性状造成影响。

1.6　数据处理

采用 Excel 2007 对数据进行整理,用 DPS 16.05 统计分析软件进行方差分析和显著性检验。

2　结果与分析

2.1　对刺儿菜的防除效果

2.1.1　不同施药剂量对刺儿菜的防效

75%二氯吡啶酸钾盐 SP 不同施药剂量对刺耳菜的防效见表 1。田间试验结果表明,75%二氯吡啶酸钾盐 SP 对胡麻田刺儿菜具有很好的防除效果,各处理药后 45 d 株防效为 86.78%～96.97%,平均防效 91.97%。可以看出,随着有效成分用量增加,整体防除效果随之升高。其中有效成分用量 236.3、270.0 g/hm^2 的防除效果较好,药后 45 d 株防效分别为 96.97%和 96.53%,与有效成分用量 135.0～202.5 g/hm^2 的防除效果差异显著。药后 60 d 烂根率调查结果与 45 d 株防效变化规律一致,各处理烂根率为 85.59%～94.90%,平均烂根率 90.28%,其中有效成分剂量 236.3、270.0 g/hm^2 的烂根率分别为 94.20%、94.90%,与有效成分剂量 135.0～202.5 g/hm^2 处理的烂根率差异显著。

表 1 75%二氯吡啶酸钾盐 SP 不同有效剂量对刺儿菜的防除作用[1)]

Table 1 Control effects of different effective dosages of clopyralid potassium salt 75 % SP on *Cephalanoplos segetum*

有效剂量/g·(hm²)⁻¹ Dosage	药后 45 d 株数/株·m⁻² Mumber of plants 45 d after application	药后 45 d 株防效/% Control efficacy on plant number 45 d after application	药后 60 d 烂根数/株·m⁻² Number of rotten roots 60 d after application	药后 60 d 烂根率/% Rate of rotten root 60 d after application
135.0	5.85±0.29	86.78 b	34.03±2.82	85.59 b
168.8	5.20±0.34	88.22 b	31.09±2.92	87.73 b
202.5	3.81±0.18	91.36 b	32.35±1.90	89.00 b
236.3	1.33±0.58	96.97 a	38.19±4.02	94.20 a
270.0	1.58±0.58	96.53 a	42.17±3.87	94.90 a
空白 CK	44.67±3.25	—	0±0	—

1) 同一列内的不同字母代表差异显著($P<0.05$)。下同。
The different letters in the same column indicate significant difference at $P<0.05$ level. The same below.

2.1.2 不同施药时期对刺儿菜的防效

75%二氯吡啶酸钾盐 SP 不同施药时期对刺耳菜的防效见表 2。药后 45 d 株防效为 91.28%～99.03%,平均防效 93.89%。药后 60 d 烂根率为 89.54%～98.86%,平均烂根率 92.47%。其中在胡麻出苗后 27 d 施药处理的 45 d 株防效、60 d 烂根率分别为 99.03%、98.86%,与胡麻出苗后 15 d 和 21 d 施药的防除效果差异显著。可以看出,由于刺儿菜出苗时间不整齐,施药时期过早,刺儿菜尚未全部出苗,胡麻出苗后27 d,刺儿菜全部出苗,此时施药可显著提高防除效果。

表 2 不同时期施用 75%二氯吡啶酸钾盐 SP 对刺儿菜的防除作用

Table 2 Control effect of clopyralid potassium salt 75 % SP on *Cephalanoplos segetum* at different periods

胡麻出苗后天数/d Days after emergence of the seedlings of oil flax	药后 45 d 株数/株·m⁻² Number of plants 45 d after application	药后 45 d 株防效/% Control efficacy on plant number 45 d after application	药后 60 d 烂根数/株·m⁻² Number of rotten roots 60 d after application	药后 60 d 烂根率/% Rate of rotten root 60 d after application
15	3.84±0.38	91.28 b	34.26±4.85	89.54 b
21	3.81±0.18	91.36 b	32.35±1.90	89.00 b
27	0.44±0.19	99.03 a	38.56±4.31	98.86 a
空白 CK	44.67±3.25	—	0±0	—

2.2 对胡麻的安全性评价

2.2.1 目测评价

通过施药后 1、3、7、10 d 目测观察,75%二氯吡啶酸钾盐 SP 不同施药剂量及不同施药时期对胡麻均没有明显药害,无失绿萎蔫、叶片变黄、植株枯死等药害现象。

2.2.2 不同剂量及施药时期对胡麻生长发育的影响

胡麻初花期,对 75%二氯吡啶酸钾盐 SP 不同施药剂量、不同施药时期以及人工除草对照(空白对照因受刺儿菜影响,株高及鲜重严重降低)进行生长量测定(见表 3)。结果表明,75%二氯吡啶酸钾盐 SP 不同施药剂量、不同施药时期与人工除草相比,胡麻株高及鲜重均无显著性差异,胡麻营养生长发育未受到抑制。

表 3 75%二氯吡啶酸钾盐 SP 不同处理对胡麻生长发育的影响

Table 3 Influences of different treatments with clopyralid potassium salt 75 % SP on the growth and development of oil flax

有效剂量/g·(hm²)⁻¹ Effective dosage	胡麻出苗后天数/d Days after emergence of the seedlings of oil flax	株高/cm Plant height	地上部鲜重/g Fresh weight of aerial part
135.0	21	(56.0±0.43)a	(7.42±0.62)a
168.8	21	(54.7±0.52)a	(7.26±0.52)a
202.5	21	(57.8±0.24)a	(7.39±0.64)a
236.3	21	(53.5±0.65)a	(7.47±0.56)a
270.0	21	(54.2±0.43)a	(7.50±0.29)a
202.5	15	(57.7±0.65)a	(7.23±0.32)a
202.5	21	(57.8±0.24)a	(7.39±0.64)a
202.5	27	(55.5±0.51)a	(7.25±0.33)a
人工除草 Manual weeding	—	(55.1±0.21)a	(7.37±0.52)a

2.2.3 不同剂量及施药时期对胡麻经济性状的影响

在胡麻成熟期对 75%二氯吡啶酸钾盐 SP 不同剂量、不同施药时期以及人工除草对照进行室内考种。结果(表 4)表明,75%二氯吡啶酸钾盐 SP 不同施药剂量、不同施药时期与人工除草相比,胡麻有效分枝数、单株果数、每果粒数、单株产量及千粒重均无显著性差异,证明胡麻生殖生长及主要经济性状未受到药剂影响。

表 4　75%二氯吡啶酸钾盐 SP 不同处理对胡麻经济性状的影响

Table 4　Influences of different treatments with clopyralid potassium salt 75 % SP on the economic traits of oil flax

有效剂量/g·(hm²)⁻¹ Dosage	胡麻出苗后天数/d Days after emergence of the seedlings of oil flax	有效分枝数/个 Effective branches	单株果数/个 Fruits per plant	每果粒数/粒 Seeds per fruit	单株产量/g Yield per plant	千粒重/g 1 000-seed weight
135.0	21	(4.37±1.13)a	(7.84±3.52)a	(7.40±1.10)a	(0.41±0.22)a	(7.75±0.11)a
168.8	21	(5.06±0.46)a	(9.69±1.45)a	(7.70±0.40)a	(0.56±0.09)a	(7.72±0.17)a
202.5	21	(4.55±0.05)a	(8.42±0.82)a	(8.20±0.60)a	(0.46±0.07)a	(7.69±0.03)a
236.3	21	(4.41±0.06)a	(7.99±0.13)a	(7.65±0.55)a	(0.41±0.01)a	(7.60±0.06)a
270.0	21	(4.50±0.23)a	(8.16±0.74)a	(8.20±0.20)a	(0.45±0.03)a	(7.69±0.08)a
202.5	15	(4.78±0.12)a	(8.63±0.71)a	(7.75±0.05)a	(0.48±0.04)a	(7.72±0.06)a
202.5	21	(4.55±0.05)a	(8.42±0.82)a	(8.20±0.60)a	(0.46±0.07)a	(7.69±0.03)a
202.5	27	(4.29±0.54)a	(6.43±1.11)a	(7.90±0.60)a	(0.34±0.09)a	(7.68±0.13)a
人工除草 Manual weeding	—	(4.64±0.27)a	(9.04±2.77)a	(7.60±0.00)a	(0.49±0.16)a	(7.63±0.13)a

3　结论与讨论

二氯吡啶酸为美国陶氏公司发明,1978 年首次在欧洲销售,其后于 1987 年进入美国市场用于玉米及甜菜田防治一年生与多年生阔叶杂草[17]。二氯吡啶酸是一种内吸性植物激素型除草剂,施用后被植物的叶片或根部吸收,然后在植物体内进行传导,引起细胞分裂失控和无序生长,最后导致维管束被破坏;或抑制细胞的分裂和生长,可用于防治一年生或多年生阔叶杂草[18]。目前,国内二氯吡啶酸登记适用的作物为油菜、春小麦、春玉米[19-23],也有资料报道可用于百合、云杉等植物[24-25]。

本研究表明,75%二氯吡啶酸钾盐 SP 对胡麻田刺儿菜具有很好的防除效果,可使刺儿菜根部生长受到抑制最终导致其腐烂。有效成分用量 236.3、270.0 g/hm² 的防除效果较好,药后 45 d 株防效可达到 96.97%和 96.53%,药后 60 d 烂根率可达到 94.20%和 94.90%。施药时期选择在刺儿菜全部出苗后可显著提高防除效果。对胡麻营养生长及生殖生长没有明显抑制作用,对胡麻主要经济性状也未产生影响。

综上所述,75%二氯吡啶酸钾盐 SP 可安全应用于防除胡麻田恶性杂草刺儿菜,具有对胡麻生长安全,除草效果好,省工省力等优点。

参考文献

[1] 李玉奇,牛树君,刘敏艳,等. 除草剂对胡麻田大麦、稷(糜子)的防除效果[J]. 植物保护,2014,40(1):196-199.

[2] 赵峰,牛树君,胡冠芳,等. 杂草伴生时间对胡麻产量的影响[J]. 安徽农业科学,2016,44(27):147.

[3] 浑之英,袁立兵,陈书龙. 农田杂草识别原色图谱[M]. 北京:中国农业出版社,2012:101.

[4] 马奇祥,赵永谦. 农田杂草识别与防除原色图谱[M]. 北京:金盾出版社,2010:131-132.

[5] 路兴涛,张勇,张成玲,等. 不同除草剂对恶性杂草刺儿菜的田间药效试验研究[J]. 中国农学通报,2012,28(27):241-245.

[6] 李玉奇,刘敏艳,胡冠芳,等. 甘肃省景泰县胡麻田杂草发生消长规律研究[J]. 江西农业学报,2012,24(5):47-49.

[7] CHOWP N P. Herbicide mixtures containing BAS 9052 for weed control in flax (*Linum usitatissimum* L.)[J]. Weed Science, 1983, 31(1):20-22.

[8] DERKSEN D A,LAPOND G P,Thomas A G,et al. Impact of agronomic practices on weed communities: Tillage systems [J]. Weed Science,1993,41:409-417.

[9] 刘洋,康爱国,张玉慧,等. 冀西北亚麻田杂草群落结构及防控技术[J]. 中国植保导刊, 2016,36(5):35-39.

[10] 赵利,胡冠芳,王利民,等. 兰州地区胡麻田杂草消长动态及群落生态位研究[J]. 草业学报,2010,19(6):18-24.

[11] 牛树君,刘敏艳,李玉奇,等. 几种除草剂对胡麻田裸燕麦(莜麦)、皮燕麦的防除效果[J]. 植物保护,2015,41(2):220-225.

[12] 张炜,曹秀霞,钱爱萍. 化学除草剂防除胡麻田稗草药效研究[J]. 宁夏农林科技,2016,57(9):37-38.

[13] 曹秀霞,张炜,万海霞. 胡麻化学除草剂药效试验[J]. 陕西农业

科学,2012(2):58-61.
[14] 牛树君,胡冠芳,刘敏艳,等. 我国胡麻田杂草防除技术综述[J]. 甘肃农业科技,2010(10):44-46.
[15] 李爱荣,胡冠芳,马建富,等. 高效氟吡甲禾灵乳油对胡麻田芦苇的防效研究初报[J]. 中国麻业科学,2012,34(5):213-215.
[16] 龚莉,杨春仓,赵晋蓉,等. 大同市胡麻田杂草发生情况及化学防控技术[J]. 山西农业科学, 2012,40(11):1217-1219.
[17] 苏少泉. 玉米田除草剂新品种与应用[J]. 农药研究与应用,2009,13(1):1-6.
[18] 王晓菁,牛艳,赵子丹,等. 二氯吡啶酸在油菜和土壤中的消解动态研究[J]. 河南农业科学,2013,42(12):94-97.
[19] 郭良芝,郭青云,辛存岳,等. 75%二氯吡啶酸可溶性粒剂防除春小麦田大刺儿菜试验[J]. 植物保护,2007,33(4):137-139.
[20] 张青,邓渊玉,杨代凤,等. 75%二氯吡啶酸可溶性粒剂防除冬油菜田阔叶杂草效果[J]. 植物保护,2006,32(2):101-103.
[21] 许建业. 30%二氯吡啶酸防除白菜型春油菜田间杂草药效试验[J]. 甘肃农业科技,2008(6):28-30.
[22] 潘晓皖. 75%二氯吡啶酸可溶粒剂 (龙拳)防除冬油菜田杂草试验效果[J]. 农药科学与管理,2006, 25(7):37-39.
[23] 高兴祥,李美,房锋,等. 硝磺草酮与二氯吡啶酸复配应用于玉米田除草效果测定[J]. 玉米科学,2015,23(3):143-148.
[24] 松生满,杨春梅,白永庆,等. 75%二氟吡啶酸对百合地多年生杂草大刺儿菜的防效[J]. 青海农林科技,2006(1):47-48.
[25] 杨永德. 30%二氯吡啶酸水剂在云杉苗圃中化学除草技术[J]. 中国农业信息,2015(2):58-59.

(责任编辑:杨明丽)

(上接 171 页)

抗感黑胫病品种根际微生物数量研究发现,烟草根际微生物数量与品种抗性具有一定的相关性。试验发现团棵期和开花现蕾期,抗病品种和感病品种根际细菌数量差异显著($P<0.05$),抗病品种显著高于感病品种,这说明根际微生物细菌数量与品种对黑胫病的抗性有关,团棵期和开花现蕾期是烟草对黑胫病的两个敏感期,尤其是开花现蕾期是烟草最感病的时期,详尽的机理有待进一步研究。研究结果还表明,团棵期和开花现蕾期抗病品种'Florida 301'和'革新 3 号'根际真菌数量显著多于感病品种'红花大金元'和'小黄金 1025'($P<0.05$)。为此我们对抗病品种根际微生物的优势真菌菌落进行了研究,结果发现其对黑胫病具有抑制作用[19]。团棵期,抗病品种'Florida 301'和'革新 3 号'根际放线菌数量显著多于感病品种'红花大金元'和'小黄金 1025'($P<0.05$),成熟期烟草根际放线菌数量与品种抗性没有相关性。

本试验结果显示的团棵期与开花现蕾期烟草黑胫病抗病品种根际微生物数量多于黑胫病感病品种的结论,与根际微生物群落结构越丰富,多样性越高,病原菌越难存活[7]的观点一致。

参考文献

[1] 屈霞,李爱国,颜合洪. 烟草黑胫病研究进展[J]. 作物研究,2007,21(5):725-727.
[2] 王志愿,姜清治,霍沁建. 烟草黑胫病的研究进展[J]. 中国农学通报,2010(21):250-255.
[3] 朱贤朝,王彦亭,王智发,等. 中国烟草病害[M]. 北京:中国农业出版社,2001.
[4] 陈泽斌,夏振远,雷丽萍,等. 烟草黑胫病拮抗内生细菌的分离、鉴定及防效测定[J]. 中国烟草学报,2011,17(6):94-99.
[5] 郑长英,吴文良,曹志平. 抗性砧木嫁接番茄控制土传病害的研究[D]. 北京:中国农业大学,2004.
[6] 兰绍华,杨跃,宗家泉,等. 红花大金元不同砧木嫁接效应的比较[J]. 烟草科技,2010(11):55-60.
[7] 王戈,杨焕文,赵正雄,等. 不同抗性烤烟品种根际微生物数量及多样性差异研究[J]. 植物营养与肥料学报,2012,18(2):451-458.
[8] 连莲香. 特殊生境真菌的分离、活性筛选和次级代谢产物研究[D]. 厦门:厦门大学,2014.
[9] 方中达. 植病研究方法[M]. 北京:中国农业出版社,1998:46-50.
[10] 张洁霞. 抗烟草黑胫病分子标记的筛选及抗性遗传规律的研究[D]. 长沙:湖南农业大学,2009.
[11] 中国烟草总公司青州烟草研究所. 烟草病虫害分级及调查方法[S]. GB/T23222-2008.
[12] 程凯,江欢欢,沈标,等. 棉花黄萎病拮抗菌的筛选及其生物防治效果[J]. 植物营养与肥料学报,2011,17(1):166-174.
[13] 蔡秋华,左进香,李忠环,等. 抗性烤烟品种根际微生物数量及功能多样性差异[J]. 应用生态学报,2015,26(12):3766-3772.
[14] 韩静. 不同土壤类型烟草根际微生物动态变化及其与烟叶品质关系研究[D]. 郑州:河南农业大学,2009.
[15] 李阜棣. 土壤微生物学[M]. 北京:中国农业出版社,1996:139-191.
[16] 姚占芳,吴云汉. 微生物学实验技术[M]. 北京:气象出版社,1998.
[17] 中国科学院南京土壤研究所微生物室. 土壤微生物研究法[M]. 北京:科学出版社,1985.
[18] 吴玉萍,邓建华,文大荣,等. 云南不同品种和产区烤烟烟碱含量的差异[J]. 烟草科技,2010(9):40-42.
[19] 王海波,时焦,雒振宁,等. 青霉菌 QMYCS-2 菌株的分离鉴定及其对烟草黑胫病的防治作用[J]. 烟草科技,2016,49(2):14-20.

(责任编辑:杨明丽)