

技术与应用

Technology & Application

加拿大一枝黄花防除化学药剂的筛选及其应用效能

金红玉, 张影, 王雅玲, 陈蔚, 许云海, 刘亚宾, 杨海君*

(湖南农业大学植物保护学院, 植物病虫害生物学与防控湖南省重点实验室, 长沙 410128)

摘要 为获得防除加拿大一枝黄花的有效药剂,揭示化学防治的主要特征,采用单一药剂、单一药剂+助剂、混合药剂及触杀型+内吸型药剂4种药剂处理方式进行田间药效试验。结果表明,25%环嗪酮可溶液剂 7 500 mL/hm²、41%草甘膦异丙铵盐水剂 6 000 mL/hm²+有机硅 300 g/hm²、20%氯氟吡氧乙酸乳油 750 mL/hm²+20%草铵膦水剂 8 740 mL/hm²、41%草甘膦异丙铵盐水剂 6 000 mL/hm²+20%草铵膦水剂 8 740 mL/hm²对加拿大一枝黄花的防效显著。施药 35 d后,株防效均达到 100.00%,地上部分鲜重防效分别达到 80.2%、90.4%、83.0%和88.9%。除 25%环嗪酮可溶液剂致植株根腐效果不佳外,其余3种药剂组合地下部分鲜重防效均达到 70%以上,可作为加拿大一枝黄花防除的典型药剂进行推广。组合药剂喷施方式表明,内吸型和触杀型药剂喷施顺序不同,对加拿大一枝黄花的防除效果存在明显差异。以单一药剂最大剂量防除加拿大一枝黄花的效果显示,喷施大剂量单一药剂不一定能明显提高防治效果。

关键词 加拿大一枝黄花; 除草剂; 筛选; 防效

中图分类号: S 482.4 **文献标识码:** B **DOI:** 10.16688/j.zwbh.2017406

Screening of herbicides against *Solidago canadensis* L. and its control effects on the weed

JIN Hongyu, ZHANG Ying, WANG Yaling, CHEN Wei, XU Yunhai, LIU Yabin, YANG Haijun

(College of Plant Protection, Hunan Agricultural University, Hunan Provincial Key Laboratory for Biology and Control of Plant Diseases and Insect Pests, Changsha 410128, China)

Abstract Field experiments were conducted to figure out the effective herbicides against *Solidago canadensis* L. and the control effect of different treatments (single herbicide, single herbicide + adjuvant, mixed herbicides and contact type + internal suction type herbicide). The results showed that hexazinone 25% SL 7 500 mL/hm², glyphosate-isopropylammonium 41% AS 6 000 mL/hm²+organosilicon 300 g/hm², fluroxypyr 20% EC 750 mL/hm²+glufosinate 20% AS 8 740 mL/hm² and glyphosate-isopropylammonium 41% AS 6 000 mL/hm²+ glufosinate 20% AS 8 740 mL/hm² showed remarkable control efficacy with 100.00% of effect for plant number, 80.2%, 90.4%, 83.0% and 88.9% of effect for fresh weight of the ground part, respectively 35 days after application. Except the hexazinone 25% SL had a poor control effect on root rot of the plant, the other three herbicides combinations were all showed a control efficacy of over 70% on the fresh weight of ground part, suggested which can be recommended for the control of *S. canadensis*. The different spray order of herbicide combinations lead to significant difference in the effect. A single herbicide with high concentration was not recommended for *S. canadensis* control.

Key words *Solidago canadensis*; herbicide; screening; control effect

加拿大一枝黄花 *Solidago canadensis* L. 为一
种外来有害入侵生物,依靠种子、根状茎进行有性和

无性繁殖,繁殖能力极强^[1]。其危害严重,呈点状、
带状、片状等分布在河堤、沟渠、田埂、公园、湿地等

收稿日期: 2017-10-25

修订日期: 2018-01-10

基金项目: 湖南省自然科学基金(2016JJ5015);2017年湖南省财政厅外来物种管理专项资金(湘财农指[2017]23号)

* 通信作者 E-mail:1227677453@qq.com

处,由于缺少天敌,其在中国多地疯狂生长,不仅侵占养分、光照、生长空间,更对入侵地生态的稳定与平衡造成了严重的破坏^[2]。为解决该杂草带来的危害,众多科研工作者开展了其入侵机制研究,探寻其高效防控方法。然而,该杂草的地下无性克隆系统导致目前采用的物理防除法成本高、效率低,而生物防控法效果差,阻止不了其迅速蔓延趋势。化学药剂虽存在环境污染,但效果明显,是解决当前加拿大一枝黄花危害的最有效方式。所以,科学筛选高效、环保并能有效杀灭加拿大一枝黄花地下部分的除草剂,对当前有效控制加拿大一枝黄花的蔓延具有重要的现实意义。为此,周治明等^[3-10]开展了草甘膦、氯氟吡氧乙酸、甲嘧磺隆、环嗪酮、三氯吡氧乙酸丁氧基乙酯和 2,4 滴二甲胺盐等除草剂对加拿大一枝黄花的化学防除研究,也获得一些防除效果好的典型药剂,但见效慢。为克服单一药剂的不足,苏庆桂等^[10-12]开展了药剂组合防除加拿大一枝黄花的研究,并获得了氯氟吡氧乙酸+二甲四氯、草甘膦+三氯吡氧乙酸+有机硅和草甘膦+氯氟吡氧乙酸氯等

组合对加拿大一枝黄花防效优于单一药剂。但目前尚未见加拿大一枝黄花防除药剂的全面筛选及其应用效能的报道。为从现有杂草防除药剂中筛选防除加拿大一枝黄花的最佳药剂及其组合,本研究以 11 种典型内吸型和触杀型药剂为材料,辅以有机硅增效剂(斯迈威)、立白洗衣粉、柴油为助剂,开展了单一药剂、单一药剂+助剂、混合药剂、触杀型+内吸型药剂对加拿大一枝黄花的防除效果研究。获得了加拿大一枝黄花防除最佳除草剂和最佳药剂组合,研究结果对加拿大一枝黄花的有效防控提供了理论基础和技术指导。

1 材料与方法

1.1 试剂、仪器及相关试验材料

本研究所用药剂为农业生产中常用的除草剂,共 11 种(表 1)。所用助剂分别为立白洗衣粉、柴油、斯迈威农用有机硅增效剂。仪器为 LDX-FA2104N 电子分析天平。其他试验材料为 500 mL 小型喷雾器 15 个。

表 1 试验药剂及生产厂家

Table 1 Tested herbicides and manufacturers

药剂名称 Herbicide	生产厂家 Manufacturer	传导性能 Conductive property	防除部位 Control part
20%氯氟吡氧乙酸 EC fluroxypyr 20% EC	河北万全力华化工有限责任公司	内吸传导型	根茎
70%草甘·三氯吡 SP glyphosate·triclopyr 70% SP	育尔化学股份有限公司	内吸型灭生性	根茎
75.7%草甘膦铵盐 SG ammonium-glyphosate 75.7% SG	湖北泰盛化工有限公司	内吸传导型广谱灭生性	根茎
33%草甘膦铵盐 AS ammonium-glyphosate 33% AS	江苏省南通泰禾化工有限公司	灭生性内吸传导型	根茎
10%甲嘧磺隆 SE sulfometuron-methyl 10% SE	西安近代农药科技有限公司	磺酰胺类灭生性	根茎
25%环嗪酮 SL hexazinone 25% SL	江苏蓝丰生物化工股份有限公司	内吸选择性	根茎
41%草甘膦异丙铵盐 AS glyphosate-isopropylammonium 41% AS	美国孟山都公司	灭生性内吸传导型	根茎
48%三氯吡氧乙酸丁氧基乙酯 EC triclopyr-butotyl 48% EC	四川科尔作物科学有限公司	内吸传导型	根茎
20%草铵膦 AS glufosinate-ammonium 20% AS	苏州佳辉化工有限公司	内吸兼触杀型非选择性	地上部分(叶)
56%二甲四氯钠 SP MCPA-Na 56% SP	山东侨昌现代农业有限公司	选择性激素型	根茎
86% 2,4 滴二甲胺盐 AS 2,4-D dimethyl amine salt 86% AS	江苏省常州永泰丰化工有限公司	选择性内吸传导型	根茎

1.2 试验地概况及施药天气

试验地设在湖南省长沙县黄花镇郭公渡(北纬 28.272 280 5°,东经 113.206 463 2°),为加拿大一枝黄花成片集中暴发区,分布面积为 20 hm²,其中在 3 块地约 2 500 m²,加拿大一枝黄花已生长达 5 年以上,形成了优势种群。施药时平均株高达到 132.54 cm,茎直立,秆粗壮。试验地周边农作物

主要为水稻、玉米、空心菜和大豆等,试验地内生长的植物全为杂草,分别为空心莲子草、蒿子草、野燕麦和绿狗尾草等,且杂草种群结构非常单一,丰度极低。

试验时间为 2017 年 7 月 14 日—16 日,晴天,气温 28~35℃,微风或无风,相对湿度 35%~40%,降水量为 0,空气质量级别为Ⅲ①级,适宜杂草施药。

1.3 施药处理

1.3.1 试验设置及施药处理

2017年6月4日,在田间进行了预试验,选用了20%氯氟吡氧乙酸 EC、41%草甘膦异丙铵盐 AS、56%二甲四氯钠 SP、48%三氯吡氧乙酸丁氧基乙酯 EC、25%环嗪酮 SL 等药剂,预试验结果发现20%氯氟吡氧乙酸 EC、41%草甘膦异丙铵盐 AS 和48%三氯吡氧乙酸丁氧基乙酯 EC 对加拿大一枝黄花有一定的防除效果,但效果不佳;56%二甲四氯钠 SP 对加拿大一枝黄花防效甚微;25%环嗪酮 SL 对加拿大一枝黄花效果较好。根据预试验的结果,选择药剂进行不同的处理,探究加拿大一枝黄花化学防除的新途径。

试验设单一药剂处理组(表 2)、单一药剂+助剂处理组(表 3)、混合药剂处理组(表 4)、触杀型+内吸型药剂处理组(表 5)和最大剂量处理组(表 6),

共 5 组,其中单一药剂+助剂处理组选取的药剂为单一药剂施用有效果但效果不佳的药剂;混合药剂处理组选取的药剂为单一药剂处理有效果但效果不佳的药剂;触杀型+内吸型药剂处理组选取的药剂为两种不同作用方式的药剂;最大剂量处理组选取的药剂为单一药剂处理组中选出的具有一定防除效果但效果不明显的药剂。

每处理设 3 个小区,共 93 个小区,随机排列,小区间筑埂隔离,小区面积 3 m²(小区长 3 m,宽 1 m),平均株数为 90 株,地上部分鲜重均值为 64.25 g/株,地下部分鲜重均值为 18.71 g/株。采用 500 mL 小型喷雾器人工施药,药剂兑水量 180 mL/m²。喷施内吸型除草剂时,采用低喷方式(全株均匀喷药);喷施触杀型除草剂时,均匀喷洒在叶面上。每喷洒完一种药剂后,用清洁剂反复清洗喷壶,然后再配制其他药剂。

表 2 单一药剂处理组¹⁾
Table 2 Single herbicide treatment group

药剂名称 Herbicide	每平方米用量 Dose
20%氯氟吡氧乙酸 EC fluroxypyr 20% EC	75.00 μL ^[4]
41%草甘膦异丙铵盐 AS glyphosate-isopropylammonium 41% AS	600.00 μL ^[11]
75.7%草甘膦铵盐 SG ammonium-glyphosate 75.7% SG	0.225 0 g ^[7]
48%三氯吡氧乙酸丁氧基乙酯 EC triclopyr-butotyl 48% EC	480.00 μL ^[11]
70%草甘·三氯吡 SP glyphosate·triclopyr 70% SP	0.180 0 g ^[10]
33%草甘膦铵盐 AS ammonium-glyphosate 33% AS	0.745 0 g ^[8]
10%甲嘧磺隆 SC sulfometuron-methyl 10% SC	750.00 μL ^[8]
25%环嗪酮 SL hexazinone 25% SL	750.00 μL ^[8]
56%二甲四氯钠 SP MCPA-Na 56% SP	0.225 0 g ^[13]
86% 2,4 滴二甲胺盐 AS 2,4-D dimethyl amine salt 86% AS	280.40 μL ^[9]
空白对照(清水处理) CK (water treatment)	

1) 试验药剂剂量依据文献^[4,7-11,13]及药剂说明书推荐用量,如果文献中剂量过大时,采用说明书推荐范围内的最大剂量。
The dosages of the tested chemicals are referred to the recommended dosage in pharmaceutical instructions and literature. If the dosage is too large, the maximum dosage recommended by the manual shall be adopted.

表 3 单一药剂+助剂处理组¹⁾
Table 3 Single herbicide+adjuvant treatment group

药剂名称 Herbicide	每平方米用量 Dose
20%氯氟吡氧乙酸 EC+20%洗衣粉溶液 fluroxypyr 20% EC+20% detergent solution	75.00 μL+15.00 μL ^[3]
20%氯氟吡氧乙酸 EC+柴油 fluroxypyr 20% EC+diesel	75.00 μL+15.00 μL
20%氯氟吡氧乙酸 EC+农用有机硅增效剂 fluroxypyr 20% EC+agricultural organosilicone synergistic agent	75.00 μL+0.030 0 g ^[11]
41%草甘膦异丙铵盐 AS+20%洗衣粉溶液 glyphosate-isopropylammonium 41% AS+20% detergent solution	600.00 μL+90.00 μL ^[3]
41%草甘膦异丙铵盐 AS+柴油 glyphosate-isopropylammonium 41% AS+diesel	600.00 μL+60.00 μL
41%草甘膦异丙铵盐 AS+农用有机硅增效剂 glyphosate-isopropylammonium 41% AS+agricultural organosilicone synergistic agent	600.00 μL+0.030 0 g ^[11]
空白对照(清水处理) CK (water treatment)	

1) 20%洗衣粉溶液的配制:取 20.00 g 洗衣粉后加 80.00 mL 清水摇匀。
20% detergent: 20.00 g washing powder mixed with 80.00 mL water.

表 4 混合药剂处理组

Table 4 Mixed herbicide treatment group

药剂名称 Herbicide	每平方米用量 Dose
20%氯氟吡氧乙酸 EC+41%草甘膦异丙铵盐 AS fluroxypyr 20% EC+glyphosate-isopropylammonium 41% AS	37. 50 μ L+300. 00 μ L ^[12]
20%氯氟吡氧乙酸 EC+56%二甲四氯钠 SP fluroxypyr 20% EC+MCPA-Na 56% SP	37. 50 μ L+0. 112 5 g ^[13]
41%草甘膦异丙铵盐 AS+48%三氯吡氧乙酸丁氧基酯 EC glyphosate-isopropylammonium 41% AS+triclopyr-butotyl 48% EC	300. 00 μ L+240. 00 μ L ^[11]
空白对照(清水处理) CK (water treatment)	

表 5 触杀型+内吸型药剂处理组¹⁾

Table 5 Contact type+suction chemical treatment group

药剂名称 Herbicide	每平方米用量 Dose
20%草铵膦 AS+20%氯氟吡氧乙酸 EC glufosinate-ammonium 20% AS+fluroxypyr 20% EC	874. 00 μ L+75. 00 μ L
20%草铵膦 AS+41%草甘膦异丙铵盐 AS glufosinate-ammonium 20% AS+glyphosate-isopropylammonium 41% AS	874. 00 μ L+600. 00 μ L
20%氯氟吡氧乙酸 EC+20%草铵膦 AS fluroxypyr 20% EC+glufosinate-ammonium 20% AS	75. 00 μ L+874. 00 μ L
41%草甘膦异丙铵盐 AS+20%草铵膦 AS glyphosate-isopropylammonium 41% AS+glufosinate-ammonium 20% AS	600. 00 μ L+874. 00 μ L
空白对照(清水处理) CK (water treatment)	

1) 内吸型和触杀型药剂间隔 2 d 分阶段喷施,分别按先触杀后内吸及先内吸后触杀 2 种方式处理。
Suction type and contact type herbicide were sprayed with the interval of 2 d. The herbicides were sprayed with 2 treatment methods of the first contact after suction and suction after contact.

表 6 最大剂量处理组¹⁾

Table 6 Maximum dose treatment group

药剂名称 Herbicide	剂量/ μ L $\cdot$ m ⁻² Dose
20%氯氟吡氧乙酸 EC fluroxypyr 20% EC	100. 50
41%草甘膦异丙铵盐 AS glyphosate-isopropylammonium 41% AS	914. 50
48%三氯吡氧乙酸丁氧基酯 EC triclopyr-butotyl 48% EC	625. 20
空白对照(清水处理) CK (water treatment)	

1) 表中剂量为药剂说明书推荐范围内的最大剂量。
The dose in the table is the maximum dose recommended in the scope of the drug specification.

1.3.2 测定指标与方法

用药前调查各处理小区加拿大一枝黄花的发生基数,分别于施药后 7、10、15、35 d 观察加拿大一枝黄花的心叶、叶、茎、根等的变化情况,统计各样方加拿大一枝黄花健康株数(以心叶枯死为判断植株死亡依据),计算各药剂株防效^[19-21]。施药后 15 d 和 35 d,采用五点取样法,分别取各样方内植株地上部分(茎叶)和地下部分(根和地下茎),每个样方 5 株,地上部分直接称重,计算地上部分鲜重防效;地下部分清洗后阴干 3 h,称重,计算地下部分鲜重防效(对照区与施药区同步处理,割除部分植株后重新调查株数,避免后期计算误差)^[15-18]。

株防效=(对照区株数-施药区株数)/对照区株数 $\times$ 100%;

鲜重防效=(对照区鲜重-施药区鲜重)/对照区鲜重 $\times$ 100%;

所有试验数据利用 Excel 2010 和 DPS 7.05 软件进行处理,利用 Duncan 氏新复极差法分析数据的差异显著性,得到最优单一药剂或药剂组合。

2 结果与分析

2.1 单一药剂对加拿大一枝黄花的防治效果

以推荐剂量^[6-11,13]施药后,根据加拿大一枝黄花的主要受害症状、株防效、地上和地下部分鲜重防效可知,对加拿大一枝黄花防治效果最好的药剂为 25%环嗪酮可溶液剂。在施药后 7、10 d,大量植株叶片出现枯萎。施药后 15 d 除部分植株顶端叶片外,其他植株心叶全部枯萎,株防效达到 91.03%,地上部分鲜重防效为 49.80%,地下部分鲜重防效为 19.65%;施药后 35 d,植株心叶全部枯萎、茎腐,株防效达到 100.00%,地上部分鲜重防效达到 80.19%,地下部分鲜重防效达到 49.89%(表 7)。表明 25%环嗪酮可溶液剂能快速有效地控制加拿大一枝黄花的危害,但因本试验施药时,植株过高,且生物量大,药剂用量不够,药剂有效成分通过茎输导到根部很少或者不能到根部。因此,在药剂防控加拿大一枝黄花时,应尽量选在加拿大一枝黄花的幼苗期施药。

20%氯氟吡氧乙酸乳油、41%草甘膦异丙铵盐

水剂、48%三氯吡氧乙酸丁氧基乙酯乳油对加拿大一枝黄花防除有一定效果,但见效慢,不足以防控中晚期危害的加拿大一枝黄花。其中 20%氯氟吡氧乙酸乳油和 48%三氯吡氧乙酸丁氧基乙酯乳油,在施药后 7、10 d,处理小区中的植株表现出中毒症状,心叶变黄且皱缩。施药后 15 d,植株心叶变黄且皱缩,植株叶出现枯萎;施药后 35 d,部分植株的心叶与植株叶均出现枯萎,株防效达到 40.00%以上。41%草甘膦异丙铵盐水剂在施药后 15 d,植株心叶

变黄,叶片低垂,少部分植株枯萎;施药后 35 d,部分植株枯萎,株防效达到 50.5%。

对加拿大一枝黄花防控效果差的药剂分别为 75.7%草甘膦铵盐可溶粒剂、70%草甘·三氯吡可溶性粉剂、10%甲嘧磺隆悬浮剂、56%二甲四氯钠可溶粉剂、86% 2,4 滴二甲胺盐水剂、33%草甘膦铵盐水剂,上述除草剂施用后,在 7、10、15 d,植株仅表现出中毒症状,叶片轻度萎蔫。施用后 35 d,株防效仅为 14.5%~28.7%。

表 7 单一药剂对加拿大一枝黄花的防除效果¹⁾

Table 7 Control effect of single herbicide on *Solidago canadensis*

药剂名称 Herbicide	15 d			35 d		
	株防效/% Plant control efficacy	地上鲜重防效/% Control efficacy on ground fresh weight	地下鲜重防效/% Control efficacy on underground fresh weight	株防效/% Plant control efficacy	地上鲜重防效/% Control efficacy on ground fresh weight	地下鲜重防效/% Control efficacy on underground fresh weight
20%氯氟吡氧乙酸 EC fluroxypyr 20% EC	14.9 bB	13.0 bB	3.7 bB	44.2 bAB	19.8 bB	9.8 bB
41%草甘膦异丙铵盐 AS glyphosate-isopropylammonium 41% AS	24.5 bB	18.5 bB	7.5 bAB	50.5 bAB	27.2 bB	13.1 bB
75.7%草甘膦铵盐 SG ammonium-glyphosate 75.7% SG	8.5 bB	6.1 bB	1.3 bB	16.1 bB	9.5 bB	3.9 bB
48%三氯吡氧乙酸丁氧基乙酯 EC triclopyr-butotyl 48% EC	21.7 bB	17.9 bB	3.1 bB	48.8 bAB	20.4 bB	5.4 bB
70%草甘·三氯吡 SP glyphosate·triclopyr 70% SP	7.4 bB	7.1 bB	2.7 bB	18.8 bB	6.7 bB	3.5 bB
33%草甘膦铵盐 AS ammonium-glyphosate 33% AS	15.9 bB	10.0 bB	4.2 bB	26.5 bB	11.1 bB	4.2 bB
10%甲嘧磺隆 SE sulfometuron-methyl 10% SE	8.8 bB	5.8 bB	2.4 bB	23.2 bB	7.7 bB	3.7 bB
25%环嗪酮 SL hexazinone 25% SL	91.0 aA	49.8 aA	19.7 aA	100.0 aA	80.2 aA	49.9 aA
56%二甲四氯钠 SP MCPA-Na 56% SP	6.3 bB	3.7 bB	1.0 bB	14.5 bB	8.2 bB	2.1 bB
86% 2,4 滴二甲胺盐 AS 2,4-D dimethyl amine salt 86% AS	9.7 bB	7.2 bB	1.7 bB	28.7 bB	10.6 bB	3.3 bB

1) 大小写字母表示相同施药时间不同药剂或药剂组合间的差异显著性,其中大写字母表示在 $P < 0.01$ 水平下的差异显著性,小写字母表示在 $P < 0.05$ 水平下的差异显著性。下同。

Capital and lowercase letters indicate the significance of the same application time of different chemical or pharmaceutical combination. The capital letters indicate the significant difference at $P < 0.01$, lowercase letters indicate the significant difference at $P < 0.05$. The same below.

2.2 单一药剂+助剂对加拿大一枝黄花的防治效果

以单一药剂+助剂按推荐剂量^[3,11]施用后,根据加拿大一枝黄花的主要受害症状、株防效、地上和地下部分鲜重防效可知,对加拿大一枝黄花防治效果最佳的为 41%草甘膦异丙铵盐水剂+农用有机硅组合。施药后 7、10 d,植株出现中毒症状,少部分叶片萎蔫;施药后 15 d,大部分植株枯萎,根茎腐烂,株防效达到 86.9%,地上部分鲜重防效达到80.4%,地下部分鲜重防效达到 70.0%;施药后 35 d,加拿大一枝黄花植株全部枯萎,根茎腐烂,株防效达到 100.0%,地上部分鲜重防效达到90.4%,地下部分

鲜重防效达到 88.0%(表 8)。由此可知,41%草甘膦异丙铵盐水剂+有机硅组合对加拿大一枝黄花的防除效果最显著,可用于田间加拿大一枝黄花的高效防除。

对加拿大一枝黄花防除效果较好的组合为 20%氯氟吡氧乙酸乳油+农用有机硅和 41%草甘膦异丙铵盐水剂+柴油,这 2 种药剂组合在施药前期(7 d、10 d、15 d)防治效果一般,但施药 35 d后,大部分植株枯萎,部分植株茎腐,株防效均达到 70.00%以上。以上 2 种药剂组合虽对加拿大一枝黄花具有一定的防治效果,但植株根茎未完全腐烂,

且见效慢,是否可以应用于田间加拿大一枝黄花的有效防控还有待进一步研究。

添加助剂对加拿大一枝黄花的防治效果与单一药剂无明显差异的药剂+助剂组合分别为 20%氯氟吡氧乙酸乳油+20%洗衣粉溶液、20%氯氟吡氧乙酸乳油+柴油和 41%草甘膦异丙铵盐水剂+20%洗衣粉溶液。用洗衣粉与单一药

剂混用防治加拿大一枝黄花的增效作用一般,而柴油可在一定程度上提高 41%草甘膦异丙铵盐水剂的防治效果。3 种助剂中只有农用有机硅在防治加拿大一枝黄花时增效作用最佳。所以,田间防治加拿大一枝黄花时,可适当添加农用有机硅增效剂,促进单一药剂对加拿大一枝黄花的防除。

表 8 单一药剂+助剂对加拿大一枝黄花的防除效果
Table 8 Control effect of single herbicide+adjuvant on *Solidago canadensis*

药剂名称 Herbicide	15 d			35 d		
	株防效/% Plant control efficacy	地上鲜重防效/% Control efficacy on ground fresh weight	地下鲜重防效/% Control efficacy on underground fresh weight	株防效/% Plant control efficacy	地上鲜重防效/% Control efficacy on ground fresh weight	地下鲜重防效/% Control efficacy on underground fresh weight
20%氯氟吡氧乙酸 EC fluroxypyr 20% EC	14.9 bB	13.0 bB	3.7 bB	44.2 abAB	19.8 bB	9.8 bB
41%草甘膦异丙铵盐 AS glyphosate-isopropylammonium 41% AS	24.5 bB	18.5 bB	7.5 bB	50.5 abAB	27.2 bB	13.1 bB
20%氯氟吡氧乙酸 EC+20%洗衣粉溶液 fluroxypyr 20% EC+20% detergent solution	24.7 bB	10.0 bB	4.2 bB	56.6 abAB	20.0 bB	11.6 bB
20%氯氟吡氧乙酸 EC+柴油 fluroxypyr 20% EC+diesel	29.1 bB	15.3 bB	5.6 bB	57.9 abAB	30.5 bB	12.6 bB
20%氯氟吡氧乙酸 EC+农用有机硅增效剂 fluroxypyr 20% EC+agricultural organosilicone synergistic agent	24.8 bB	10.5 bB	8.4 bB	70.8 abAB	46.1 bAB	27.7 bB
41%草甘膦异丙铵盐 AS+20%洗衣粉溶液 glyphosate-isopropylammonium 41% AS+20% detergent solution	20.2 bB	12.0 bB	4.8 bB	46.0 abAB	21.3 bB	10.3 bB
41%草甘膦异丙铵盐 AS+柴油 glyphosate-isopropylammonium 41% AS+diesel	28.5 bB	21.9 bB	9.5 bB	70.5 abAB	40.0 bAB	20.6 bB
41%草甘膦异丙铵盐 AS+农用有机硅增效剂 glyphosate-isopropylammonium 41% AS+agricultural organosilicone synergistic agent	86.9 aA	80.4 aA	70.0 aA	100.0 aA	90.4 aA	88.0 aA

2.3 混合药剂对加拿大一枝黄花的防治效果

混合药剂按推荐剂量^[10-13]施用后,根据加拿大一枝黄花的主要受害症状、株防效、地上和地下部分鲜重防效可知,施药前期(7 d、10 d),三组处理小区内植株均表现为轻度中毒症状。施药后 15 d,少部分植株叶片枯萎。施药后 35 d,20%氯氟吡氧乙酸乳油+41%草甘膦异丙铵盐水剂处理下的部分植株枯萎死亡,防效略优于 2 种药剂单独使用。20%氯氟吡氧乙酸乳油+56%二甲四氯钠可溶性粉剂、41%草甘膦异丙铵盐水剂+48%三氯吡氧乙酸丁氧基乙酯乳油组合对加拿大一枝黄花的防效与药剂单独使用效果基本一致(表 9)。上述结果表明,在加拿大一枝黄花生长中期,以上 3 种药剂组合对加拿大一枝黄花的防治并无明显增效作用,不仅增加了防治成本,更带来了较大的土壤有机污染。

其他学者的研究^[10-13]中设置的 41%草甘膦异丙铵盐水剂+48%三氯吡氧乙酸丁氧基乙酯乳油剂量与本研究相同,10%草甘膦水剂+20%氯氟吡氧乙酸乳油、20%氯氟吡氧乙酸乳油+13%二甲四氯钠水剂剂量与本研究有差异,因 10%草甘膦水剂已禁用,因此本研究用 41%草甘膦异丙铵盐水剂代替,而 13%二甲四氯钠水剂用 56%二甲四氯钠可溶性粉剂代替。因所用除草剂有效成分含量存在差异,因此本试验所用除草剂有效成分含量与前人研究^[10-13]基本一致。而以上 3 种药剂组合对加拿大一枝黄花防效与本研究结果不一致^[10-13]。可能因防除的时期不同,加拿大一枝黄花的生物量不一样,从而产生不同的防除效果。因此,上述 3 种混合药剂是否可以高效防除田间的加拿大一枝黄花还有待进一步研究。

表 9 混合药剂对加拿大一枝黄花的防除效果

Table 9 Control effect of mixed herbicides on *Solidago canadensis*

药剂名称 Herbicide	15 d			35 d		
	株防效/% Plant control efficacy	地上鲜重防效/% Control efficacy on ground fresh weight	地下鲜重防效/% Control efficacy on underground fresh weight	株防效/% Plant control efficacy	地上鲜重防效/% Control efficacy on ground fresh weight	地下鲜重防效/% Control efficacy on underground fresh weight
20%氯氟吡氧乙酸 EC fluroxypyr 20% EC	14.9 abcAB	13.0 aA	3.7 aA	44.2 abA	19.8 abA	9.8 aA
41%草甘膦异丙铵盐 AS glyphosate-isopropylammonium 41% AS	24.5 abAB	18.5 aA	7.5 aA	50.5 abA	27.2 abA	13.1 aA
56%二甲四氯钠 SP MCPA-Na 56% SP	6.3 bcAB	3.7 aA	1.0 aA	14.5 abA	8.2 abA	2.1 aA
48%三氯吡氧乙酸丁氧基乙酯 EC triclopyr-butotyl 48% EC	21.7 abcAB	17.9 aA	3.1 aA	48.8 abA	20.4 abA	5.4 aA
20%氯氟吡氧乙酸 EC+41%草甘膦异丙铵盐 AS fluroxypyr 20% EC+glyphosate- isopropylammonium 41% AS	23.7 abAB	11.4 aA	6.1 aA	63.0 aA	32.0 aA	16.0 aA
20%氯氟吡氧乙酸 EC+56%二甲四氯钠 SP fluroxypyr 20% EC+MCPA-Na 56% SP	26.1 abAB	12.4 aA	2.6 aA	46.9 abA	19.6 abA	5.9 aA
41%草甘膦异丙铵盐 AS+ 48%三氯吡氧乙酸丁氧基乙酯 EC glyphosate-isopropylammonium 41% AS+ triclopyr-butotyl 48% EC	31.1 aA	13.6 aA	3.7 aA	55.8 aA	27.4 abA	9.7 aA

2.4 触杀型+内吸型药剂组合对加拿大一枝黄花的防治效果

触杀型+内吸型药剂组合按药剂说明书推荐剂量分阶段(间隔 2 d)施用后,根据加拿大一枝黄花的主要受害症状、株防效、地上和地下部分鲜重防效可知(表 10),4 组触杀型+内吸型药剂组合处理防治效果均显著,施药后 7 d、10 d,部分植株明显枯萎。施药后 15 d,20%草铵膦水剂+20%氯氟吡氧乙酸乳油组合处理下样方内 50.0%以上的植株枯萎,但植株根茎未腐;施药后 35 d,样方内植株全部枯死,株防效达到 100.0%,地上鲜重防效达到 73.2%,但植株根部未完全腐烂。20%草铵膦水剂+41%草甘膦异丙铵盐水剂组合施药后 15 d,株防效为 85.7%,比 20%草铵膦水剂+20%氯氟吡氧乙酸乳油组合防除见效快,但施药后 35 d,对植株根部腐烂效果不佳。由此可见,先喷施触杀型除草剂 20%草铵膦水

剂,后再喷施内吸型除草剂 41%草甘膦异丙铵盐水剂或 20%氯氟吡氧乙酸乳油,对加拿大一枝黄花的防除效果均不佳。而先喷施内吸型除草剂后喷施触杀型除草剂的处理方式(20%氯氟吡氧乙酸乳油+20%草铵膦水剂、41%草甘膦异丙铵盐水剂+20%草铵膦水剂组合),施药后 15 d,防除效果明显,植株基本枯死,施药后 35 d,株防效达到 100.0%,地上部分鲜重防效达 80.0%以上,地下部分鲜重防效达 70.0%以上,植株根皮变褐,并与髓部分离,地下部不定根大量死亡,无新生根(根腐),效果较好。与上述除草剂单独使用相比,内吸型+触杀型除草剂分阶段施用防效更好,致根腐效果明显。因此,田间防治加拿大一枝黄花时可选择先喷施内吸型药剂 41%草甘膦异丙铵盐水剂或 20%氯氟吡氧乙酸乳油,2 d 后再喷施触杀型药剂 20%草铵膦水剂,防治效果好,见效快。

表 10 触杀型+内吸型药剂组合对加拿大一枝黄花的防除效果

Table 10 Control effect of contact type+ suction type herbicides on *Solidago canadensis*

药剂名称 Herbicide	15 d			35 d		
	株防效/% Plant control efficacy	地上鲜重防效/% Control efficacy on ground fresh weight	地下鲜重防效/% Control efficacy on underground fresh weight	株防效/% Plant control efficacy	地上鲜重防效/% Control efficacy on ground fresh weight	地下鲜重防效/% Control efficacy on underground fresh weight
20%氯氟吡氧乙酸 EC fluroxypyr 20% EC	14.9 cAB	13.0 bcA	3.7 bB	44.2 abA	19.8 bcA	9.8 bcAB
41%草甘膦异丙铵盐 AS glyphosate-isopropylammonium 41% AS	24.5 bcAB	18.5 abcA	7.5 bAB	50.5 abA	27.2 abcA	13.1 bcAB
20%草铵膦 AS+20%氯氟吡氧乙酸 EC glufosinate-ammonium 20% AS+fluroxypyr 20% EC	58.8 abcAB	36.5 abcA	19.3 abAB	100.0 aA	73.2 abA	37.0 abcAB
20%草铵膦 AS+41%草甘膦异丙铵盐 AS glufosinate-ammonium 20% AS+glyphosate- isopropylammonium 41% AS	85.7 abAB	46.1 abA	36.8 aAB	98.2 aA	79.9 abA	54.8 abAB
20%氯氟吡氧乙酸 EC+20%草铵膦 AS fluroxypyr 20% EC+glufosinate-ammonium 20% AS	94.4 aAB	51.1 abA	44.0 aA	100.0 aA	83.0 abA	70.2 aAB
41%草甘膦异丙铵盐 AS+20%草铵膦 AS glyphosate-isopropylammonium 41% AS+ glufosinate-ammonium 20% AS	98.3 aA	59.2 aA	45.0 aA	100.0 aA	88.9 aA	74.3 aA

2.5 单一药剂最大剂量处理对加拿大一枝黄花的防治效果

为了进一步探明药剂用量对加拿大一枝黄花的防除效果,本研究从单一药剂处理组(表 7)中选取对加拿大一枝黄花有一定防效的 20%氯氟吡氧乙酸乳油、41%草甘膦异丙铵盐水剂、48%三氯吡氧乙酸丁氧基乙酯乳油,开展最大剂量药效试验,结果见表 11。由表 11 可知,按照 3 种单一药剂说明书的最大剂量施用后,41%草甘膦异丙铵盐水剂最大剂量对加拿大一枝黄花的防治效果比其推荐剂量^[6]的防治效果(表 7)好,施药后 7 d、10 d,植株就表现出中

毒症状,部分叶片萎蔫;施药后 15 d,部分植株枯萎;施药后 35 d,80%以上的植株枯死,地上部分鲜重防效达到 68.10%,但致根腐效果不佳。而 20%氯氟吡氧乙酸乳油和 48%三氯吡氧乙酸丁氧基乙酯乳油 2 种药剂分别以最大剂量施用后,防治效果无明显变化,与推荐剂量^[6,11]的防治效果基本一致。表明,增加 41%草甘膦异丙铵盐水剂剂量防治加拿大一枝黄花有一定增效作用,而另外 2 种药剂无明显增效作用。研究结果也反映了增加药剂用量不一定会明显提高药剂对加拿大一枝黄花的防效。

表 11 喷施单一药剂最大剂量对加拿大一枝黄花的防除效果

Table 11 Control effect of spraying maximum dose of a single herbicide on *Solidago canadensis*

药剂名称 Herbicide	剂量/ μL · m ⁻² Dose	15 d			35 d		
		株防效/%	地上鲜重防效/%	地下鲜重防效/%	株防效/%	地上鲜重防效/%	地下鲜重防效/%
		Plant control efficacy	Control efficacy on ground fresh weight	Control efficacy on underground fresh weight	Plant control efficacy	Control efficacy on ground fresh weight	Control efficacy on underground fresh weight
20%氯氟吡氧乙酸 EC	75.00	14.9 bB	13.0 bB	3.7 bA	44.2 aA	19.8 bB	9.8 abA
fluroxypyr 20% EC	100.50	20.9 bB	15.2 bB	5.3 bA	51.7 aA	24.2 bAB	15.8 abA
41%草甘膦异丙铵盐 AS	600.00	24.5 bB	18.5 bB	7.5 abA	50.5 aA	27.2 bAB	13.1 abA
glyphosate-isopropylammonium 41% AS	914.50	69.2 aA	55.5 aA	19.7 aA	87.1 aA	68.1 aA	42.6 aA
48%三氯吡氧乙酸丁氧基乙酯 EC	480.00	21.7 bB	17.9 bB	3.1 bA	48.8 aA	20.4 bAB	5.4 bA
triclopyr-butotyl 48% EC	625.20	26.2 bB	19.3 bB	6.9 abA	50.7 aA	22.2 bAB	11.9 abA

3 讨论

综合各药剂的特性,并对比试验期间加拿大一枝黄花的生物学特性,在加拿大一枝黄花生长中期,植株平均株高达到 1 m 以上时,对加拿大一枝黄花防治效果较好的内吸型药剂分别为 20%氯氟吡氧乙酸乳油、41%草甘膦异丙铵盐水剂和 48%三氯吡氧乙酸丁氧基乙酯乳油等,但植株生物量越大,各药剂的防效会逐步减弱,甚至失去防除效果。沈夏斌^[6]用与本研究剂量相同的 20%氯氟吡氧乙酸乳油在 4 月初防除加拿大一枝黄花,取得了较好的效果;苏庆桂^[11]在 6 月份以 41%草甘膦异丙铵盐水剂+48%三氯吡氧乙酸丁氧基乙酯乳油+有机硅混用防治加拿大一枝黄花,施药 60 d 后,植株大面积干枯,植株后期无返绿再萌芽现象。本试验与上述两个研究试验中所用药剂相同,剂量一致,因防除时间为 7 月中旬,加拿大一枝黄花处于生长中期,因植株生物量过大,药剂到达不了植株底部,导致防效减弱。因此,对加拿大一枝黄花防除的最佳时期为其幼苗期,应趁早施药。另外,苏庆桂^[11]开展了混合药剂+助剂试验,在 2 种药剂混用增效的基础上,添加助剂进一步提高了防效。本试验同样发现增施有

机硅或者将触杀型除草剂与内吸型除草剂组合分别施用,对加拿大一枝黄花的防治效果明显好于单一药剂。但药剂施用不仅要考虑施药效果,还应考虑药剂成本及其用药剂量。黄文生,蒋萍华等^[8-9]在加拿大一枝黄花化学防除试验中使用的药剂剂量均过大,虽能达到较好的防除效果,但除草剂施用过量带来的土壤农药残留和环境危害也会随之增大,而本试验的药剂剂量均在推荐范围内,所用 25%环嗪酮可溶液剂的剂量仅为黄文生^[8]研究所用 25%环嗪酮可溶液剂的 68%。通过考虑各药剂特性、施药环境、植株本身特性的影响,本试验中筛选出了防治加拿大一枝黄花的最佳药剂及其组合。虽初步筛选出了适用于田间防治加拿大一枝黄花的最佳药剂及其组合,但其在土壤中的残留及对农作物的毒性影响还有待进一步研究。

参考文献

[1] ŠUTOVSKÁ M, CAPEK P, KOČMÁLOVÁ M, et al. Characterization and biological activity of *Solidago canadensis* complex [J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2013, 52(1): 192–197.

量、降低成本、延缓病原菌抗性和增强防效的原则,建议使用 30%咪鲜胺·氟环唑微乳剂 158、180 g/hm²,并针对水稻植株近水面处进行喷雾,防效更佳。

参考文献

[1] 于国辉. 水稻纹枯病抗性遗传分析[D]. 武汉:华中农业大学,2009.

[2] 李珊琳,陈加宾,杜晓英. 不同杀菌剂对水稻纹枯病菌的室内毒力测定[J]. 农业灾害研究,2013,3(9):16-17.

[3] 陈文强. 水稻纹枯病对稻米品质及产量的影响[J]. 贵州农业科学,2006,34(5):39-41.

[4] 陈浩梁. 小麦纹枯病的发生与危害探析[J]. 农业灾害研究,2011,1(2):7-12.

[5] 黄仁军,晏承兴,李承瑞. 三峡库区玉米纹枯病发生规律及影响因素研究[J]. 农业灾害研究,2011,1(1):37-40.

[6] 陈香华. 防治水稻纹枯病新型药剂的筛选及药效研究[D]. 南京:南京农业大学,2014.

[7] 李新,严秋旭,赵平,等. 氟环唑杀菌剂的市场概况[J]. 农药,

2010,49(11):790-791.

[8] 何荣状. 咪鲜胺对集中重要农作物病害的防治效果研究[D]. 长沙:湖南农业大学,2007.

[9] 李鸿筠,刘浩强,戴建修,等. 咪鲜胺对不同品种柑桔的保鲜效果评价[J]. 中国南方果树,2017,46(4):21-23.

[10] 成卓敏. 新编植物医生手册[M]. 北京:化学工业出版社,2008:677-679.

[11] 吉沐祥,陈宏洲,姚克兵,等. 咪鲜胺与氟环唑及其混配对小麦赤霉病菌的抑制作用[J]. 江西农业学报,2013,25(10):68-70.

[12] 农业部农药药检所. NY/T11156. 2-2006 农药室内生物测定试验准则杀菌剂第二部分:抑制病原菌菌丝生长实验皿法[M]. 北京:中国农业出版社,2006:1-2.

[13] 沈晋良. 农药生物测定[M]. 北京:中国农业出版社,2013:26-27.

[14] 唐正合. 防治水稻稻瘟病的新型复配剂研制与实用技术研究[D]. 南京:南京农业大学,2011.

[15] 沙建. 柑橘溃疡病诱导抗性研究[D]. 南宁:广西大学,2006.

[16] 陈玉环,彭旋,陈楚英,等. 桂枝主要活性物质对新余蜜橘青霉病抗性和防御体系的诱导[J]. 植物保护学报,2016,43(3):467-474.

(责任编辑:杨明丽)

(上接 201 页)

[2] 吴降星,陈宇博,金彬,等. 宁波市加拿大一枝黄花综合防治及利用[J]. 植物检疫,2015,29(2):78-81.

[3] 周治明. 南京市江宁区加拿大一枝黄花发生现状及建议[J]. 现代农业科技,2014(11):139-143.

[4] 李明桃. 加拿大一枝黄花生物学特性及其防治措施[J]. 农业灾害研究,2013,3(4):29-30.

[5] 黄金海,徐绍清,娄厚岳. 加拿大一枝黄花的生长特性及药剂防治试验[J]. 宁波农业科技,2005,4(3):12-14.

[6] 沈夏斌. 江淮地区加拿大一枝黄花的整体药物防治效果观察[J]. 中国农业信息,2014(6):52.

[7] 沈火明,王荣洲,余若虹,等. 加拿大一枝黄花化学防除研究[J]. 安徽农业科学,2007,35(11):3301-3312.

[8] 黄文生. 加拿大一枝黄花化学防治研究[J]. 现代农业科技,2015(23):119-120.

[9] 蒋萍华,李元君,梅建冬,等. 阔剑对加拿大一枝黄花的防除效果研究[J]. 安徽农业科学,2013(27):11009-11017.

[10] 董旭,郭水良,陈秀芝. 入侵植物加拿大一枝黄花综合管理技术的研究进展[J]. 环境科学与管理,2012,37(9):86-91.

[11] 苏庆桂. 加拿大一枝黄花化学防除配方优化研究[J]. 福建林业科技,2012,39(2):106-108.

[12] 徐丽君,倪萌,王程亮. 加拿大一枝黄花药剂防除对比试验[J].

植物医生,2014,27(1):29-31.

[13] 李玮. 56%2 甲 4 氯钠水溶性粉剂除春小麦田一年生阔叶杂草效果及对春小麦安全性试验[J]. 青海农林科技,2014(2):5-7.

[14] 沈国辉,姚红梅,管丽琴,等. 上海郊区加拿大一枝黄花的发生危害与化学防除研究[J]. 上海农业学报,2005,21(2):1-4.

[15] 张特,赵强. 棉田阔叶除草剂与安全剂的复配药剂筛选[J]. 农药,2017,56(4):307-310.

[16] 张勇,王艳艳,周风艳,等. 2 甲 4 氯与苯噻酰草胺复配除草剂对杂草的防效[J]. 农药,2015,54(12):918-920.

[17] 张锦伟,刘亦学,于金萍,等. 5 种苗后除草剂对冷季型草坪杂草的防治效果[J]. 农药,2017,56(7):539-541.

[18] 翁华,魏有海,郭青云. 不同除草剂对野燕麦和旱雀麦的防除效果[J]. 农药,2017,56(3):225-227.

[19] 李广阔,高海峰,白微微,等. 新疆南部复播谷子田杂草防除药效评价[J]. 新疆农业科学,2017,54(5):826-832.

[20] 田志慧,沈国辉. 4 种芽前除草剂防除直播小白菜田杂草的效果及其安全性[J]. 植物保护,2016,42(6):197-201.

[21] 何付丽,代丽婷,曲春鹤,等. 防除大豆田铁苋菜的茎叶处理除草剂筛选[J]. 植物保护,2011,37(6):202-205.

(责任编辑:杨明丽)