

5 种化学除草剂对薇甘菊防治效果 及对其他植物的影响

宋 雪^{1,2}, 王 辉², 孙延军³, 晷启杰^{1,4*}

(1. 深圳大学生命与海洋科学学院, 深圳 518060; 2. 深圳中绿环境集团有限公司, 深圳 518100;
3. 深圳园林股份有限公司, 深圳 518001; 4. 深圳小洲生态环境有限公司, 深圳 518101)

摘要 为了筛选高效防除薇甘菊的除草剂, 本文利用 4 种含灭草松或吡啶类的新型除草剂 25% 苄嘧磺隆·灭草松 AS、25% 滴酸·灭草松 AS、25% 滴酸·氯氟吡 AS、25% 氟胺·灭草松 AS, 以常用除草剂 24% 滴酸·二氯吡 AS 作对照, 在深圳进行防除薇甘菊的试验研究。除草剂对薇甘菊防效结果表明: 400 mL/hm² 25% 滴酸·氯氟吡 AS 和 24% 滴酸·二氯吡 AS 对薇甘菊的杀灭率为 100%, 同等剂量的 25% 滴酸·氯氟吡 AS 完全杀灭薇甘菊的时间短于 24% 滴酸·二氯吡 AS。25% 氟胺·灭草松 AS 1 000 mL/hm² 对薇甘菊的杀灭率 100%, 喷药后 21 d 左右薇甘菊全部死亡。25% 苄嘧磺隆·灭草松 AS、25% 滴酸·灭草松 AS 1 000~6 000 mL/hm² 对薇甘菊的杀灭率为 68.85%~89.11%, 防治效果差。除草剂对其他植物的影响结果表明: 25% 滴酸·氯氟吡 AS、24% 滴酸·二氯吡 AS 400 mL/hm² 对植物药害等级达到 III~IV 级(严重药害和极严重药害)的种类数分别占样地内种类数的 54.55% 和 77.78%。25% 氟胺·灭草松 AS 1 000 mL/hm² 对植物药害等级达到 III~IV 级的种类数占样地内种类数的 83.33%。建议在林地、非耕地等薇甘菊危害较大的区域可采用 25% 滴酸·氯氟吡 AS 400 mL/hm² 防除薇甘菊, 该药剂可作为高效防除薇甘菊且对植物较为安全的优选药剂。

关键词 薇甘菊; 25% 滴酸·氯氟吡水剂; 除草剂; 防除效果; 药害等级

中图分类号: S 451.2 **文献标识码:** B **DOI:** 10.16688/j.zwbh.2020239

Control effect of five chemical herbicides on *Mikania micrantha* and safety to other plants

SONG Xue^{1,2}, WANG Hui², SUN Yanjun³, ZAN Qijie^{1,4*}

(1. College of Life Science and Oceanography, Shenzhen University, Shenzhen 518060, China; 2. Shenzhen Zhonglü Environment Group Co. Ltd., Shenzhen 518100, China; 3. Shenzhen Landscape Co. Ltd., Shenzhen 518001, China; 4. Shenzhen Xiaozhou Ecological Environment Co. Ltd., Shenzhen 518101, China)

Abstract In order to select effective herbicide to control *Mikania micrantha*, four new herbicides containing bentazone or pyridine, bensulfuron-methyl bentazone 25% AS, 2,4-D·bentazone 25% AS, 2,4-D·picloram 25% AS and fomesafen·bentazone 25% AS were tested to control *M. micrantha* contrasted with the common herbicide 2,4-D·clopyralid 24% AS in Shenzhen. The results showed that the killing rate of *M. micrantha* by both 400 mL/hm² 2,4-D·picloram 25% AS and 2,4-D·clopyralid 24% AS was 100%. The time for the same 2,4-D·picloram 25% AS to completely kill *M. micrantha* was shorter than that of 2,4-D·clopyralid 24% AS. The killing rate of 1 000 mL/hm² fomesafen·bentazone 25% AS was 100%, and *M. micrantha* died about 21 d after spraying. The killing rate of 1 000—6 000 mL/hm² bensulfuron-methyl·bentazone 25% AS and 2,4-D·bentazone 25% AS was 68.85%—89.11%, and the control effect is poor. The effect of herbicides on other plants showed that 400 mL/hm² 2,4-D·picloram 25% AS and 2,4-D·clopyralid 24% AS on the phytotoxicity level of plant reaching grade III—IV (serious and extremely serious phytotoxicity) accounted for 54.55% and 77.78% of the species in the plot.

收稿日期: 2020-05-09 修订日期: 2020-06-01

基金项目: 国家自然科学基金(31470513)

* 通信作者 E-mail: 10567231@qq.com

1 000 mL/hm² fomesafen · bentazone 25% AS on the phytotoxicity level of plant reaching grade III – IV accounted for 83.33% of the species in the plot. 400 mL/hm² 2,4-D · picloram 25% AS is recommended for controlling *M. micrantha* in forest land and non-cultivated land where the *M. micrantha* can be more harmful. It can be used as a preferred agent for controlling *M. micrantha* with high efficiency and good safety to plants.

Key words *Mikania micrantha*; 2,4-D · picloram 25% AS; herbicide; control effect; phytotoxicity grade

薇甘菊是菊科假泽兰属 *Mikania* Willd. 多年生草质藤本,原产于热带美洲,现已广泛分布于东南亚、太平洋等地区,是全球性分布的恶性杂草之一^[1]。薇甘菊具有有性繁殖和无性繁殖能力强、生长速度快、化感作用能力和克隆整合能力强、高光合潜力及强阳性等特性,因此能快速入侵新的生境^[1-5]。

为了遏制薇甘菊繁殖与扩散,国内外学者开展了一些防治薇甘菊的研究,包括人工清除^[1-5]、化学防除^[8-9]、植物替代控制技术^[10-12]及遮阴控制技术^[13]等。其中,化学防除具有操作方便,成本相对较低,见效快的优点,是薇甘菊规模化防治的重要技术组成部分^[14]。70%啞磺隆水溶性粉剂(磺酰脲类除草剂)对薇甘菊杀灭效果极好,但其对土壤微生物影响较大,且在土壤中的残留量多,持续时间长,易对蔬菜等作物产生药害^[15]。70%2,4-滴微乳剂(苯氧羧酸类除草剂)对薇甘菊防除具有专一性,该药剂对禾本科植物安全,但对大部分双子叶植物可能造成叶斑、叶色变黄或畸形药害^[16]。24%滴酸·二氯吡水剂具有内吸传导性强的特点,施药后被薇甘菊的叶片或根部迅速吸收,进一步使其枯死,但对其他植物有一定的影响,特别是对幼苗或1年生的桉树影响较大^[17]。这些药剂使用浓度较高,可能会造成严重的环境污染^[18]。目前,用于防治薇甘菊的除草剂仅仅达到了降低薇甘菊盖度的效果,不能有效杀死薇甘菊茎节和土壤中的种子,会出现越防越多的现象^[18]。因此,研发适用于防治薇甘菊的新型除草剂迫在眉睫。本文选择具有高效、安全、选择性强等特点的5种含灭草松或吡啶类除草剂开展薇甘菊的防除试验,旨在筛选出防除薇甘菊效果最好、剂量低且对其他植物药害影响较小的除草剂,为科学有效控制薇甘菊提供依据。

1 材料与方 法

1.1 试验样地概况

深圳市地处广东省南部珠江三角洲地区,位于北回归线以南。东临大亚湾和大鹏湾,西濒珠江口和伶仃洋,南边深圳河与香港相连,北部与东莞、

惠州两城市接壤^[19]。薇甘菊于1984年在深圳首次发现,入侵后迅速建立种群并不断向周边区域迅速蔓延^[20-21]。2010年薇甘菊在深圳福田区的发生总面积为562.14 hm²^[22],2012年在深圳宝安区薇甘菊分布面积为1 087 hm²。由于薇甘菊扩散速度快、繁殖能力极强,其蔓延趋势依然没有得到很好的控制。

试验地位于深圳市南山区大沙河公园(113°57'36"E,22°33'20"N)和内伶仃岛(113°48'01"E,22°25'13"N)。其中,内伶仃岛东临近香港6海里,北离深圳蛇口大约9海里,西距珠海13海里,是面积最小的保护森林与野生动物类型的国家级自然保护区。该岛雨量充沛,年均降雨2 000 mm左右,降水集中在4月—9月^[23]。20世纪80年代末,薇甘菊传入内伶仃岛并在珠江口极速扩散,已经对当地的生态安全造成潜在威胁,亟须进行防除。

1.2 试验药剂与处理

试验药剂为25%啞磺隆·灭草松水剂(AS)、25%滴酸·灭草松水剂(AS)、25%滴酸·氨基吡水剂(AS)、25%氟胺·灭草松水剂(AS),由西安近现代化学研究所提供。对照药剂为24%滴酸·二氯吡水剂(AS),由江西天人生态股份有限公司生产。2017年6月,按照药剂的推荐剂量,在内伶仃岛分别设置了低、中、高处理剂量(表1),每个处理设3次重复,初步筛选并评价所选药剂对薇甘菊的防除效果。继筛选出防除薇甘菊效果较好的药剂后,本课题组为了进一步探究除草剂对环境负荷更低的有效剂量,2017年9月在大沙河公园开展了基于不同浓度梯度的薇甘菊防治试验。每种除草剂设置3个处理,分别为400、1 000、2 000 mL/hm²。

在薇甘菊生长旺盛期,采用手动式喷雾器(15 L)均匀定向喷洒药液至样地内所有植物的叶面、茎秆上。施药当天晴天,施药时温度28~32℃,无风,施药后48 h内未降雨。

1.3 试验样地设计

在深圳内伶仃岛和大沙河公园选择典型的薇甘菊危害区域,设置2 200 m²的化学防治研究样地,

共 22 个样方,其中内伶仃岛 13 个样方,大沙河公园 9 个样方,每个大样方设 3 个小样方,每个样方面积

为 100 m²,喷施不同处理组的除草剂。所选样地都是阳面平地或坡面。

表 1 内伶仃岛薇甘菊防除试验的除草剂剂量¹⁾

Table 1 Dosage of tested herbicide in Neilingding Island

药剂 Herbicide	剂量 1/mL·(hm ²) ⁻¹ Dose 1	剂量 2/mL·(hm ²) ⁻¹ Dose 2	剂量 3/mL·(hm ²) ⁻¹ Dose 3
25% 苄嘧磺隆·灭草松 AS bensulfuron-methyl·bentazone 25% AS	1 000	2 000	4 000
25% 滴酸·灭草松 AS 2,4-D·bentazone 25% AS	1 500	3 000	6 000
25% 滴酸·氨基吡 AS 2,4-D·picloram 25% AS	2 000	4 000	8 000
25% 氟胺·灭草松 AS fomesafen·bentazone 25% AS	1 000	2 000	4 000
24% 滴酸·二氯吡 AS 2,4-D·clopyralid 24% AS	2 000	—	—

1) 施药量为 675 L/hm²,“—”为无剂量。

Application amount is 675 L/hm², “—” shows no treatment.

1.4 样地植物群落调查与分析

施药 12、18、30、45、60 d,观察、记录内伶仃岛样地内试验药剂对样地内植物的药害程度。在施药 0、30、90 d 调查薇甘菊的盖度。为了进一步了解除草剂作用于薇甘菊产生症状的特征以及完全杀灭薇甘菊的最短时间,施药 4、7、14、21、30 d 后,记录大沙河公园样地内植物的药害程度。在施药 0、30、90 d 调查薇甘菊的盖度。

根据喷药后样地内的植物受害症状分为 5 个等级标准。具体描述如下:0 级表示植株未受到药害,药害程度为 0; I 级表示轻度药害,指叶片萎蔫,轻微发黄,植株出现倒伏现象,0% < 药害程度 ≤ 25%; II 级表示中度药害,指顶端嫩枝或叶片边缘表现为失水干枯,25% < 药害程度 ≤ 50%; III 级表示严重药害,指植株地上大部分发黑或枯死,老茎未枯萎,50% < 药害程度 ≤ 75%; IV 级表示极严重药害,指植株根茎叶几乎或全部死亡,75% < 药害程度 ≤ 100%。

1.5 数据统计与分析

计算喷药后薇甘菊的杀灭率和恢复率。采用 SPSS 19.0 统计软件进行单因素方差分析(One-way ANOVA),比较不同除草剂对薇甘菊的杀灭率和恢复率。杀灭率=(喷药前薇甘菊的盖度-喷药后薇甘菊的盖度)/喷药前薇甘菊的盖度×100%;恢复率=喷药后薇甘菊的盖度/喷药前薇甘菊的盖度×100%。

2 结果与分析

2.1 除草剂对内伶仃岛薇甘菊的防除效果

如表 2 所示,施药 30 d 后,25% 滴酸·氨基吡

AS 2 000~8 000 mL/hm²、25% 氟胺·灭草松 AS 4 000 mL/hm² 和 24% 滴酸·二氯吡 AS 2 000 mL/hm² 对薇甘菊杀灭率达 100%。25% 苄嘧磺隆·灭草松 AS 2 000~4 000 mL/hm² 对薇甘菊的杀灭率达 87.65% 以上。25% 滴酸·灭草松 AS 1 500~6 000 mL/hm² 对薇甘菊的杀灭率无显著差异,均高于 91.26%。施药 90 d 后,25% 滴酸·氨基吡 AS、24% 滴酸·二氯吡 AS 2 000 mL/hm² 能完全杀灭薇甘菊;25% 氟胺·灭草松 AS 1 000~4 000 mL/hm² 对薇甘菊杀灭率为 95.24%~97.13%;25% 苄嘧磺隆·灭草松 AS 和 25% 滴酸·灭草松 AS 1 000~6 000 mL/hm² 对薇甘菊的杀灭率为 68.85%~89.11%。施药 90 d 后,喷施 25% 滴酸·氨基吡 AS 和 24% 滴酸·二氯吡 AS 的薇甘菊未恢复;喷施 25% 氟胺·灭草松 AS 的薇甘菊恢复 2.87%~4.76%;喷施 25% 苄嘧磺隆·灭草松 AS 和 25% 滴酸·灭草松 AS 的薇甘菊恢复率为 10.89%~31.15%。低剂量的 25% 滴酸·氨基吡 AS 和 24% 滴酸·二氯吡 AS 2 000 mL/hm² 对薇甘菊的杀灭效果优于其他 3 种复合除草剂。喷药 90 d 后,喷施低剂量的 1 000 mL/hm² 25% 氟胺·灭草松 AS 的薇甘菊恢复了 4.76%,但中等剂量的 2 000 mL/hm² 25% 氟胺·灭草松 AS 对薇甘菊恢复率达 134.01%,这可能是由于样地处于山谷溪流冲刷区域,由于 8 月雨水较多,洗刷了样地内薇甘菊茎叶表面的药剂,薇甘菊重新生长起来。

2.2 除草剂对内伶仃岛其他植物的药害特征

内伶仃岛样地内的植物药害程度调查发现,共有 61 种受药害影响的植物(薇甘菊除外)。受到 0 级影响的植物 9 种, I 级影响的植物 22 种,

Ⅱ级影响的植物8种,Ⅲ级影响的植物7种,Ⅳ级影响的植物15种。值得注意的是,土蜜树 *Bridelia tomentosa*、朴树 *Celtis sinensis*、山黄麻 *Trema tomentosa*、白楸 *Mallotus paniculatus* 等乔木的幼树或幼苗对25%滴酸·氨基吡 AS 和24%滴酸·二氯吡 AS 敏感,且所受药害程度较重,主要表现为叶片枯死,嫩

枝有明显干枯现象,大部分为Ⅲ级或Ⅳ级影响的植物。因此,基于5种除草剂对薇甘菊的防除效果和对样地内其他植物的药害特征可以看出,25%滴酸·氨基吡 AS、25%氟胺·灭草松 AS 和24%滴酸·二氯吡 AS 对薇甘菊的防除效果较好,但对植物药害程度较大。

表2 内伶仃岛不同药剂对薇甘菊的防除效果¹⁾

Table 2 Control effect of different herbicides to *Mikania micrantha* in Neilingding Island

药剂 Herbicide	剂量/mL·(hm ²) ⁻¹ Dose	杀灭率/% Killing rate		90 d 恢复率/% Recovery rate 90 days after treatment
		30 d	90 d	
25% 苄嘧磺隆·灭草松 AS bensulfuron-methyl·bentazone 25% AS	1 000	(62.05±6.04)c	(68.85±5.58)b	(31.15±5.58)b
	2 000	(87.65±1.31)b	(73.73±3.01)ab	(26.27±3.01)bc
	4 000	(96.67±1.92)ab	(89.11±2.56)ab	(10.89±2.56)bc
25% 滴酸·灭草松 AS 2,4-D·bentazone 25% AS	1 500	(93.89±1.47)ab	(82.22±1.11)ab	(17.78±1.11)bc
	3 000	(91.26±3.24)ab	(86.72±2.84)ab	(13.28±2.84)bc
	6 000	(94.99±1.36)ab	(87.01±1.95)ab	(12.99±1.95)bc
25% 滴酸·氨基吡 AS 2,4-D·picloram 25% AS	2 000	(100.00±0.00)a	(100.00±0.00)a	(0.00±0.00)c
	4 000	(100.00±0.00)a	(100.00±0.00)a	(0.00±0.00)c
	8 000	(100.00±0.00)a	(100.00±0.00)a	(0.00±0.00)c
25% 氟胺·灭草松 AS fomesafen·bentazone 25% AS	1 000	(96.19±3.81)ab	(95.24±4.72)a	(4.76±4.76)c
	2 000	(88.9±6.10)b	(-34.01±6.33)c	(134.01±6.33)a
	4 000	(100.00±0.00)a	(97.13±1.45)a	(2.87±1.45)c
24% 滴酸·二氯吡 AS 2,4-D·clopyralid 24% AS	2 000	(100.00±0.00)a	(100.00±0.00)a	(0.00±0.00)c

1) 数值表示为平均值±标准误(n=3)。同列数据后不同小写字母表示不同除草剂不同处理对薇甘菊杀灭率有显著性差异(P<0.05)。下同。

The values are mean±SE(n=3). Different lowercase letters in the same column indicate that the control efficiency of different herbicides to *M. micrantha* are significantly different (P<0.05). The same below.

2.3 除草剂对大沙河公园薇甘菊的防除效果

为了探究除草剂对薇甘菊的最佳杀灭效果且对其他植物药害更小的有效浓度,在大沙河公园进一步开展了薇甘菊的防除试验。如表3所示,低剂量400 mL/hm²的25%滴酸·氨基吡 AS 和24%滴酸·二氯吡 AS 和中等剂量的1 000 mL/hm² 25%滴酸·灭草松 AS 防除薇甘菊的效果达到100%,且恢复率为0。施药30 d和90 d后,400~2 000 mL/hm²

25%滴酸·氨基吡 AS 和24%滴酸·二氯吡 AS、1 000~2 000 mL/hm² 25%滴酸·灭草松 AS 对薇甘菊的杀灭率达100%,400 mL/hm²的25%氟胺·灭草松 AS 杀灭率显著低于其他处理组。喷药90 d后,在喷施25%滴酸·氨基吡 AS 和24%滴酸·二氯吡 AS 的样地内薇甘菊未恢复,在喷施400 mL/hm² 25%氟胺·灭草松 AS 的样地内,薇甘菊恢复率为11.33%。

表3 大沙河公园不同药剂对薇甘菊的防除效果

Table 3 Control effect of different herbicides to *Mikania micrantha* in Dashahe Park

药剂 Herbicide	剂量/mL·(hm ²) ⁻¹ Dose	杀灭率/% Killing rate		90 d 恢复率/% Recovery rate 90 days after treatment
		30 d	90 d	
25% 滴酸·氨基吡 AS 2,4-D·picloram 25% AS	400	(100.0±0.0)a	(100.0±0.0)a	(0.0±0.0)b
	1 000	(100.0±0.0)a	(100.0±0.0)a	(0.0±0.0)b
	2 000	(100.0±0.0)a	(100.0±0.0)a	(0.0±0.0)b
25% 氟胺·灭草松 AS fomesafen·bentazone 25% AS	400	(70.4±11.4)b	(88.7±11.0)b	(11.3±11.0)a
	1 000	(100.0±0.0)a	(100.0±0.0)a	(0.0±0.0)b
	2 000	(100.0±0.0)a	(100.0±0.0)a	(0.0±0.0)b
24% 滴酸·二氯吡 AS 2,4-D·clopyralid 24% AS	400	(100.0±0.0)a	(100.0±0.0)a	(0.0±0.0)b
	1 000	(100.0±0.0)a	(100.0±0.0)a	(0.0±0.0)b
	2 000	(100.0±0.0)a	(100.0±0.0)a	(0.0±0.0)b

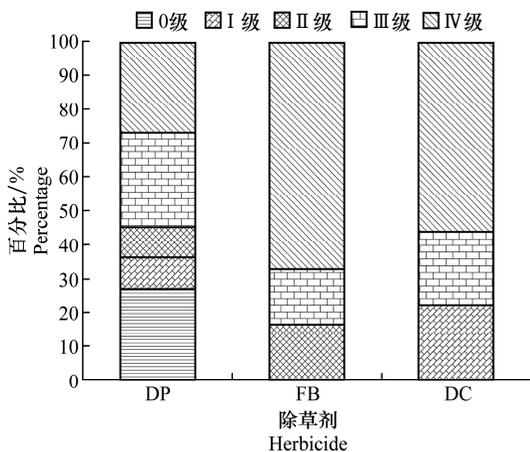
从表 4 可以看出,喷药 4 d 后,25%氟胺·灭草松 AS 1 000~2 000 mL/hm² 对薇甘菊造成 II 级影响,其余处理都为 I 级。主要表现为喷施 1 000~2 000 mL/hm² 的 25%氟胺·灭草松 AS 的样地内大部分薇甘菊叶片边缘干枯,顶端嫩叶、嫩茎完全失水枯死,其余处理的样地内叶片萎蔫,发黄。喷药 7 d 后,喷施 25%滴酸·氨基吡 AS 或 25%氟胺·灭草松 AS 400 mL/hm² 对薇甘菊造成 III 级影响,其余处理对薇甘菊都造成 IV 级影响,但薇甘菊未完全杀灭。喷药 14 d 后,施药量为 2 000 mL/hm² 的

3 种药剂样地内薇甘菊完全死亡,其余处理的样地内大部分薇甘菊茎叶枯死。从完全杀死薇甘菊的时间来看,喷施 400 mL/hm² 25%滴酸·氨基吡 AS 21 d 左右样地内薇甘菊全部死亡,喷施相同剂量的 24%滴酸·二氯吡 AS 30 d 左右薇甘菊全部死亡。由此可见,低剂量 400 mL/hm² 25%滴酸·氨基吡 AS 完全杀灭薇甘菊的时间短于 24%滴酸·二氯吡 AS。喷施中等剂量 1 000 mL/hm² 25%氟胺·灭草松 AS 21 d 左右样地内薇甘菊全部死亡。

表 4 大沙河公园不同药剂对薇甘菊的药害等级

Table 4 The phytotoxicity grade of *Mikania micrantha* with different herbicides treatment in Dashahe Park

药剂 Herbicide	剂量/mL·(hm ²) ⁻¹ Dose	药害等级 Phytotoxicity grade				
		4 d	7 d	14 d	21 d	30 d
25%滴酸·氨基吡 AS	400	I	III	IV	IV	IV
2,4-D·picloram 25% AS	1 000	I	IV	IV	IV	IV
	2 000	I	IV	IV	IV	IV
25%氟胺·灭草松 AS	400	I	III	III	III	III
fomesafen·bentazone 25% AS	1 000	II	IV	IV	IV	IV
	2 000	II	IV	IV	IV	IV
24%滴酸·二氯吡 AS	400	I	IV	IV	IV	IV
2,4-D·clopymid 24% AS	1 000	I	IV	IV	IV	IV
	2 000	I	IV	IV	IV	IV



DP: 25%滴酸·氨基吡 AS 400 mL/hm²; FB: 25%氟胺·灭草松 AS 1 000 mL/hm²; DC: 24%滴酸·二氯吡 AS 400 mL/hm²
DP represents 2,4-D·picloram 25% AS 400 mL/hm²; FB represents fomesafen·bentazone 25% AS 1 000 mL/hm²; DC represents 2,4-D·clopymid 24% AS 400 mL/hm²

图 1 不同除草剂对植物药害等级构成图

Fig. 1 The phytotoxicity grade of different herbicides to plants

2.4 除草剂对大沙河公园其他植物的药害特征

综合除草剂对大沙河公园薇甘菊杀灭率和药害等级来看,低剂量 400 mL/hm² 25%滴酸·氨基

吡 AS、400 mL/hm² 24%滴酸·二氯吡 AS 和 1 000 mL/hm² 25%氟胺·灭草松 AS 对薇甘菊的效果最好。这 3 种除草剂对其他植物药害特征,如图 1 所示。25%滴酸·氨基吡 AS 400 mL/hm² 处理的样地内共有 11 种植物,受到 III~IV 级影响的植物有 6 种,占样地内植物种类数的 54.55%;25%氟胺·灭草松 AS 1 000 mL/hm² 处理的样地内共有 6 种植物,受到 III~IV 级影响的植物有 5 种,占样地内植物种类数的 83.33%;24%滴酸·二氯吡 AS 400 mL/hm² 处理的样地内共有 9 种植物,受到 III~IV 级影响的植物有 7 种,占样地内植物种类数的 77.78%。

3 讨论

3.1 除草剂对薇甘菊的防除效果

本研究选取 400~8 000 mL/hm² 25%苄嘧磺隆·灭草松 AS、25%滴酸·灭草松 AS、25%滴酸·氨基吡 AS、25%氟胺·灭草松 AS 和 24%滴酸·二氯吡 AS 开展薇甘菊的防除试验。结果表明:低剂

量 400 mL/hm² 的 25% 滴酸·氨基吡 AS 和 24% 滴酸·二氯吡 AS 对薇甘菊的杀灭效果优于其他 3 种除草剂, 相同剂量的 25% 滴酸·氨基吡 AS 完全杀灭薇甘菊的时间短于 24% 滴酸·二氯吡 AS。文献报道, 304 g/L 氨基吡啶酸·2,4-滴 AS 1 500~2 250 mL/hm² 对大部分阔叶杂草杀灭率优良, 该结果与本文得出的结果比较吻合, 且本研究所施用的 25% 滴酸·氨基吡 AS 400 mL/hm² 剂量低于氨基吡啶酸·2,4-滴 AS^[24]。岳茂峰等^[25]以 41% 草甘膦 AS 2 250~9 000 mL/hm² 为对照, 采用 24% 氨基吡啶酸 AS 1 125~3 375 mL/hm²、48% 三氯吡氧乙酸乳油 (EC) 350~6 255 mL/hm²、75% 二氯吡啶酸可溶性颗粒 (SG) 134~240 g/hm² 3 种吡啶类除草剂防除薇甘菊, 结果表明, 24% 氨基吡啶酸 AS 对薇甘菊的防效稍优于 41% 草甘膦 AS, 24% 氨基吡啶酸 AS 2 250~3 375 mL/hm² 对薇甘菊具有良好的防除效果^[25]。本文利用 25% 滴酸·氨基吡 AS 防除薇甘菊的效果与 24% 氨基吡啶酸相当, 且本文施用的 25% 滴酸·氨基吡 AS 400 mL/hm² 剂量远远低于 24% 氨基吡啶酸 AS。张晖等^[26]利用 24% 滴酸·二氯吡 AS 防治薇甘菊, 结果表明喷药 90 d 后, 24% 滴酸·二氯吡 AS 2 000 mL/hm² 对薇甘菊防治效果达 100%。于红妍等^[27]通过高效液相色谱技术研究了 24% 滴酸·二氯吡 AS 在土壤中的残留量, 结果表明施药 15 d 后, 24% 滴酸·二氯吡 AS 1 200 mL/hm² 在土壤中残留量最高为 0.105 mg/kg, 施药 30 d 土壤中未检出残留量。

3.2 除草剂对其他植物的药害特征

本文对比了除草剂对样地内其他植物的药害情况, 在低剂量 25% 滴酸·氨基吡 AS 400 mL/hm² 作用下, 受到 III~IV 级影响的植物占样地内植物种类数的 54.55%, 24% 滴酸·二氯吡 AS 喷施薇甘菊后, 受到 III~IV 级影响的植物分别占样地内植物种类数的 77.78%。在吡啶类除草剂中, 25% 滴酸·氨基吡 AS 对其他植物的药害程度可能低于 24% 滴酸·二氯吡 AS。25% 氟胺·灭草松 AS 1 000 mL/hm² 处理下, 样方内受到 III~IV 级影响的植物占样地内植物种类数的 83.33%, 表明 25% 氟胺·灭草松 AS 对植物药害程度较大, 因此不建议采用。赵丹阳等^[16]在深圳市受薇甘菊危害严重

的仙湖植物园, 利用 70% 2,4-滴微乳剂 (ME) 开展薇甘菊防治研究, 并调查药剂对其他植物的危害, 结果表明, 70% 2,4-滴 ME 严重危害盐肤木 *Rhus chinensis* 和 赧桐 *Clerodendrum japonicum*, 主要表现为叶片大面积干枯, 而对叶榕 *Ficus hispida*、白背叶 *Mallotus apelta* 等乔灌木造成重度伤害, 主要表现为叶片枯萎。本研究结果表明, 25% 滴酸·氨基吡 AS 对乔灌木幼树或幼苗有一定影响, 在喷药时尽量避开土蜜树、朴树、白楸等敏感植物。

4 结论

本研究通过利用 5 种除草剂进行薇甘菊防除试验得出以下结论: 从防除效果来看, 25% 滴酸·氨基吡 AS 和 24% 滴酸·二氯吡 AS 对薇甘菊的防除效果优于其他 3 种除草剂。其中, 25% 滴酸·氨基吡 AS 和 24% 滴酸·二氯吡 AS 400 mL/hm² 对薇甘菊杀灭效果相当, 25% 滴酸·氨基吡 AS 完全杀灭薇甘菊的时间短于 24% 滴酸·二氯吡 AS。25% 氟胺·灭草松 AS 1 000 mL/hm² 对薇甘菊的杀灭率为 100%, 喷药后 21 d 左右致死薇甘菊。25% 苄嘧磺隆·灭草松 AS 和 25% 滴酸·灭草松 AS 对薇甘菊防治效果较差。从除草剂对其他植物的影响来看, 25% 滴酸·氨基吡 AS 对其他植物的药害程度低于 24% 滴酸·二氯吡 AS 和 25% 滴酸·灭草松 AS。因此, 通过本研究筛选出防治薇甘菊的药剂和有效杀灭薇甘菊的剂量, 建议在林地、非耕地等薇甘菊危害较大的区域可利用 25% 滴酸·氨基吡 AS 400 mL/hm² 防治薇甘菊。后续试验需要进一步分析 25% 滴酸·氨基吡 AS 在土壤中的残留量和喷药后土壤微生物群落结构的变化等。

参考文献

- [1] 咎启杰, 王勇军, 王伯荪, 等. 外来杂草薇甘菊的分布及危害 [J]. 生态学杂志, 2000, 19(6): 58-61.
- [2] HUANG Qiaoqiao, SHEN Yide, LI Xiaoxia, et al. Regeneration capacity of the small clonal fragments of the invasive *Mikania micrantha* H. B. K.: Effects of the stolon thickness, internode length and presence of leaves [J]. Weed Biology and Management, 2015, 15: 70-77.
- [3] 李晓霞, 范志伟, 沈奕德, 等. 克隆整合对异质性土壤养分生境下薇甘菊生长的影响 [J]. 生态学杂志, 2017, 36(5): 1271-1276.

- [4] 张卫强,肖辉林,殷祚云,等. 模拟氮沉降对入侵植物薇甘菊光合特性的影响[J]. 生态环境学报,2013,22(12):1859-1866.
- [5] 邵华,彭少麟,张弛,等. 薇甘菊的化感作用研究[J]. 生态学杂志,2003,22(5):62-65.
- [6] MUNIAPPAN R, VIRAKTAMATH C A. Invasive alien weeds in the Western Ghats [J]. Current Science, 1993, 8(64):555-558.
- [7] 张丽. 薇甘菊的生物学特性及防治方法探讨[J]. 农技服务, 2016(9):89-90.
- [8] 姜春来,刘婕,陈永,等. 2,4-滴微乳剂对外来入侵杂草薇甘菊的生物活性与防治效果研究[J]. 中国农学通报,2012,30(28):235-238.
- [9] 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.
- [10] ZHOU Sheng, CHEN Ping, LI Mingguang et al. Tall grasses have an advantage over the invasive vine *Mikania micrantha*: potential control agents [J]. Biochemical Systematics and Ecology, 2016, 65: 238-244.
- [11] 张知晓,泽桑梓,季梅,等. 薇甘菊替代控制技术研究[J]. 西部林业科学,2018,47(3):123-128.
- [12] 宋振,王忠辉,范志伟,等. 薇甘菊替代植物的筛选及其防控效果试验[J]. 中国农业气象,2020,41(1):24-33.
- [13] 户连荣,泽桑梓,张知晓,等. 薇甘菊人工速效郁闭及其遮荫控制技术研究[J]. 西部林业科学,2018,47(2):96-100.
- [14] 李鸣光,鲁尔贝,郭强,等. 入侵种薇甘菊防治措施及策略评估[J]. 生态学报,2012,32(10):3240-3251.
- [15] 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.
- [16] 赵丹阳,刘建锋. 70%灭薇净防除薇甘菊安全性试验[J]. 广东农业科学,2012,39(10):108-111.
- [17] 梁晨,刘涛,彭家昆,等. 林地薇甘菊防治研究[J]. 中国森林病虫,2017,36(5):1-4.
- [18] 李云琴,季梅,刘凌,等. 云南省林地薇甘菊防控研究进展[J]. 生物安全学报,2019,28(1):1-6.
- [19] 王佐霖,邓辉,李瑜. 深圳市级自然保护区有害生物防控措施研究[J]. 绿色科技,2015(8):1-5.
- [20] 王伯荪,廖文波,咎启杰,等. 薇甘菊 *Mikania micrantha* 在中国的传播[J]. 中山大学学报(自然科学版),2003,42(4):47-50.
- [21] 练惠通,黄泽文,张波,等. 广东农业外来有害生物薇甘菊入侵的历史阶段与特点[J]. 安徽农业科学,2014,42(20):6695-6698.
- [22] 刘俊武,江世宏,白晓庆,等. 深圳市福田区薇甘菊发生危害情况调查[J]. 江西农业学报,2010,22(6):118-119.
- [23] 蓝崇钰,廖文波,王勇军. 广东内伶仃岛的生物资源及自然保护规划[J]. 植物资源与环境学报,2002,11(1):47-52.
- [24] 陈庆华,周小刚,郑仕军,等. 氨基吡啶酸·2,4-滴对非耕地阔叶杂草的防除效果[J]. 杂草科学,2012,30(3):50-52.
- [25] 岳茂峰,田兴山,冯莉,等. 4 种吡啶类除草剂对不同生长期薇甘菊防效评价[J]. 广东农业科学,2013,40(23):79-82.
- [26] 张晖,孙德莹,许晓丹,等. 紫薇清防治薇甘菊林间药效试验[J]. 辽宁林业科技,2012(6):12-14.
- [27] 于红妍,侯秀敏,唐俊伟. 迈士通和紫薇清除草剂在高寒牧区牧草和土壤中残留的研究[J]. 青海草业,2017,26(2):6-9.

(责任编辑:田喆)

(上接 249 页)

- [6] 毕秋艳,马志强,韩秀英,等. 不同机制杀菌剂对小麦白粉病的敏感性及与三唑酮的交互抗性[J]. 植物保护学报,2017,44(2):331-336.
- [7] 徐泽刚,王月梅,李宗英,等. 新型杀菌剂乙嘧酚合成研究[J]. 应用化工,2010,39(7):1109-1110.
- [8] 刘万才,邵振润,姜瑞中. 小麦白粉病测报与防治技术研究总结报告(1992-1999)[M]//刘万才. 小麦白粉病测报与防治技术研究. 北京:中国农业出版社,2000:3-32.
- [9] 金社林,李继平,曹世勤,等. 不同栽培密度和施肥水平对小麦白粉病病情的影响[M]//刘万才. 小麦白粉病测报与防治技术研究. 北京:中国农业出版社,2000:288-291.
- [10] 朱建祥. 我国小麦白粉病逐年加重的原因分析及对策[J]. 安徽农业科学,1992,20(2):174-180.
- [11] 郭露芳,陈桂敏,马朝伟,等. 不同施氮量对冬小麦白粉病发生程度的影响[J]. 山东农业科学,2017,49(1):91-94.
- [12] 郭建国,曹世勤,骆惠生,等. 不同肥力水平对旱砂地春小麦白粉病发生程度影响的初步研究[J]. 甘肃农业科技,2005(6):40-42.
- [13] 高智谋,檀根甲,徐成勇,等. 播期,密度和氮肥对小麦白粉病定量效应的研究[J]. 安徽农业大学学报,1993,20(1):18-24.
- [14] 盛宝钦,段霞瑜. 对记载小麦成株白粉病“0—9 级法”的改进[J]. 北京农业科学,1991(1):38-39.

(责任编辑:田喆)