

# 草甘膦和草铵膦对草坪恶性杂草丝茅的防效比较

伍 德, 曾晓琳, 刘金平, 黄 柳

(西华师范大学 生命科学学院, 四川 南充 637009)

**摘要:**采用草甘膦( $G_{0.5}$ ,  $G_{1.0}$  和  $G_{1.5}$ )和草铵膦( $GA_{1.0}$ ,  $GA_{1.5}$  和  $GA_{2.0}$ )各 3 个浓度,对丝茅入侵为建群种的退化型草坪进行处理。通过测定其起效时间、施药 10 d 和 40 d 后丝茅的病状,分析鲜重防效、干重防效和株防效,比较不同除草剂种类及浓度对丝茅的防除效果。结果表明:草铵膦的起效时间短于草甘膦;药后 10 d,草铵膦的见效率 and 枯死率大于草甘膦,施草甘膦使丝茅新老叶均为先退绿、再黄化、后枯死,施草铵膦使丝茅幼叶黄化、老叶变紫。施药后 40 d,施草甘膦和草铵膦均使丝茅新芽膨大空心、新叶黄化、老叶枯死。施草甘膦的株防效、茎叶和根的鲜重和干重防效及总防效显著大于施草铵膦。株防效和茎叶防效主要受除草剂种类影响,根防效和总防效主要受除草剂浓度影响。1.5%草甘膦对丝茅防除效果较佳,适合在坪床准备除杂时应用。

**关键词:**草坪;丝茅;草甘膦;草铵膦;防效

**中图分类号:**S451 **文献标志码:**A **文章编号:**1009-5500(2019)05-0069-06

**DOI:** 10.13817/j.cnki.cyyep.2019.05.009

丝茅(*Imperata koenigii*)俗称茅针、白茅根,为禾本科白茅属(*Imperata*)植物,产于我国四川、云南、贵州等地,广布于东半球温暖地区<sup>[1]</sup>。丝茅适应性较强,生态幅度较广,在农田、果园、草坪、荒地等极为常见,它生长速度快,根茎发达,具有极强的繁殖能力,且再生性和抗逆性较强,入侵后难以彻底剔除,是世界上十大恶性杂草之一<sup>[2-3]</sup>。丝茅密集的根状茎、化感作用、高繁殖率和对不良生境的耐性是其成功入侵草坪的重要原因<sup>[4-5]</sup>,入侵 1~3 年后可在草坪中形成局部优势种群<sup>[6]</sup>,不仅影响草坪草的景观效益、增加草坪养护难度和强度,而且严重威胁草坪种群组成、草层结构和草坪基本功能。围绕丝茅入侵草坪途径、竞争机理、扩散方式及物理防除进行了大量研究,但目前仍无有效而持久的防除措施。

杂草防除是草坪养护重要的工作,除草用工占总

用工的 80%,费用占管理费用的 60%<sup>[7]</sup>。化学防除是草坪杂草防治的有效途径,目前尚无针对草坪中丝茅的除草剂,因此,种类繁多的除草剂,需要通过实践进行筛选和防效评价。草甘膦和草铵膦是具有不同药性机理的有机磷类非选择性除草剂,在农业生产中使用较为广泛。内吸型草甘膦通过干扰植物生长点的莽草酸途径,使莽草酸在组织中快速积累,严重影响芳香族氨基酸合成,降解叶绿素且抑制叶绿素和胡萝卜素合成,导致植物生长受阻或最终死亡<sup>[8]</sup>。触杀型草铵膦通过抑制谷氨酰胺合成酶活性,使植物体内氮代谢紊乱,铵积累过量,叶绿体解体,抑制光合作用,最终导致植物死亡<sup>[9]</sup>。有研究表明,草甘膦对白茅(*Imperata cylindrica*)生理指标和光合特性有显著影响<sup>[10-11]</sup>,草铵膦对果园、茶园中杂草有较好的防除效果<sup>[12-14]</sup>。但因丝茅根系和根茎发达,很难彻底防除。

试验以入侵草坪 3 年且拓展为建群种的丝茅为材料,设草甘膦( $G_{0.5}$ ,  $G_{1.0}$  和  $G_{1.5}$ )和草铵膦( $GA_{1.0}$ ,  $GA_{1.5}$  和  $GA_{2.0}$ )各 3 个浓度,记录起效时间及施药后丝茅的病状,药后 40 d 通过挖取、分离、烘干、称重等,分析除草剂类型和浓度对地上和地下部分的鲜重防效和干重防效差异,研究 2 种除草剂对丝茅株防效的影响,筛选适合杀灭丝茅的除草剂类型和有效浓度,为亚

收稿日期:2019-02-26; 修回日期:2019-04-09

基金项目:四川省草种质平台建设(18PTDJ0148)和西华师范大学国培项目(17C046)项目资助

作者简介:伍德(1994-),男,四川宜宾人,在读硕士。

E-mail:921911217@qq.com

刘金平为通讯作者。

E-mail:jpgg2000@163.com

热带季风气候区草坪建植坪床处理时,防除恶性杂草丝茅提供参考。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验地概括

试验地位于四川省南充市顺庆区西华师范大学华凤校区,属典型中亚热带湿润季风气候区,海拔265.4 m,年均气温17.4℃,最高气温40.1℃,最低气温-2.8℃,年日照时数1 266.7 h,有霜期13.7 d,年均降水量1 020.8 mm,土壤为紫色土,pH 6.9。

### 1.2 试验材料

以丝茅入侵成为建群种的冷季型退化草坪中,长势、密度均匀且正处于生长旺盛期的丝茅为材料;以30%草甘膦水剂(扫荒牌,华星公司)和15%草铵膦水剂(辉隆-索瑞牌,安徽银山公司)为除草剂。

### 1.3 试验设计

于2017年6月1日傍晚,选择平坦、开阔、丝茅分布均匀的草坪,采用随机区组设计法,划定1 m×1 m小区,区间间隔1 m。以市售除草剂为溶质,准备浓度为0.5%,1.0%和1.5%的草甘膦(标注为G<sub>0.5</sub>,G<sub>1.0</sub>和G<sub>1.5</sub>)和浓度为1.0%,1.5%和2.0%的草铵膦(标注为GA<sub>1.0</sub>,GA<sub>1.5</sub>和GA<sub>2.0</sub>),用100 mL手持喷雾器,分别均匀喷施50 mL/区农药,对照组喷等量清水,3次重复,共21个小区,用药期间不进行修剪、施肥等养护。

### 1.4 测定项目

**起效时间** 以药后每隔2 h观察1次,施药到出现病状需要的时间为见效时间。

**见效率** 分别在药后10 d和40 d,在各小区以五点取样法调查200株丝茅,以出现变色、萎蔫、腐烂、畸

形、枯死为见效,记录病状及其比例,并计算见效率。

$$\text{见效率} = (\text{见效株数} / \text{调查株数}) \times 100\%$$

**防效评价** 以药后40 d,统计小区内丝茅存活株数,按三点取样法在小区用0.03 m<sup>2</sup>土壤采样器挖取12 cm高土柱,剔除土壤及杂质,将丝茅茎叶和根分离,称其鲜重,经105℃烘干后称量干重。防效计算<sup>[15]</sup>:

$$\text{株防效} = (\text{对照区存活株数} - \text{处理区存活株数}) / \text{对照区存活株数} \times 100\%$$

$$\text{鲜重防效} = (\text{对照区鲜重} - \text{处理区鲜重}) / \text{对照区鲜重} \times 100\%$$

$$\text{干重防效} = (\text{对照区干重} - \text{处理区干重}) / \text{对照区干重} \times 100\%$$

### 1.5 数据处理

用SPSS 22.0软件对数据进行方差分析,并用Duncan法对各参数进行显著性检验。

## 2 结果与分析

### 2.1 农药类型与浓度对丝茅病状的影响

**2.1.1 起效时间** 除草剂类型对起效时间有显著影响( $P < 0.05$ ),GA的起效时间显著低于G(表1)。浓度越大起效时间越短( $P < 0.05$ )。GA<sub>2.0</sub>施药42 h就可起效,G<sub>0.5</sub>则需172 h才起效。农药类型和浓度对起效时间均有极显著影响( $P < 0.05$ )(表2)。

**2.1.2 药后10 d病状差异** 施药后10 d,GA和G使丝茅出现变色和枯死病状,无萎蔫、腐烂、畸形等病状出现。除草剂类型对药后10 d丝茅的病状有显著影响( $P < 0.05$ )(表1)。除草剂浓度对药后10 d病状有显著影响( $P < 0.05$ ),G<sub>0.5</sub>仅100%叶片退绿,G<sub>1.0</sub>则有34.6%叶片

表1 农药类型与浓度处理下丝茅的病状影响

Table 1 Effects of pesticide type and concentration on the symptoms of *I. koenigii*

处理	起效时间/h	药后10 d病状及其占比/%					药后40 d病状及其占比/%				
		变紫	退绿	黄化	枯死	见效率	新芽膨大空心	新叶黄化	老叶枯死	见效率	
G <sub>0.5</sub>	172 <sup>Aa</sup>	0.0 <sup>Bb</sup>	100.0 <sup>Aa</sup>	0.0 <sup>Bc</sup>	0.0 <sup>Be</sup>	72.0 <sup>Bd</sup>	1.3 <sup>Bc</sup>	31.5 <sup>Ac</sup>	67.4 <sup>Ae</sup>	100.0 <sup>Aa</sup>	
G <sub>1.0</sub>	146 <sup>Ab</sup>	0.0 <sup>Bb</sup>	65.4 <sup>Ab</sup>	34.6 <sup>Bd</sup>	0.0 <sup>Be</sup>	94.0 <sup>Bb</sup>	1.5 <sup>Bc</sup>	69.0 <sup>Ab</sup>	79.3 <sup>Ac</sup>	100.0 <sup>Aa</sup>	
G <sub>1.5</sub>	118 <sup>Ac</sup>	0.0 <sup>Bb</sup>	38.7 <sup>Ac</sup>	54.5 <sup>Bc</sup>	6.8 <sup>Bb</sup>	95.5 <sup>Bb</sup>	2.0 <sup>Bb</sup>	84.5 <sup>Aa</sup>	93.7 <sup>Aa</sup>	100.0 <sup>Aa</sup>	
GA <sub>1.0</sub>	74 <sup>Bd</sup>	0.0 <sup>Ab</sup>	7.3 <sup>Bd</sup>	91.6 <sup>Aa</sup>	1.1 <sup>Ad</sup>	89.0 <sup>Ac</sup>	2.1 <sup>Ab</sup>	26.6 <sup>Ad</sup>	71.3 <sup>Ad</sup>	64.0 <sup>Bd</sup>	
GA <sub>1.5</sub>	56 <sup>Be</sup>	2.0 <sup>Aa</sup>	4.6 <sup>Be</sup>	90.4 <sup>Aab</sup>	3.0 <sup>Ac</sup>	98.5 <sup>Aa</sup>	3.7 <sup>Aa</sup>	67.4 <sup>Ab</sup>	78.9 <sup>Ac</sup>	74.5 <sup>Bc</sup>	
GA <sub>2.0</sub>	42 <sup>Bf</sup>	3.0 <sup>Aa</sup>	0.0 <sup>Bf</sup>	89.0 <sup>Ab</sup>	9.0 <sup>Aa</sup>	100.0 <sup>Aa</sup>	2.2 <sup>Ab</sup>	85.2 <sup>Aa</sup>	89.6 <sup>Ab</sup>	97.0 <sup>Bb</sup>	

注:同列不同大写字母表示差异极显著( $P < 0.05$ ),同列不同小写字母表示差异显著( $P < 0.05$ ),下同



表 4 丝茅防效的方差分析

Table 4 Variance analysis about control effect on *I. koenigii*

变异来源		茎叶鲜重防效/%	茎叶干重防效/%	根鲜重防效/%	根干重防效/%	总鲜重防效/%	总干重防效/%	株防效/%
总处理间	<i>F</i>	53.14	71.51	99.49	59.586	62.88	75.92	32.619
	<i>P</i>	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
农药间	<i>F</i>	43.08	57.45	34.65	28.87	22.74	16.81	18.65
	<i>P</i>	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
浓度间	<i>F</i>	12.62	18.74	52.67	34.33	45.89	52.37	15.08
	<i>P</i>	<0.001	<0.001	<0.001	0.001	<0.001	<0.001	<0.001

小,茎叶、根和总鲜重防效仅为  $G_{1.5}$  的 46.76%, 11.16%和 28.48%。方差分析表明,农药类型和浓度对茎叶、根和总鲜重防效均有极显著影响( $P<0.01$ ) (表 4),对根鲜重的影响最大,对总鲜重影响次之,对茎叶影响较小。茎叶鲜重防效主要受农药类型影响,而根和总鲜重防效主要受浓度的影响。

2.2.3 干重防效 除草剂类型对干重防效有显著影响( $P<0.05$ ),G 的干重防效显著高于 GA(表 3),G 对地上茎叶和地下根干重的抑制作用强于 GA。随浓度增大,茎叶、根和总干重防效不断增大。 $GA_{1.0}$  的干重防效最小,茎叶、根和总干重防效仅为防效最大  $G_{1.5}$  的 41.91%,11.32%和 25.41%,为  $GA_{2.0}$  的 45.60%、11.67%和 27.14%。

方差分析表明,农药类型和浓度对茎叶、根和总干重防效均有极显著影响( $P<0.01$ ) (表 4),对总干重的影响最大,对茎叶干重影响次之,对根干重影响较小。茎叶干重防效主要受农药类型影响,而根和总干重防效主要受浓度的影响。

### 3 讨论

由于受最适温度范围、株丛类型、分生再生能力的限制,冷季型草坪抗杂草入侵能力较差。丝茅具有极强的繁殖、侵占、生长和排他能力,一旦入侵对草坪植物地上和地下进行立体攻击,不仅影响草坪以生物量为基础的竞争能力<sup>[13]</sup>,也降低株高、分蘖数及茎基长度为基础的分生再生能力<sup>[14]</sup>,且对草坪草生理活性、细胞膜透性和光合基础产生不可逆的破坏<sup>[5]</sup>。同时丝茅根茎含有醇、萜醇、甾醇、酸类等<sup>[15]</sup>次生代谢产物,对坪床土壤的含水量、容重、pH 均有显著的影响<sup>[16]</sup>,丝茅入侵对草坪草根系的化感作用或拮抗作用<sup>[17]</sup>,使

草坪根系分生、更新、吸收能力下降,导致草坪草生长力和竞争力丧失。故丝茅为亚热带地区草坪中数量最多、危害最大、危害期最长,且难以彻底剔除的恶性杂草。选择和施用除草剂首先要保证草坪植物的安全,试验以丝茅成为建群种的退化冷季型草坪为试验地,分析了 2 种除草剂对丝茅的防治效果,未考虑施药对草坪植物的影响。实际绿化常需在丝茅丛生的地方建植草坪,坪床准备除杂时,彻底清除丝茅是建植的首要任务。

丝茅依托强大的根茎拓展能力和茎基分蘖能力,具有极强的分生和再生及抗逆潜力。触杀型和内吸型除草剂作用机理不同,触杀型直接导致施药部位退绿、溃烂或枯死而影响植株的生长,内吸型主要通过植物吸入体内改变新陈代谢途径和速度而导致植株矮化、黄化及畸化等外观变化。试验中,G 的起效时间显著长于 GA,符合触杀型除草剂起效时间短而内吸型起效时间长的规律。药后 10 d 时 GA 的见效率、黄化率和枯死率显著高于 G,而 40 d 时 G 的见效率大于 GA,而黄化率和枯死率无差异,表明 2 种除草剂对丝茅都起作用。叶绿素含量的变化往往与叶绿体生理活性、光合能力及对逆境的适应性和抗性有关<sup>[18]</sup>,叶片退绿是受损和衰老最明显的特征<sup>[19]</sup>。G 通过降解和抑制叶绿体合成,施 G 后新老叶均为先退绿、再黄化、后枯死。GA 通过解体叶绿体,施 GA 后表现为幼叶黄化、老叶变紫而枯死。叶绿素破坏导致的叶片退绿至黄化,将影响光合作用和生长发育,严重时引起整个植株死亡<sup>[20]</sup>,施 G 和 GA 虽对丝茅叶片有影响,但即使高浓度下老叶枯死率和新叶黄化率未达 100%,意味着健康叶片为丝茅存活提供了可能。两种除草剂均出现的新芽膨大空心的病状。

除草剂并非一定杀死杂草,而抑制杂草生长发育使其矮小纤细,降低其竞争力和危害度,都是防除效果的体现,故常用株防效表征杂草死亡率,用鲜重防效表征杂草健康度,用干重防效表征杂草生物量积累能力。鉴于丝茅地下根系发达且是再生的物质基础,故试验将茎叶和根分开进行防效评价。G的株防效高于GA,浓度越高株防效越好,但药后丝茅还有较高的存活率,试验依据说明书施药建议浓度设置浓度梯度,是否更大浓度可提高株防效待于研究。莽草酸途径贡献了植物体生物量的35%,草甘膦伴随光合产物深入植物体内<sup>[8]</sup>,通过干扰生长点的莽草酸途径,使体内莽草酸含量显著提高<sup>[11]</sup>,降低生物量累积与分配。草铵膦通过抑制酶活性,导致氮代谢紊乱而降低物质合成与转化效率,起效快但内吸性稍差<sup>[9]</sup>。试验中,G的鲜重和干重防效高于GA,药剂类型是影响茎叶防效的主要因子,浓度对根防效和总防效的影响大于药剂类型。丝茅侵占与再生主要依赖强大的根系吸收能力和根茎拓展能力,故对地下部分是防效更为关键。G和GA的药后40d的根防效均低于茎叶防效,有关茎叶防效如何影响根防效,及茎叶与根的生长的协同关系,待于深入研究。

## 4 结论

(1) 草甘膦和草铵膦对恶性杂草丝茅均有防除效果,草甘膦的株防效、鲜重防效和干重防效大于草铵膦;(2) 草铵膦起效时间快于草甘膦,且药后10d的枯死率和见效率,药后40d的新芽膨大空心率均高于草甘膦;(3) 草甘膦和草铵膦浓度越大药后起效时间越短、见效率越高、丝茅病状越严重,40d后对丝茅的防效越好;(4) 1.5%草甘膦对丝茅防除效果最佳,适合在草坪建植坪床防除杂草时推广应用。

### 参考文献:

[1] Maeda J, Kaneko S, Isagi Y, et al. Isolation and characterization of polymorphic microsatellite loci for *Imperata cylindrica*, an invasive perennial grass[J]. Conservation Genetics Resources, 2009, 1(1): 127-129.

[2] 杨朝东, 李守峰, 邓仕明, 等. 白茅解剖结构和屏障结构特征研究[J]. 草业学报, 2015, 24(3): 213-218.

[3] Estrada J A, Flory S L. Cogongrass (*Imperata cylindrica*) invasions in the US: Mechanisms, impacts, and threats to biodiversity[J]. Global Ecology and Conservation, 2015, 3:

1-10.

[4] Eussen J H H, Niemann G J. Growth inhibiting substances from leaves of (*Imperata cylindrica* L.) Beauv [J]. Zeitschrift Für Pflanzenphysiologie, 1981, 102(3): 263-266.

[5] 马娇, 宗人旭, 刘金平, 等. 3种冷季型草坪草对丝茅入侵生理响应的差异性分析[J]. 草原与草坪, 2016, 36(3): 35-41.

[6] 赵小翠, 乔利东, 董宝库, 等. 草铵膦水剂对柑橘园杂草的防效及安全性[J]. 河北农业科学, 2015, 19(4): 49-51.

[7] 戴建忠, 陈伟国, 钱秋杰, 等. 草铵膦对桑园杂草的防除效果和对家蚕的毒性试验[J]. 蚕业科学, 2017, 43(2): 268-274.

[8] 石尚, 姚学坤, 赵远艳, 等. 2种除草剂防除茶园杂草试验效果对比分析[J]. 茶叶通讯, 2017, 44(2): 40-43.

[9] 苏少泉. 草甘膦述评[J]. 农药, 2005, 44(4): 145-149.

[10] 张宏军, 刘学, 张佳, 等. 草铵膦的作用机理及其应用[J]. 农药科学与管理, 2004, 25(4): 23-27.

[11] 古春风, 叶小齐, 吴明, 等. 草甘膦对入侵植物加拿大一枝黄花和伴生植物白茅光合特性的影响[J]. 生态学报, 2018, 38(8): 2743-2753.

[12] 黄建丽. 草甘膦对紫茎泽兰和白茅生理指标的影响及草甘膦在植物体内生物传导途径的研究[D]. 金华: 浙江师范大学, 2012.

[13] 马娇, 宗人旭, 刘金平, 等. 丝茅侵入量对3种冷季型草坪草竞争力及生长潜力影响的差异[J]. 草业学报, 2016, 25(7): 140-147.

[14] 李莹, 伍德, 刘金平, 等. 丝茅侵入量对结缕草相对产量及竞争力的影响[J]. 草业与畜牧, 2016(3): 28-32.

[15] 丘丹萍, 邹勇芳, 黄锁义, 等. 白茅根多糖提取方法的比较研究[J]. 中国酿造, 2010(1): 108-110.

[16] 刘金平, 段婧. 丝茅入侵对高羊茅根系及土壤性状的影响[J]. 草地学报, 2012, 20(5): 870-875.

[17] 张丽慧, 赵艳, 刘金平. 丝茅草根浸提液对三种草坪草的化感作用[J]. 湖北农业科学, 2014, 53(11): 2251-2257.

[18] 苏行, 胡迪琴, 林植芳, 等. 广州市大气污染对两种绿化植物叶绿素荧光特性的影响[J]. 植物生态学报, 2002, 26(5): 599-604.

[19] 梁秋霞, 曹刚强, 苏明杰, 等. 植物叶片衰老研究进展[J]. 中国农学通报, 2006, 22(8): 282-285.

[20] 朱明库, 胡宗利, 周爽, 等. 植物叶色白化研究进展[J]. 生命科学, 2012, 24(3): 255-261.

# Comparison of the control effect of glyphosate and glufosinate-ammonium on malignant weed *Imperata koenigii* in turf

WU De, ZENG Xiao-lin, LIU Jin-ping, HUANG Liu

(College of Life Sciences, China West Normal University, Nanchong 637009, China)

**Abstract:** In order to control the malignant weed (*Imperata koenigii*) to turf in subtropical region, three concentrations of Glyphosate (G) and glufosinate-ammonium (GA) were sprayed into the cold season turfgrasses which severely invaded by *I. koenigii* on June 1, 2017. The effective time, the symptoms and apparent efficiency of *I. koenigii* after application 10 and 40 days were determined. And the control effects (fresh weight, dry weight and plant weight of weeds) of different herbicides and concentrations were analyzed. The results showed that the effective time of GA was shorter than G. At after spraying herbicide for 10 days, the efficiency and mortality of GA were greater than G, and the application of G caused both new and old leaves of *I. koenigii* were first dechlorinated, then yellowed, and then withered. While after spraying GA, young leaves of *I. koenigii* were yellowed and old leaves became purple. After applying G and GA for 40 days, new bud of *I. koenigii* became enlarged and hollow, new leaves yellowed, and old leaves withered. Moreover, the effects of G on plant weight, fresh weight and dry weight of stems and leaves, and total control efficiency was significantly greater than GA. Plant control effect and stem control effect were mainly affected by herbicide type. Root control effect and total control effect were mainly affected by herbicide concentration. 1.5% glyphosate showed the best control effect on *I. koenigii* and was suitable for weed control in turf bed preparing period.

**Key words:** turf; *Imperata koenigii*; glyphosate; glufosinate-ammonium; control effect

---

## 版权声明

为扩大本刊及作者知识信息交流渠道,加强知识信息推广力度,本刊已许可中国学术期刊(光盘版)电子杂志社在 CNKI 中国知网及其系列数据库产品中,以数字化方式复制、汇编、发行、信息网络传播本刊全文。该著作权使用费及相关稿酬,本刊均用作为作者文章发表、出版、推广交流(含信息网络)以及赠送样刊之用途,即不再另行向作者支付。凡作者向本刊提交文章发表之行为即视为同意编辑部上述声明。