

泽桑梓, 季梅, 杨斌, 等. 一种防控林地薇甘菊的高效、减量复合药剂[J]. 江苏农业科学, 2014, 42(3): 97–103.

# 一种防控林地薇甘菊的高效、减量复合药剂

泽桑梓<sup>1</sup>, 季梅<sup>1</sup>, 杨斌<sup>2</sup>, 周平阳<sup>3</sup>, 弄扎<sup>4</sup>

(1. 云南省林业科学院云南省森林植物培育与开发利用重点实验室, 云南昆明 650201; 2. 西南林业大学, 云南昆明 650224;

3. 云南省德宏州林业有害生物防治检疫局, 云南芒市 678400; 4. 云南省瑞丽市林业局, 云南瑞丽 678600)

**摘要:**以显著低于常用药剂浓度、完全降低薇甘菊盖度、可彻底抑制薇甘菊有性传播种子萌发、灭杀薇甘菊无性繁殖体茎作为高效、减量薇甘菊防除药剂评判标准。选取薇甘菊防除常用药剂草甘膦、灭薇净、耘乐、森草净、2,4-D 钠盐自制森草净+2,4-D 钠盐复合药剂,按照浓度梯度  $10^{-1}$ 、 $10^{-2}$ 、 $10^{-3}$ 、 $10^{-4}$ 、 $10^{-5}$  稀释,用稀释后的药剂浸泡处理薇甘菊种子,培养 7、14 d 观察记录薇甘菊种子萌发情况;按照  $10^{-2}$ 、 $5 \times 10^{-2}$ 、 $10^{-3}$ 、 $10^{-4}$ 、 $10^{-5}$  5 个浓度梯度稀释药剂,用量  $1\ 000\ \text{mL/m}^2$ ,均匀喷施薇甘菊,调查、记录薇甘菊盖度变化情况、茎校正死亡率情况。结果表明,供试药剂仅有自制森草净+2,4-D 钠盐复合药剂是能以极低浓度(10 000、100 000 倍液)彻底抑制薇甘菊有性传播种子萌发,完全降低薇甘菊盖度,并灭杀薇甘菊无性繁殖体茎;换言之,自制森草净+2,4-D 钠盐复合药剂是可用于防控薇甘菊的一种高效、减量药剂。

**关键词:**薇甘菊;高效;减量;复合药剂;盖度;种子萌发率;茎校正死亡率

**中图分类号:**S765 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2014)03-97-07

薇甘菊(*Mikania micrantha* H. B. K.) 属菊科(Compositae)假泽兰属(*Mikania*)攀缘草本植物,是 2004 年至今国家林业局公布的唯一林业检疫性有害植物<sup>[1-5]</sup>。虽然薇甘菊在原产地有序自然生长,对其他生物不造成危害,但在热带、亚热带地区(如印度半岛、南亚地区、东南亚地区、太平洋岛屿、澳大利亚、美国南部)却成为危害性极强的恶性杂草。自 1884 年引种于香港以来,国内已扩散或局部传入广东、广西、福建、海南、云南、澳门、台湾地区<sup>[6-7]</sup>。目前,薇甘菊仍有不断扩散、蔓延的趋势,其危害形势非常严峻,防控工作刻不容缓<sup>[8-11]</sup>。

化学防治是应急除治薇甘菊,控制其扩散、蔓延直接而强有力的手段。迄今,薇甘菊化学防除药剂主要有森草净<sup>[12-14]</sup>、草甘膦<sup>[15-16]</sup>、灭薇净<sup>[17]</sup>、草灌净<sup>[18]</sup>、2,4-D 钠盐、2,4-D 丁酯、甲磺隆、氯磺隆、使它隆、克无踪、百草枯、森泰、兰达、草坝王、毒莠定(Tordon)、恶草灵等<sup>[19-20]</sup>。药剂种类繁多,药效评价均以薇甘菊盖度为指标,这就导致了备选药剂能否彻底灭杀薇甘菊无性繁殖体茎和有性繁殖体种子的能力缺乏系统研究,以致长期以来薇甘菊化学防控受困于未找到高效、减量可以灭除薇甘菊的化学药剂。

2010 年,泽桑梓等发现草甘膦类除草剂添加 2,4-D 钠盐后能增效防除薇甘菊<sup>[21]</sup>,这为复合化学药剂协同增效防控薇甘菊提供了一条新的可探寻途径。本研究即是在薇甘菊常

用药剂草甘膦、灭薇净、耘乐、森草净、2,4-D 钠盐的基础上自制森草净+2,4-D 钠盐复合药剂,除了将薇甘菊盖度变化情况作为重要的参考指标,还把药剂对薇甘菊种子萌发的影响和薇甘菊茎死亡率情况纳入重要的参考指标,探索高效、减量防控薇甘菊的药剂。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

供试种子:2011 年 12 月 20 日采集于云南省瑞丽市的薇甘菊种子。

药剂:草甘膦(50% 草甘膦可溶性粉剂,四川贝尔实业有限责任公司);灭薇净(18% 2,4-D 微乳剂,深圳市薇甘菊生物防治服务有限公司);耘乐(41% 草甘膦异丙胺盐水性剂,四川贝尔实业有限责任公司);森草净(75% 甲磺隆可湿性粉剂,中国林业科学院林业研究所);2,4-D 钠盐(85% 2,4-D 钠盐,佳木斯黑龙农药化工股份有限公司);森草净+2,4-D 钠盐复合药剂(药剂复合比例 1:1),为自制。

### 1.2 供试药剂对薇甘菊种子萌发的影响

2012 年 3 月 25 日,选取草甘膦、灭薇净、耘乐、森草净、2,4-D 钠盐以及自制的森草净+2,4-D 钠盐复合药剂,进行药剂对薇甘菊种子萌发影响检测试验。每种药剂按照  $10^{-1}$ 、 $10^{-2}$ 、 $10^{-3}$ 、 $10^{-4}$ 、 $10^{-5}$  5 个浓度梯度稀释,各取 1 mL 稀释后的药剂润湿垫在直径 9 cm 的培养皿内的滤纸,每皿滤纸上放入 100 粒薇甘菊种子,各置 5 个重复。培养皿滤纸保湿、室温 20~25℃ 培养 7、14 d,观察并记录种子的萌发情况。

### 1.3 药剂田间防除效果试验

1.3.1 试验地概况 试验地位于云南省德宏州瑞丽市帕当柠檬地,东经 97°21'20.6",北纬 24°2'13.8",海拔 502 m,坡度 15°,属印度洋季风控制的南亚热带季风区域,干湿季节明显,年平均气温 21℃,年平均降水量 1 402.1 mm。试验地薇甘菊发生总面积 1 hm<sup>2</sup>,盖度 100%,厚度均匀,达 40 cm。

收稿日期:2013-06-07

基金项目:国家公益性行业(林业)科研专项(编号:201204518);云南省科技计划(编号:2012CH001)。

作者简介:泽桑梓(1978—),男,四川犍为人,硕士,助理研究员,主要从事生物多样性保护与有害生物控制研究。E-mail:zesangzi@163.com。

通信作者:季梅,副研究员,主要从事森林资源保护与有害生物研究。E-mail:meiji.emma@163.com。

1.3.2 方法 2010 年 11 月 23 日,供试药剂草甘膦、灭薇净、耘乐、森草净、2,4-D 钠盐及森草净+2,4-D 钠盐复合药剂按照  $10^{-2}$ 、 $5 \times 10^{-3}$ 、 $10^{-3}$ 、 $10^{-4}$ 、 $10^{-5}$  等共 5 个浓度梯度稀释,各取 1 000 mL 稀释后的药剂均匀喷施  $1\text{ m}^2$  的薇甘菊;分别于 2010 年 12 月 3 日、2010 年 12 月 13 日、2010 年 12 月 19 日、2011 年 2 月 11 日调查薇甘菊盖度变化情况,以及于 2010 年 12 月 19 日、2011 年 2 月 11 日检查薇甘菊茎死亡情况,依据薇甘菊的茎校正死亡率大小判定药剂对薇甘菊的防除效果。

茎校正死亡率=(试验组死亡率-对照组死亡率)/(1-对照组死亡率)×100%。

表 1 供试药剂对薇甘菊种子萌发的影响

| 药剂浓度       | 薇甘菊种子萌发率(%)    |                 |                |                 |                 |                |
|------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|
|            | 草甘膦            |                 | 森草净            |                 | 耘乐              |                |
|            | 7 d            | 14 d            | 7 d            | 14 d            | 7 d             | 14 d           |
| 10 倍液      | 0±0bA(a)       | 0±0cA(A)        | 0±0bA(a)       | 0±0eA(A)        | 0±0bA(a)        | 0±0bA(A)       |
| 100 倍液     | 0±0bA(a)       | 0±0cA(B)        | 0±0bA(a)       | 1.00±0.44dB(A)  | 0±0bA(a)        | 0.20±0.20bB(B) |
| 1 000 倍液   | 0.20±0.20bA(a) | 2.40±0.40bB(A)  | 0±0bA(a)       | 2.20±0.37cB(A)  | 0.40±0.40bA(a)  | 2.40±0.87Bb(A) |
| 10 000 倍液  | 0.80±0.37aA(a) | 3.00±0aB(A)     | 0±0bA(b)       | 3.20±0.37bB(A)  | 0.80±0.37abA(a) | 2.40±0.87bB(A) |
| 100 000 倍液 | 1.00±0aA(b)    | 3.20±0.20aB(BC) | 0.40±0.24aA(c) | 4.80±0.20aB(AB) | 1.60±0.40aA(a)  | 6.60±2.14aB(A) |

| 药剂浓度       | 薇甘菊种子萌发率(%) |                |          |                 |                  |          |
|------------|-------------|----------------|----------|-----------------|------------------|----------|
|            | 2,4-D 钠盐    |                | 灭薇净      |                 | 森草净+2,4-D 钠盐复合药剂 |          |
|            | 7 d         | 14 d           | 7 d      | 14 d            | 7 d              | 14 d     |
| 10 倍液      | 0±0aA(a)    | 0±0bA(A)       | 0±0aA(a) | 0±0bA(A)        | 0±0aA(a)         | 0±0aA(A) |
| 100 倍液     | 0±0aA(a)    | 0±0bA(B)       | 0±0aA(a) | 0±0bA(B)        | 0±0aA(a)         | 0±0aA(B) |
| 1 000 倍液   | 0±0aA(a)    | 0±0bA(B)       | 0±0aA(a) | 0±0bA(B)        | 0±0aA(a)         | 0±0aA(B) |
| 10 000 倍液  | 0±0aA(b)    | 0±0bA(B)       | 0±0aA(b) | 0.80±0.20aB(B)  | 0±0aA(b)         | 0±0aA(B) |
| 100 000 倍液 | 0±0aA(c)    | 0.40±0.23aB(D) | 0±0aA(c) | 0.80±0.20aB(CD) | 0±0aA(c)         | 0±0aA(D) |

注:表中数据以“平均值±标准差”表示。括号外不同小写字母表示同列数据差异显著( $P<0.05$ );括号外不同大写字母表示同一药剂 7、14 d 处理间种子萌发率差异显著( $P<0.05$ );括号内不同小写字母表示相同浓度作用时间都为 7 d 的不同药剂处理种子萌发率差异显著( $P<0.05$ );括号内不同大写字母表示相同浓度作用时间都为 14 d 的不同药剂处理种子萌发率差异显著( $P<0.05$ )。

由表 1 可以看出,同一药剂处理的薇甘菊种子,培养时间相同,药剂浓度越大,薇甘菊种子越难萌发;在 10 倍液高浓度情况下,所有药剂无论种子培养 7 d 还是 14 d,均无种子萌发,萌发率都为(0±0)%,差异不显著;药剂浓度逐步降至 100 000 倍液情况下,仅有 2,4-D 钠盐、灭薇净、森草净+2,4-D 钠盐复合药剂处理的薇甘菊种子培养 7 d 依旧不萌发,萌发率为(0±0)%,相互间差异不显著;在 100 000 倍液浓度下历时 14 d,仅有森草净+2,4-D 钠盐复合药剂处理的薇甘菊种子不萌发,萌发率为(0±0)%,显著低于其他供试药剂处理。

在同一药剂相同浓度处理条件下,比较培养 7 d 与 14 d 的薇甘菊种子萌发率,高浓度下种子萌发率差异性不显著;浓度低至 100 000 倍液,除森草净+2,4-D 钠盐复合药剂外,其他药剂处理培养 14 d 的薇甘菊种子萌发率显著高于培养 7 d 的薇甘菊种子萌发率;仅有森草净+2,4-D 钠盐复合药剂 100 000 倍液处理的种子无论培养 7 d 还是 14 d,均不萌发。

不同药剂相同浓度作用时间都为 7 d、10、100 倍液高浓度处理各药剂均无种子萌发,萌发率都为(0±0)%,差异性不显著;浓度逐步降低至 100 000 倍液,仅有 2,4-D 钠盐、灭薇净,及自制的森草净+2,4-D 钠盐复合药剂,无薇甘菊种

1.4 数据分析

应用 Excel 和 SPSS 17.0 等对数据进行 one-way ANOVA 分析,采用 LSD 多重比较分析,两样本采用 t 检验比较,统计显著水平为 0.05。

2 结果与分析

2.1 供试药剂对薇甘菊种子萌发的影响

取草甘膦、森草净、耘乐、2,4-D 钠盐、灭薇净及自制的森草净+2,4-D 钠盐复合药剂,按照浓度梯度  $10^{-1}$ 、 $10^{-2}$ 、 $10^{-3}$ 、 $10^{-4}$ 、 $10^{-5}$  处理薇甘菊种子,培养 7、14 d 的种子萌发情况见表 1。

子萌发,其萌发率为(0±0)%。

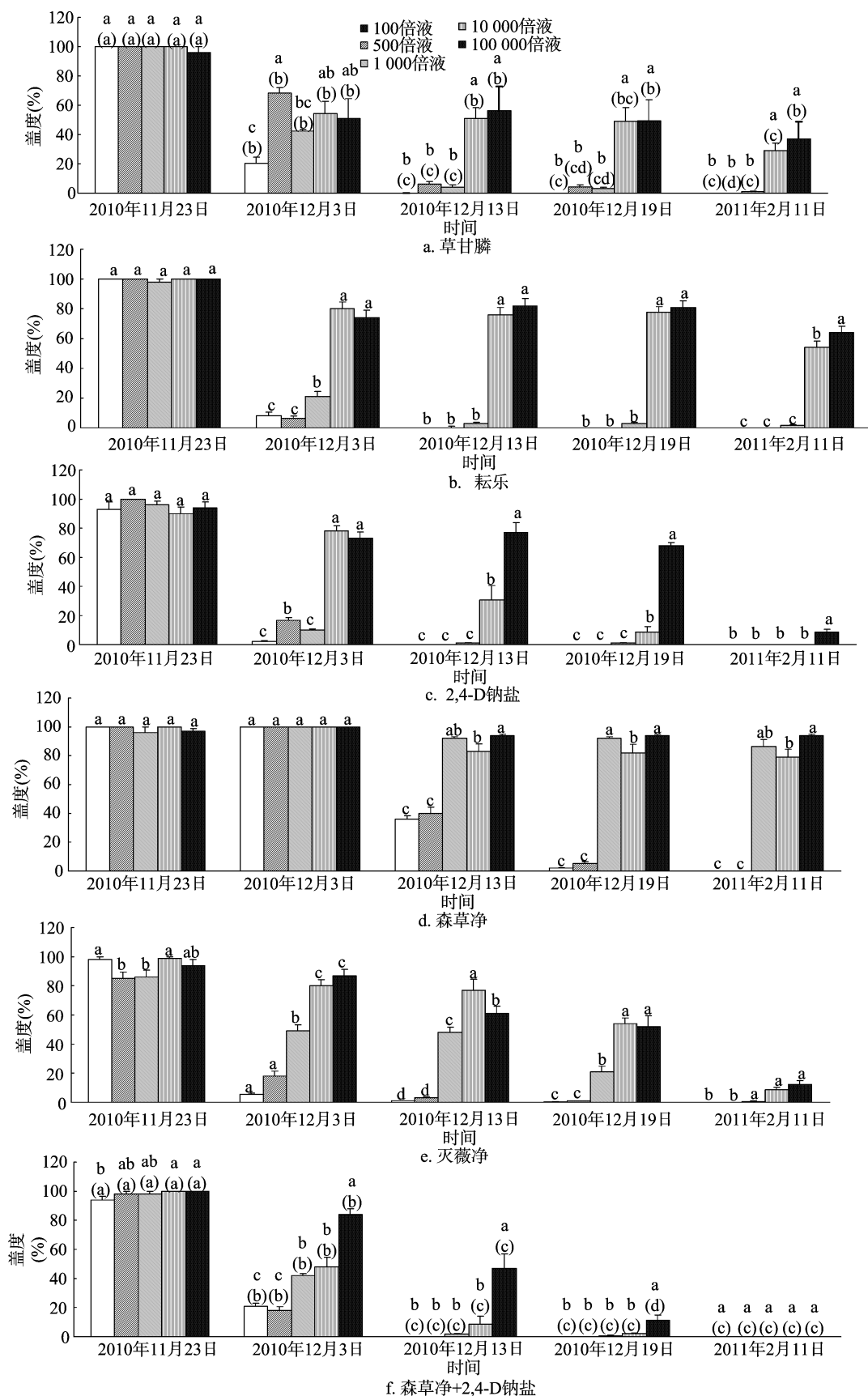
不同药剂相同浓度作用时间都为 14 d,10 倍液高浓度下各药剂均无种子萌发,萌发率都为(0±0)%,差异不显著;浓度逐步降低至 100 000 倍液,仅有自制的森草净+2,4-D 钠盐复合药剂处理无薇甘菊种子萌发。

由此可见,供试药剂中对薇甘菊种子萌发的抑制作用力最强的是自制森草净+2,4-D 钠盐复合药剂,其次是 2,4-D 钠盐、灭薇净、草甘膦、森草净、耘乐;药剂浓度越低,对薇甘菊种子萌发的影响越小。所有供试药剂中,仅有自制森草净+2,4-D 钠盐复合药剂处理后的薇甘菊种子培养历时 14 d、药剂稀释至 100 000 倍液时仍无种子萌发。

2.2 药剂对薇甘菊的田间防除效果

2.2.1 药剂对薇甘菊盖度变化的影响

2.2.1.1 同一药剂不同浓度梯度及时间对薇甘菊盖度变化的影响 供试药剂草甘膦、灭薇净、耘乐、森草净、2,4-D 钠盐及森草净+2,4-D 钠盐复合药剂按照  $10^{-2}$ 、 $5 \times 10^{-2}$ 、 $10^{-3}$ 、 $10^{-4}$ 、 $10^{-5}$  5 个浓度梯度稀释,各取 1 000 mL 稀释后的药剂均匀喷施  $1\text{ m}^2$  薇甘菊;分别于 2010 年 12 月 3 日、2010 年 12 月 13 日、2010 年 12 月 19 日、2011 年 2 月 11 日调查同一药剂不同浓度梯度作用相同时间对薇甘菊盖度变化的影响(图 1)。



柱上括号外小写字母不同表示同一药剂不同浓度梯度作用相同时间薇甘菊盖度差异显著 ( $P < 0.05$ ) ; 柱上括号内小写字母不同表示同一药剂相同浓度作用不同时间薇甘菊盖度差异性显著 ( $P < 0.05$ )

图1 同一药剂不同浓度及时间对薇甘菊盖度变化的影响

在薇甘菊初始盖度差异性不显著的情况下,对于草甘膦,仅有 100、500 倍液药剂可以使薇甘菊盖度降低至 $(0 \pm 0)\%$ ;100 倍液药剂施药 20 d 后,薇甘菊盖度可以降低至 $(0 \pm 0)\%$ ;500 倍液药剂施药 80 d,其盖度才降低至 $(0 \pm 0)\%$ ;随着药剂浓度降低,药剂作用能力也降低,历时 80 d,仍然有少量薇甘菊存活,1 000、10 000、100 000 倍液薇甘菊盖度分别为 $(1.00 \pm 0.32)\%$ 、 $(29.00 \pm 5.10)\%$ 、 $(37.20 \pm 11.63)\%$ (图 1-a)。

在薇甘菊初始盖度差异不显著的情况下,对于耘乐,仅有 100、500 倍液药剂可以使薇甘菊盖度降低至 $(0 \pm 0)\%$ ;100、500 倍液药剂施药 20 d 后,薇甘菊盖度可以降低至 $(0 \pm 0)\%$ ;随着药剂浓度降低,对薇甘菊的作用能力也降低,历时 80 d 仍然有少量薇甘菊存活,1 000、10 000、100 000 倍液薇甘菊盖度分别为 $(1.60 \pm 0.40)\%$ 、 $(54.00 \pm 4.30)\%$ 、 $(64.00 \pm 4.30)\%$ (图 1-b)。

在薇甘菊初始盖度差异不显著的情况下,对于 2,4-D 钠盐,仅有 100、500 倍液药剂可以在施药 20 d 后使薇甘菊盖度降低至 $(0 \pm 0)\%$ ;施药 80 d 后,1 000、10 000 倍液药剂也可使薇甘菊盖度降低至 $(0 \pm 0)\%$ ;施用 100 000 倍液药剂即便施药 80 d,仍有部分薇甘菊存活,其盖度为 $(8.60 \pm 1.83)\%$ (图 1-c)。

森草净作用效率较低,施药 80 d 后仅有 100、500 倍液药剂可以使薇甘菊盖度降低至 $(0 \pm 0)\%$ ;1 000、10 000、100 000 倍液药剂的薇甘菊残存量较大,盖度分别为 $(86.40 \pm 4.95)\%$ 、 $(79.00 \pm 5.57)\%$ 、 $(94.00 \pm 1.00)\%$ (图 1-d)。

在薇甘菊初始盖度相差不大的情况下,对于灭薇净,施药 80 d 后,仅有 100、500 倍液药剂可以使薇甘菊盖度降低至 $(0 \pm 0)\%$ ;1 000、10 000、100 000 倍液药剂的薇甘菊仍有残存,盖度分别为 $(0.60 \pm 0.40)\%$ 、 $(8.60 \pm 1.57)\%$ 、 $(12.20 \pm 2.65)\%$ (图 1-e)。

在薇甘菊初始盖度相差不大的情况下,100、500 倍液自制森草净+2,4-D 钠盐复合药剂施药 20 d 后,薇甘菊盖度可以降低至 $(0 \pm 0)\%$ ;历时 80 d,所有供试浓度的药剂均可使薇甘菊盖度降低至 $(0 \pm 0)\%$ (图 1-f)。

2.2.1.2 相同浓度不同药剂及时间对薇甘菊盖度变化的影响 草甘膦、灭薇净、耘乐、森草净、2,4-D 钠盐及森草净+2,4-D 钠盐复合药剂(药剂复合比例 1:1)按照 $10^{-2}$ 、 $5 \times 10^{-2}$ 、 $10^{-3}$ 、 $10^{-4}$ 、 $10^{-5}$  5 个浓度梯度稀释,各取 1 000 mL 稀释后的药剂均匀喷施 $1 \text{ m}^2$ 薇甘菊;分别于 2010 年 12 月 3 日、2010 年 12 月 13 日、2010 年 12 月 19 日、2011 年 2 月 11 日调查同一稀释浓度不同药剂及时间对薇甘菊盖度变化的影响(图 2)。

100 倍液草甘膦、灭薇净、耘乐、森草净、2,4-D 钠盐、森草净+2,4-D 钠盐复合药剂喷施薇甘菊,历时 20 d,除灭薇净、森草净外,薇甘菊盖度可以降低至 $(0 \pm 0)\%$ ;历时 80 d,100 倍液所有供试药剂完全可降低薇甘菊盖度至 $(0 \pm 0)\%$ (图 2-a)。

500 倍液草甘膦、灭薇净、耘乐、森草净、2,4-D 钠盐、森草净+2,4-D 钠盐复合药剂喷施薇甘菊,历时 20 d,仅有耘乐、2,4-D 钠盐、森草净+2,4-D 钠盐复合药剂可以使薇甘

菊盖度降低至 $(0 \pm 0)\%$ ;历时 80 d,500 倍液所有供试药剂完全可降低薇甘菊盖度至 $(0 \pm 0)\%$ (图 2-b)。

1 000 倍液草甘膦、灭薇净、耘乐、森草净、2,4-D 钠盐、森草净+2,4-D 钠盐复合药剂喷施薇甘菊,仅有 2,4-D 钠盐、森草净+2,4-D 钠盐复合药剂历时 80 d 可以使薇甘菊盖度降低至 $(0 \pm 0)\%$ ;草甘膦、耘乐、灭薇净、森草净施药 80 d 后薇甘菊的盖度分别为 $(1.00 \pm 0.32)\%$ 、 $(1.60 \pm 0.40)\%$ 、 $(0.60 \pm 0.40)\%$ 、 $(86.40 \pm 4.95)\%$ (图 2-c)。

10 000 倍液草甘膦、灭薇净、耘乐、森草净、2,4-D 钠盐、森草净+2,4-D 钠盐复合药剂喷施薇甘菊,仅有 2,4-D 钠盐、森草净+2,4-D 钠盐复合药剂历时 80 d 可以使薇甘菊盖度降低至 $(0 \pm 0)\%$ ;草甘膦、灭薇净、耘乐、森草净施药 80 d 后薇甘菊残存较多,盖度分别为 $(29.00 \pm 5.10)\%$ 、 $(8.60 \pm 1.57)\%$ 、 $(54.00 \pm 4.30)\%$ 、 $(79.00 \pm 5.57)\%$ (图 2-d)。

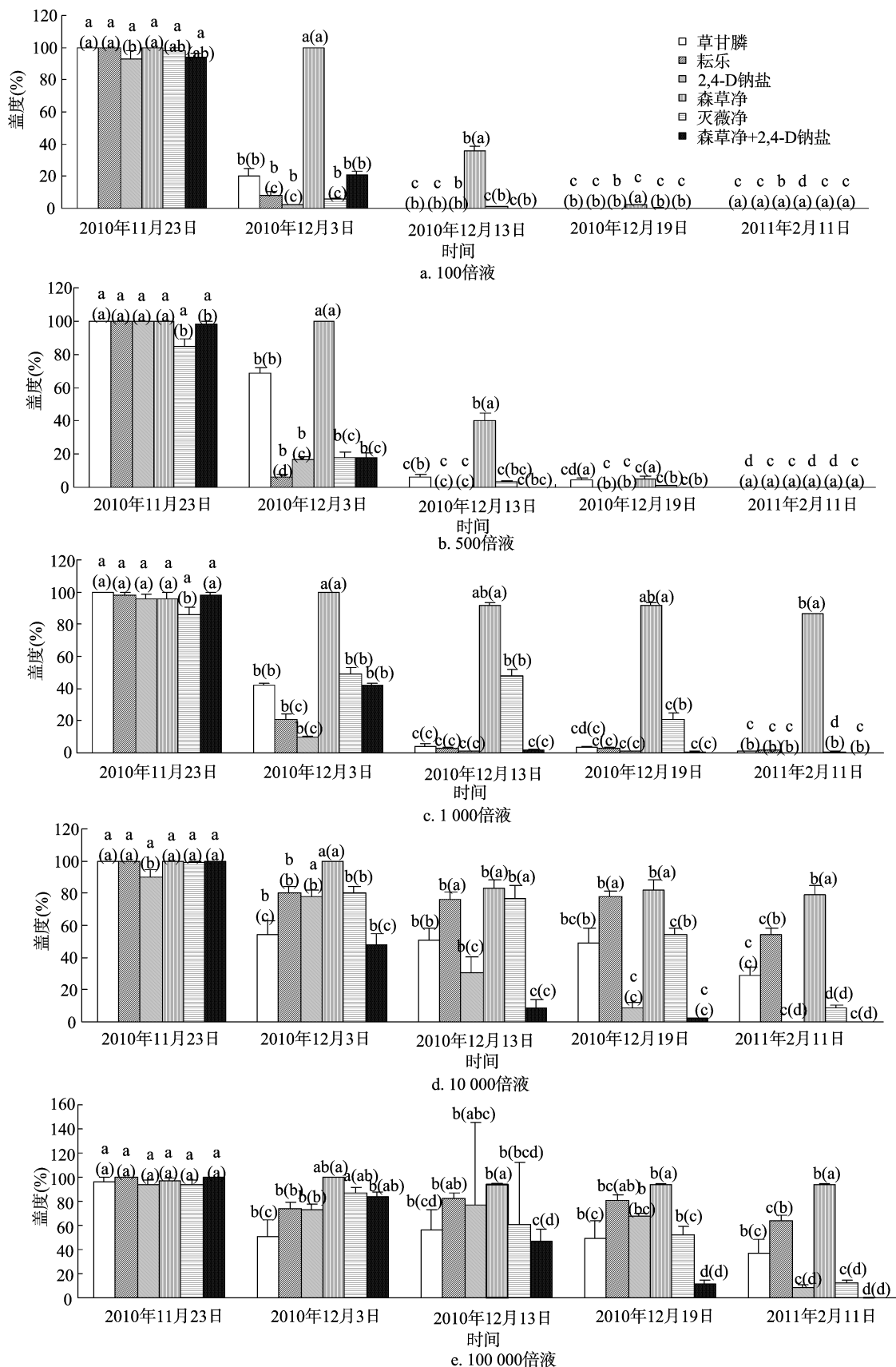
100 000 倍液草甘膦、灭薇净、耘乐、森草净、2,4-D 钠盐、森草净+2,4-D 钠盐复合药剂喷施薇甘菊,仅有森草净+2,4-D 钠盐复合药剂历时 80 d 可以使薇甘菊盖度降低至 $(0 \pm 0)\%$ ;2,4-D 钠盐、草甘膦、灭薇净、耘乐、森草净施药 80 d 后薇甘菊残存较多,盖度分别为 $(8.60 \pm 1.83)\%$ 、 $(37.20 \pm 11.63)\%$ 、 $(12.20 \pm 2.65)\%$ 、 $(64.00 \pm 4.30)\%$ 、 $(94.00 \pm 1.00)\%$ (图 2-e)。

## 2.2.2 药剂对薇甘菊茎死亡率变化的影响

2.2.2.1 同一药剂不同浓度及时间对薇甘菊茎校正死亡率的影响 供试药剂草甘膦、灭薇净、耘乐、森草净、2,4-D 钠盐及森草净+2,4-D 钠盐复合药剂(药剂复合比例 1:1),每种药剂按照 $10^{-2}$ 、 $5 \times 10^{-2}$ 、 $10^{-3}$ 、 $10^{-4}$ 、 $10^{-5}$  5 个浓度梯度稀释,稀释后的药剂各取 1 000 mL 均匀喷施 $1 \text{ m}^2$ 的薇甘菊;分别于 2010 年 12 月 19 日、2011 年 2 月 11 日检查薇甘菊茎死亡情况,调查同一药剂不同浓度梯度作用相同时间对薇甘菊茎校正死亡率变化的影响(图 3)。

由图 3 可知,在薇甘菊初始茎校正死亡率均为 $(0 \pm 0)\%$ 的情况下,施药草甘膦无论浓度大小,即使作用时间达到 80 d,仍有部分薇甘菊茎存活。耘乐仅有高浓度药剂 100 倍液历时 80 d 可以致薇甘菊茎校正死亡率为 $(100 \pm 0)\%$ ,浓度越低致死薇甘菊茎的能力越低。2,4-D 钠盐、灭薇净均属浓度较大才能致死薇甘菊茎的药剂,其 100、500 倍液药剂历时 80 d 可以灭杀薇甘菊茎,随着浓度降低,则不能彻底灭杀薇甘菊茎。森草净仅在 100、500 倍液高浓度下可以灭杀薇甘菊茎;随着浓度降低,对薇甘菊茎的灭杀效果变差;当浓度降低至 100 000 倍液时,药剂失去作用,薇甘菊茎依旧完全存活。自制森草净+2,4-D 钠盐复合药剂无论浓度高低,历时 80 d 均能灭杀薇甘菊茎,浓度越大对薇甘菊茎的致死速度越快。

2.2.2.2 相同浓度不同药剂及时间对薇甘菊茎校正死亡率的影响 草甘膦、灭薇净、耘乐、森草净、2,4-D 钠盐及森草净+2,4-D 钠盐复合药剂按照 $10^{-2}$ 、 $5 \times 10^{-2}$ 、 $10^{-3}$ 、 $10^{-4}$ 、 $10^{-5}$  5 个浓度梯度稀释,各取 1 000 mL 稀释后的药剂均匀喷施 $1 \text{ m}^2$ 薇甘菊;分别于 2010 年 12 月 19 日、2011 年 2 月 11 日检查薇甘菊茎死亡情况,调查相同浓度不同药剂及时间对薇甘菊茎校正死亡率的影响(图 4)。



柱上括号外字母不同表示相同浓度及药剂作用不同时间薇甘菊盖度差异显著 ( $P < 0.05$ )；柱上括号内字母不同表示相同浓度不同药剂作用相同时间薇甘菊盖度差异显著 ( $P < 0.05$ )

图2 相同浓度不同药剂及时间对薇甘菊盖度变化的影响

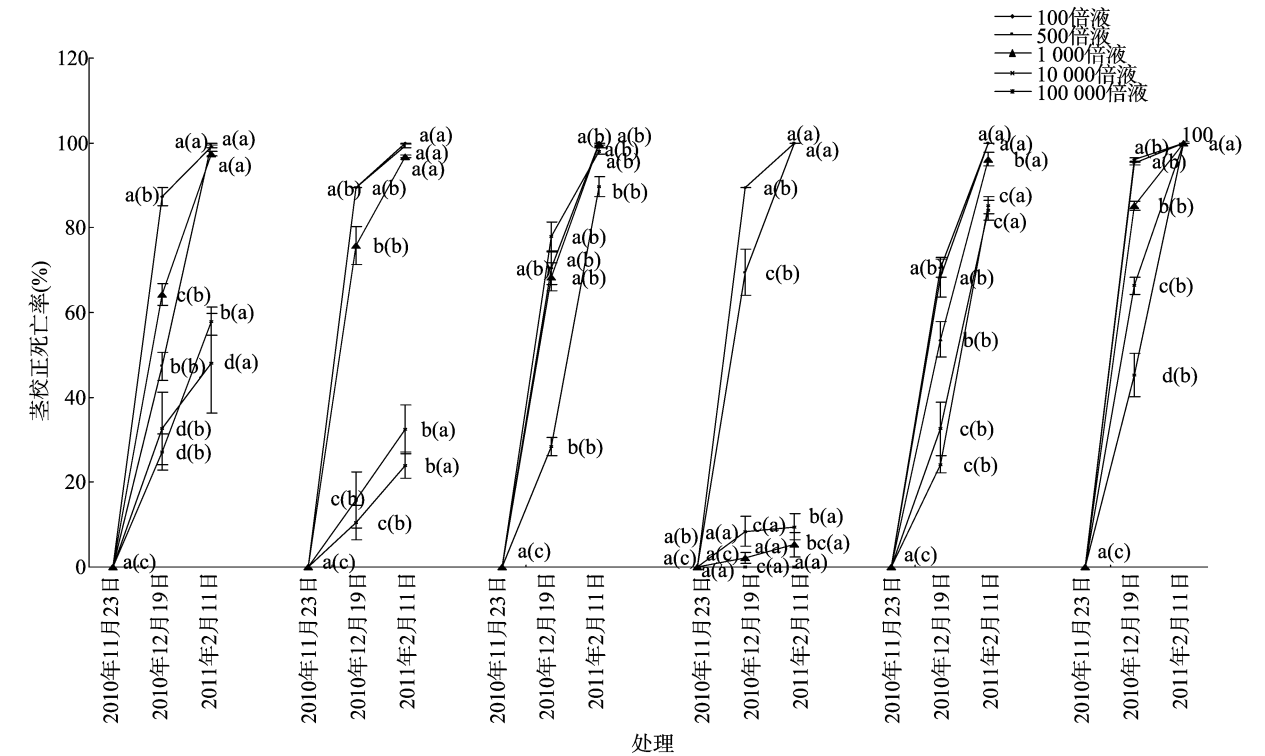


图3 同一药剂不同浓度梯度作用相同时间对薇甘菊校正茎死亡率变化的影响

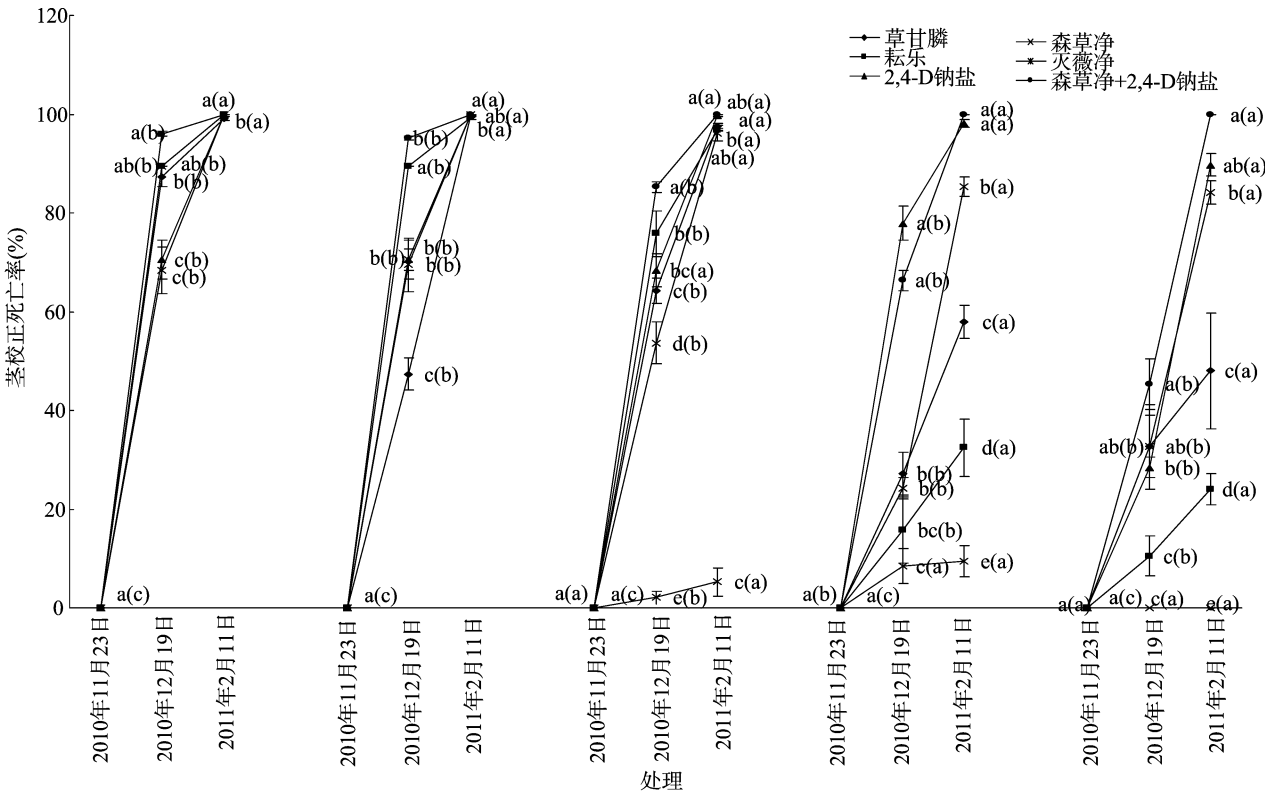


图4 不同药剂相同浓度梯度作用相同时间对薇甘菊校正茎死亡率变化的影响

由图4可知,在薇甘菊初始茎校正死亡率为(0±0)%的情况下,草甘膦、灭薇净、耘乐、森草净、2,4-D 钠盐、森草净+2,4-D 钠盐复合药剂100倍液喷施薇甘菊,施药后历时

80 d,除草甘膦处理的薇甘菊校正死亡率为(99.16±0.39)%,其他药剂均为(100.00±0)%。500倍液药剂施药后80 d,草甘膦、耘乐均不能完全致死薇甘菊茎,其茎校正死

亡率分别为 $(99.79 \pm 0.21)\%$ 、 $(99.37 \pm 0.42)\%$ ；灭薇净、森草净、2,4-D 钠盐、森草净+2,4-D 钠盐复合药剂可完全致死薇甘菊茎，其校正死亡率均为 $(100.00 \pm 0)\%$ 。1 000、10 000、100 000 倍液药剂施药后 80 d，仅有森草净+2,4-D 钠盐复合药剂可以完全致死薇甘菊茎。

### 3 结论与讨论

对抑制薇甘菊种子萌发而言，历时 14 d，草甘膦只有在较高浓度(10、100 倍液)下可以抑制薇甘菊种子萌发；森草净、耘乐只有在 10 倍液情况下才能抑制薇甘菊种子萌发，而灭薇净可以稀释到 1 000 倍液，2,4-D 钠盐可以稀释到 10 000 倍液；森草净+2,4-D 钠盐复合药剂稀释到 100 000 倍液，历时 14 d 仍能完全抑制薇甘菊种子萌发，萌发率为 $(0 \pm 0)\%$ 。由此可见，所有供试药剂仅有自制森草净+2,4-D 钠盐复合药剂稀释到 100 000 倍液处理后的薇甘菊种子培养 14 d 仍不萌发；对彻底抑制薇甘菊种子萌发而言，自制森草净+2,4-D 钠盐复合药剂是供试药剂中的最佳药剂。

在薇甘菊初始盖度差异不大的情况下，薇甘菊防除常用药剂草甘膦、耘乐、灭薇净、森草净 1 000 倍液施药后 80 d，仍有部分薇甘菊存活，其盖度分别为 $(1.00 \pm 0.32)\%$ 、 $(1.60 \pm 0.40)\%$ 、 $(0.60 \pm 0.40)\%$ 、 $(86.40 \pm 4.95)\%$ ；仅有 2,4-D 钠盐、森草净+2,4-D 钠盐复合药剂历时 80 d 可以使薇甘菊盖度降低至 0；2,4-D 钠盐浓度进一步稀释到 100 000 倍液时，历时 80 d 仍有少量薇甘菊残存，其盖度为 $(8.60 \pm 1.83)\%$ ；森草净+2,4-D 钠盐复合药剂是供试药剂中唯一稀释到 100 000 倍液、历时 80 d 时薇甘菊盖度为 0 的药剂。

草甘膦浓度从 10 倍液至 100 000 倍液均不能完全致死薇甘菊茎；常用药剂草甘膦、灭薇净、耘乐、森草净、2,4-D 钠盐均不可在 100 倍液及其以下浓度完全致死薇甘菊茎；仅有森草净+2,4-D 钠盐复合药剂可以完全致死薇甘菊茎，其校正死亡率能达到 $(100.00 \pm 0)\%$ ，药剂浓度越大对薇甘菊茎的致死速度越快。

综上所述，供试药剂草甘膦、灭薇净、耘乐、森草净、2,4-D 钠盐、森草净+2,4-D 钠盐复合药剂中，仅有自制森草净+2,4-D 钠盐复合药剂是能以极低浓度彻底抑制薇甘菊有性传播种子萌发，完全降低薇甘菊盖度，并灭杀薇甘菊无性繁殖体茎的效率高、用量小的绩优药剂。换言之，森草净+2,4-D 钠盐复合药剂是防控薇甘菊的一种高效、减量药剂。

### 参考文献：

[1] 宋玉双. 十九种林业检疫性有害生物简介(Ⅰ)[J]. 中国森林病虫害, 2005, 24(1): 30-35.

[2] 宋玉双. 十九种林业检疫性有害生物简介(Ⅱ)[J]. 中国森林病虫害, 2005, 24(2): 32-37.

[3] 郭琼霞, 强 胜, 林金成, 等. 薇甘菊的生物学特性及其综合治理[J]. 武夷科学, 2005, 21(1): 72-76.

[4] 杜 凡, 杨宇明, 李俊清, 等. 云南假泽兰属植物及薇甘菊的危害[J]. 云南植物研究, 2006, 28(5): 505-508.

[5] 泽桑梓, 季 梅, 闫争亮, 等. 薇甘菊颈盲蝽性信息素的初步验证及后肠挥发物的鉴定[J]. 动物学研究, 2011, 32(增刊): 147-153.

[6] 咎启杰, 李鸣光. 薇甘菊防治实用技术[M]. 北京: 科学出版社, 2010: 2-5.

[7] 于 飞, 吴海荣, 鲁勇干, 等. 稔平半岛外来杂草入侵现状及防控措施[J]. 杂草科学, 2012, 30(2): 11-14.

[8] 王志远. 入侵杂草薇甘菊在云南的发生与防治[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(1): 116-119.

[9] 王志远, 莫 南, 田先娇. 外来植物薇甘菊的开发利用前景[J]. 杂草科学, 2013, 31(3): 8-11.

[10] 莫 南, 马艳粉, 郭云仙, 等. 不同光照下薇甘菊与甘薯生长优势比较[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(3): 103-104.

[11] 李正洪, 谷 芸, 郭芯瑜, 等. 外来杂草薇甘菊在云南德宏州的危害及防控措施[J]. 杂草科学, 2013, 31(1): 69-70.

[12] 王勇军, 廖文波, 咎启杰, 等. 除莠剂森草净防除薇甘菊的效果及其对植物多样性的影响[J]. 中山大学学报: 自然科学版, 2003, 42(增刊): 180-186.

[13] 咎启杰, 孙延军, 廖文波, 等. 森草净杀灭薇甘菊(*Mikania micrantha*)及其安全性[J]. 生态学报, 2007, 27(8): 3407-3416.

[14] 陈素芳, 徐润林, 王勇军, 等. 化学防除薇甘菊对内伶仃岛土壤原生动物群落的影响[J]. 应用与环境生物学报, 2003, 9(4): 422-428.

[15] 黄华枝, 赵京斌, 黄炳球, 等. 3 种苯氧羧酸类除草剂防除薇甘菊药效研究[J]. 华南农业大学学报: 自然科学版, 2004, 25(1): 52-55.

[16] 汪东彬, 胡长顺, 张长发, 等. 森草净与草甘膦混合除草试验初报[J]. 安徽林业科技, 2000(1): 24-26.

[17] 林绪平, 刘建锋, 黄 莹, 等. 灭薇净的安全性及防治薇甘菊效果初报[J]. 中国森林病虫害, 2009, 28(1): 30-31.

[18] 徐声杰. 草灌净防治薇甘菊初报[J]. 林业科技通讯, 2001(1): 29-30.

[19] 咎启杰, 王勇军, 梁启英, 等. 几种除草剂对薇甘菊的杀灭试验[J]. 生态科学, 2001, 20(2): 32-36.

[20] 泽桑梓, 李浩然, 闫争亮, 等. 入侵生物薇甘菊防治技术及其对策概述[J]. 福建林业科技, 2010, 37(3): 176-179.

[21] 泽桑梓, 季 梅, 李浩然, 等. 林业有害生物薇甘菊化学防除优选药剂研究[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(6): 3002-3003, 3006.