

草甘膦对空心莲子草叶甲生长发育的影响

吕丽丽¹, 张国良², 李永丹¹, 高希武¹, 付卫东²

(1 中国农业大学 昆虫系, 北京 100094; 2 中国农业科学院 农业环境与可持续发展研究所, 北京 100089)

摘要:分别用质量浓度为 0.41、0.82、1.23、1.64 和 2.05 g/L 的草甘膦处理空心莲子草叶甲 *Agasicles hygrophila* 的卵、幼虫、蛹及成虫,并以清水为空白对照,测定卵的孵化率、历期,幼虫和成虫的成活率、历期。结果表明:各处理组叶甲卵的孵化率与对照的差异不显著;处理组叶甲幼虫和成虫的成活率与对照的差异显著,对照组的幼虫成活率和成虫成活率分别是草甘膦 2.05 g/L 时的 1.59 倍和 1.31 倍。

关键词:草甘膦; 空心莲子草叶甲; 生长发育

中图分类号:S482

文献标识码:A

文章编号:1001-411X(2010)01-0022-04

Effects of Glyphosate on the Growth and Development of *Agasicles hygrophila*

LÜ Li-li¹, ZHANG Guo-liang², LI Yong-dan¹, GAO Xi-wu¹, FU Wei-dong²

(1 Entomology Department, China Agricultural University, Beijing 100094, China; 2 Institute of Environment and Sustainable Development in Agriculture, the Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100089, China)

Abstract: The experiment was designed to assess the effects of different concentrations of glyphosate on the development of *Agasicles hygrophila*. The treatment mass concentrations of glyphosate for eggs, larvae, pupae and adults were 0.41, 0.82, 1.23, 1.64 and 2.05 g/L, respectively. There was no difference in the hatching rate of eggs between the glyphosate treatment and the control group with the concentrations of glyphosate. However, the survival rates of larvae and adults treated by glyphosate were significantly lower than those in the control group. The survival rates of larvae and adults in the control group were 1.59- and 1.31-fold of that in the treated group with 2.05 g/L glyphosate, respectively.

Key words: glyphosate; *Agasicles hygrophila*; growth and development

空心莲子草 *Alternanthera philoxeroides* 是世界性的恶性杂草,原产南美洲^[1-2],现已传播到很多国家和地区,广泛分布在我国黄河、长江流域^[3-4]。依靠茎芽无性繁殖,能很快形成单一优势种群,降低生物多样性,对生态系统造成严重的破坏^[1,3]。2003 年我国环保总局将其列入 16 种外来入侵恶性杂草之一^[5]。

草甘膦是一种高效低毒、内吸灭生传导性除草剂,用于防除单子叶和多年生恶性杂草,其靶标酶是 5-烯醇丙酮基莽草酸-3-磷酸合成酶^[6],通过抑制空心莲子草芳香族氨基酸的生物合成而有效防除

空心莲子草。空心莲子草叶甲 *Agasicles hygrophila* (以下简称叶甲)是空心莲子草的最佳专食性天敌^[7-8],其成虫和幼虫主要取食空心莲子草叶片和茎秆,3 龄幼虫钻入空心莲子草茎内蜕皮化蛹,并分泌有毒物质抑制空心莲子草的生长,人工饲养释放叶甲可在一定程度上控制空心莲子草的大发生^[9-10]。

空心莲子草的生理生态特性及其生物防治、化学防治等已有研究,但利用化学农药与叶甲对空心莲子草的综合防治,以及在使用农药过程中对其天敌叶甲产生的影响鲜有人涉及。本文主要研究不同

收稿日期:2009-03-06

作者简介:吕丽丽(1981—),女,硕士研究生;通讯作者:李永丹(1966—),女,副教授,博士,E-mail:yongdanli@cau.edu.cn

基金项目:农业部外来入侵专项(G2006-53)

浓度的草甘膦对叶甲卵的孵化率及历期、幼虫成活率及历期、化蛹时间、成虫产卵前历期、产卵量、寿命及成活率的影响。为释放叶甲控制空心莲子草的同时,如何合理、安全使用草甘膦提供一些理论依据,以期更好地防治空心莲子草。

1 材料与方法

1.1 供试材料及设备

空心莲子草和空心莲子草叶甲均采自安徽省巢湖市,在中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所温室繁养,待空心莲子草长出嫩叶后开始试验。

41%草甘膦异丙铵盐水剂,美国孟山都公司生产。智能人工气候箱(PRX-4500),宁波海曙赛福实验仪器厂生产。

1.2 试验条件

光照时温度 26 ℃、相对湿度 90%;黑暗时温度为 23 ℃、相对湿度 90%^[11-12],12 h/12 h 光暗交替。

1.3 草甘膦对叶甲卵孵化率及历期的影响

单层滤纸置于直径相同培养皿($d = 7.5$ cm)中,每个培养皿分别加入质量浓度为 0.41、0.82、1.23、1.64 和 2.05 g/L 草甘膦药液 1 mL 润湿滤纸^[13],放入带卵(12 h 内产的卵)的空心莲子草叶片或嫩梢,每叶片卵数约为 25~55 粒,再在上述培养皿中分别加入对应浓度的草甘膦药液 2 mL 浸泡卵约 30 s,吸出多余药液,试验期间始终保持滤纸湿润,以清水代替草甘膦作为对照,处理和对照均重复 7 次,将培养皿置于人工气候箱中,每隔 12 h 观察并记录剩余卵数及孵化时间,计算卵孵化率。

1.4 草甘膦对叶甲幼虫成活率及幼虫龄期的影响

单层滤纸置于直径相同培养皿($d = 12.5$ cm)中,各皿分别加 2 mL 不同质量浓度的草甘膦药液润湿滤纸,接入刚孵化的幼虫 15~30 头,加入 3 mL 对应浓度的药液浸泡幼虫 30 s,吸出多余药液,放入新鲜空心莲子草,试验期间保持滤纸湿润,以清水代替草甘膦作为对照,处理和对照均重复 5 次,每隔 12 h 更换新鲜的空心莲子草,培养皿置于气候箱中,观察并记录幼虫成活率和幼虫龄期,待幼虫的虫体略变白即发育到 3 龄,将幼虫转入装有新鲜空心莲子草茎杆的试管中继续观察,待幼虫钻入茎杆中记录幼虫期。

1.5 草甘膦对叶甲 3 龄幼虫化蛹和羽化历期的影响

由于叶甲 3 龄幼虫钻入茎杆中化蛹,无法观察化蛹时间,所以本试验把幼虫化蛹时间和羽化时间一起观察计算^[11-12]。选节数大于 5 节的空心莲子草

茎杆置于试管($d = 1.8$ cm、 $l = 18$ cm)中,每试管分别加入 5 mL 不同浓度草甘膦药液,再将进入 3 龄的幼虫(虫体变白)接入试管中的空心莲子草叶片上,每管 1 头,罩上纱布,清水代替草甘膦为对照,处理和对照均重复 10 次,每隔 12 h 更换试管药液,观察并记录幼虫钻入茎杆和羽化钻出的时间。

1.6 对叶甲成虫产卵前历期、产卵量、寿命的影响

将新鲜的未经草甘膦处理过的空心莲子草嫩梢置于钵($d = 12$ cm、 $h = 8$ cm)中,加入不同浓度的草甘膦药液,深为 2 cm 左右,将 1.5 步骤中羽化的成虫(12 h 内羽化)接入钵中,罩上纱布,清水处理为对照,每个处理 10 个重复,每隔 12 h 观察并记录雌虫第 1 次产卵的时间及产卵数量。每隔 24 h 换 1 次新鲜的嫩梢及水,直至雌、雄虫死亡为止,记录时间。若每对虫的雄虫先死而雌虫未死,则再接入其他雄虫直至雌虫死亡。

1.7 草甘膦对叶甲成虫成活率的影响

1.7.1 胃毒法 预先用不同浓度的草甘膦浸泡空心莲子草 30 s,以清水处理为对照,取出后 1 h 放入铺有单层滤纸保湿的培养皿($d = 12.5$ cm)中,每皿接 10 头成虫,重复 5 次,每隔 24 h 更换新鲜的预处理的空心莲子草并观察 14 d,记录叶甲死亡情况。

1.7.2 触杀法 将单层滤纸放入培养皿中($d = 12.5$ cm),每皿接 10 头成虫,加入约 5 mL 不同浓度的草甘膦药液浸泡叶甲 30 s,吸出多余药液,以清水处理为对照,再放入新鲜的空心莲子草,每处理重复 5 次,试验期间保持滤纸湿润,每隔 24 h 更换新鲜的空心莲子草并观察 14 d,记录叶甲死亡情况。

1.8 数据处理与分析

采用 SPSS 13.0 和 Excel 2003 对数据进行统计,对不同浓度间以及对照进行方差分析、多重比较和显著性差异分析。

2 结果与分析

2.1 草甘膦对叶甲孵化率及孵化历期的影响

不同浓度的草甘膦药液处理空心莲子草叶甲卵后,各处理及对照均有较高的孵化率,对照组卵的孵化率是 2.05 g/L 处理组的 1.14 倍,方差分析表明,随着草甘膦处理浓度的增加,卵的孵化率虽然有所下降,但没有显著差异。卵的孵化期随着处理浓度的增加而有所延长,质量浓度为 0.41、0.82、1.23 和 1.64 g/L 时与对照没有显著差异,但当质量浓度提高到 2.05 g/L 时,卵的孵化历期与对照组差异显著(表 1)。

表1 不同浓度草甘膦对空心莲子草叶甲卵孵化率的影响¹⁾
Tab.1 Effects of different mass concentrations of glyphosate on the hatching rate of eggs of *Agasicles hygrophila*

ρ (草甘膦)/(g·L ⁻¹)	卵孵化率/%	历期/d
0	86.29 ± 3.25 a	5.9 ± 0.4 a
0.41	85.45 ± 4.81 a	6.0 ± 0.4 a
0.82	83.14 ± 3.36 a	6.5 ± 0.3 a
1.23	81.71 ± 4.88 a	6.5 ± 0.4 a
1.64	79.58 ± 5.35 a	7.0 ± 0.3 a
2.05	75.53 ± 5.86 a	8.4 ± 0.4 b

1)表中数据为平均值±标准误(n=7),同列数据后面不同的小写字母表示差异显著(P<0.05)

2.2 草甘膦对叶甲幼虫生长及幼虫发育历期的影响

不同浓度草甘膦药液处理空心莲子草叶甲幼虫后,幼虫的成活率随浓度增加而显著降低,对照组幼虫成活率最高,为80.49%,方差分析表明,当草甘膦质量浓度是0.82、1.23、1.64和2.05 g/L时,幼虫成活率分别为63.31%、56.58%、55.34%和50.65%,显著低于对照;处理组幼虫生长历期随草甘膦浓度的增加而有所延长,进一步的方差分析表明,当质量浓度较低,分别为0.41、0.82和1.23 g/L时各处理组之间、与对照组之间均没有显著差异,但当质量浓度增加到1.64和2.05 g/L时,与低浓度处理及与对照组相比,幼虫历期明显延长,且差异显著(表2).

2.3 草甘膦对叶甲3龄幼虫化蛹及羽化历期的影响

表3列出叶甲3龄幼虫钻入草甘膦处理过的空心莲子草茎内化蛹及羽化所需时间,对照组所需时间较长,为15.4 d,方差分析表明:3龄幼虫在不同浓度草甘膦处理过的空心莲子草茎内化蛹及羽化历期与对照组比均显著缩短.

表3 不同浓度草甘膦对空心莲子草叶甲3龄幼虫化蛹及羽化历期、产卵前期、成虫寿命和产卵量的影响¹⁾
Tab.3 Effects of different mass concentrations glyphosate on the time of pupation and eclosion of larvae, pre-oviposition period of adult, adult longevity, the number of eggs of *Agasicles hygrophila*

ρ (草甘膦)/(g·L ⁻¹)	3龄幼虫化蛹及羽化历期/d	产卵前期/d	成虫寿命/d	产卵量/粒
0	15.4 ± 0.5 a	8.3 ± 0.3 a	31.3 ± 1.4 a	41.3 ± 2.2 a
0.41	13.1 ± 0.9 b	8.4 ± 0.4 a	29.3 ± 1.1 ab	39.6 ± 2.8 a
0.82	12.7 ± 0.9 bc	8.7 ± 0.3 ab	28.4 ± 1.2 ab	39.2 ± 1.6 a
1.23	11.3 ± 0.8 bc	9.0 ± 0.4 ab	27.5 ± 0.8 b	38.6 ± 2.3 a
1.64	11.1 ± 0.9 bc	9.4 ± 0.4 ab	27.1 ± 1.3 b	38.2 ± 1.4 a
2.05	10.4 ± 0.5 c	9.5 ± 0.5 b	26.5 ± 1.4 b	38.1 ± 2.0 a

1)表中数据为平均值±标准误(n=10),同列数据后具相同字母者表示差异不显著(P<0.05)

2.5 草甘膦对叶甲成虫成活率的影响

触杀和胃毒处理,叶甲成虫均有较高的成活率,方差分析表明:随草甘膦浓度的增加,2种处理的叶甲成虫成活率均逐渐降低,并低于对照组;对照组2种处理方法的成虫成活率都很高,分别为94.00%和

表2 不同浓度草甘膦对空心莲子草叶甲幼虫成活率及幼虫发育历期的影响¹⁾
Tab.2 Effects of different mass concentrations of glyphosate on the period and the survival rate of larvae of *Agasicles hygrophila*

ρ (草甘膦)/(g·L ⁻¹)	幼虫成活率/%	历期/d
0	80.49 ± 2.40 a	11.0 ± 0.4 a
0.41	72.85 ± 6.68 ab	11.5 ± 0.4 a
0.82	63.31 ± 3.75 bc	11.5 ± 0.4 a
1.23	56.58 ± 6.69 c	11.9 ± 0.4 a
1.64	55.34 ± 5.83 c	13.0 ± 0.2 b
2.05	50.65 ± 4.91 c	13.0 ± 0.4 b

1)表中数据为平均值±标准误(SE)(n=5),同列数据后具相同字母者表示差异不显著(P<0.05)

2.4 草甘膦对叶甲成虫产卵前期、产卵量及寿命的影响

叶甲成虫取食用质量浓度分别为0.41、0.82、1.23、1.64和2.05 g/L的草甘膦处理过的空心莲子草,其产卵前期平均值分别为8.4、8.7、9.0、9.4和9.5 d,对照组的产卵前期为8.3 d,方差分析表明,随草甘膦浓度的增加产卵前期有延长趋势,但差异不显著(表3).

不同浓度草甘膦处理的叶甲成虫第1次产卵量分别为39.6、39.2、38.6、38.2和38.1粒,对照组的产卵量为41.3粒,方差分析表明,随草甘膦浓度的增加产卵量虽有减少的趋势,但差异不显著(表3);叶甲成虫寿命分别为29.3、28.4、27.5、27.1和26.5 d,对照为31.3 d,方差分析表明,随草甘膦浓度的增加,叶甲成虫的寿命有缩短趋势,当质量浓度小于0.82 g/L时成虫寿命与对照组没有差异,当大于0.82 g/L时与对照组比较成虫寿命显著缩短,但草甘膦各浓度间成虫寿命没有显著差异(表3).

98.00%,当草甘膦质量浓度为0.41和0.82 g/L时,2种处理成虫成活率与对照组没有差异,当质量浓度为1.23 g/L时触杀处理成虫成活率与对照组没有差异,胃毒处理成虫成活率与对照组差异显著,当质量浓度为1.64和2.05 g/L时2种处理成虫成活率与

对照比均有显著差异,胃毒处理的成活率比触杀处理的成活率要高一些(表4)。

表4 2种处理对叶甲成虫成活率的影响¹⁾

Tab.4 Effects of two treatments on the survival rates of adults of *Agasicles hygrophila*

ρ (草甘膦)/ (g·L ⁻¹)	成活率/%	
	触杀处理	胃毒处理
0	94.00 ± 2.45 a	98.00 ± 2.00 a
0.41	90.00 ± 3.16 ab	92.00 ± 2.00 ab
0.82	88.00 ± 3.74 ab	88.00 ± 3.74 abc
1.23	82.00 ± 2.00 abc	86.00 ± 2.45 bc
1.64	78.00 ± 6.63 bc	80.00 ± 4.47 c
2.05	72.00 ± 5.83 c	74.00 ± 4.00 cd

1)表中数据为平均值±标准误($n=5$),同列数据后具相同字母者表示差异不显著($P<0.05$)

3 讨论与结论

由于用除草剂防除空心莲子草的复发问题很严重,用天敌叶甲防治,对旱生型及在温度较低地区的防治效果也受影响。近年来,空心莲子草的综合防治逐渐被重视起来,在综合防治中选合适的草甘膦浓度与叶甲配合使用至关重要,直接影响叶甲种群数量。若浓度过大会迅速杀死植株,破坏叶甲的栖息环境,并减少食料来源,难以维持种群;浓度过低,则对空心莲子草没有明显的抑制作用。丁建清等^[14]研究了农达对水葫芦象甲的影响,结果发现41%农达稀释300倍以上对水葫芦象甲没有影响,可以维持一定的种群。关于草甘膦对叶甲的影响,1999年曾有人进行了杀虫剂对莲草直胸跳甲幼虫生物活性的测定^[15],2005年有人研究了农药对莲草直胸跳甲成虫的生物活性测定^[16]。本研究结果表明:草甘膦对叶甲3龄幼虫化蛹及羽化有刺激作用,随草甘膦浓度的增加,叶甲化蛹和羽化的时间显著缩短。可能是因为草甘膦是内吸灭生性传导型除草剂,在茎杆部着药向下传导,距离根系较近处受药害较严重^[17],叶甲一般在距地面1~2 cm处钻入茎内化蛹^[18],这样有可能刺激了3龄幼虫羽化,具体机理有待于进一步研究。观察发现草甘膦处理后叶甲产的卵排列疏松且排列没有规律性,对照组叶甲产卵排列紧密、一般呈2排整齐排列。

草甘膦虽对成虫有一定的影响,但即使在浓度较高时成活率均大于70%,仍能维持一定的种群数量,这与曾扬等^[16]的研究结果相符。草甘膦对叶甲幼虫成活率影响较大,在浓度较高时其成活率在50%以上,对叶甲种群有一定的影响,试验中由于幼虫高频率的取食草甘膦,在大田中不会这样频繁施药,叶甲种群能忍受的浓度会相对高些。

建议在综合防治中喷施草甘膦要尽量避开幼虫期和成虫期,若幼虫期施药,则应控制草甘膦药液质量浓度,最好小于0.82 g/L,成虫期施药,最好小于1.23 g/L,以减小草甘膦对叶甲虫口密度的影响,基本维持一定的种群,达到综合防治的更好效果。

参考文献:

- [1] 林冠伦,孙进东,王远,等.美国、澳大利亚空心莲子草的生物防治研究[J].生物防治通报,1988,4(2):94-96.
- [2] COULSON J R. Biological control of alligatorweed 1959—1972: A review and evaluation[J]. US Dept Agric Tech Bull, 1976,15(47):1-98.
- [3] 王韧,王远.我国南方水花生危害及生物防治调查[J].杂草学报,1988,2(1):38-40.
- [4] 王韧,王远.我国南方水花生发生危害及生物防治可行性的调查论证[J].杂草科学,1988,3(1):36-40.
- [5] 潘文龙.国家环保总局公布的16种有害外来入侵物种简介[J].生物学教学,2007,32(11):68-70.
- [6] 卢信,赵炳梓,张佳宝,等.除草剂草甘膦的性质及环境行为综述[J].土壤通报,2005,36(5):785-790.
- [7] 王韧,王远,张格成,等.空心莲子草叶(虫甲)的寄主专一性测验[J].生物防治通报,1987,4(1):14-17.
- [8] 吴珍泉,蔡元呈,郭振铎,等.空心莲子草叶甲寄主专一性测验[J].华东昆虫学报,1994,3(2):98-100.
- [9] 马瑞燕.空心莲子草天敌——莲草直胸跳甲引进中国后的生态适应性研究[D].北京:中国农业科学院生物防治研究所,2001:23-39.
- [10] 吴珍泉,蔡元呈,郭振铎,等.利用野生空心莲子草繁殖空心莲子草叶甲[J].福建农业大学学报:自然科学版,1994,23(4):421-425.
- [11] 吴珍泉,蔡元呈,郭振铎,等.温湿度对叶甲空心莲子草叶甲生长发育的影响[J].福建农业大学学报:自然科学版,1994,23(1):46-50.
- [12] 吴珍泉.温度对空心莲子草叶甲生长发育的影响[J].应用生态学报,1997,8(2):181-184.
- [13] 娄远来.空心莲子草的生物学、生态学与复配除草剂的增效作用及作用机理研究[D].南京:南京农业大学农学院,2003:27-74.
- [14] 丁建清,王韧,付卫东,等.农达对水葫芦象甲的影响[J].中国生物防治,1998,14(4):152-155.
- [15] 田世尧,陈阿妮,纪海霞,等.10种杀虫剂对莲草直胸跳甲幼虫生物活性的测定[J].仲恺农业技术学院学报,1999,12(4):36-39.
- [16] 曾扬,郑伟洁,田世尧,等.16种农药对莲草直胸跳甲成虫的生物活性测定[J].农药,2005,44(12):567-569.
- [17] 李水清,胡小冬.草甘膦在空心莲子草中的吸收与传导作用研究[J].长江大学学报:自然科学版,2008,5(4):1-4.
- [18] 张格成,李继祥,陈秀华.曲纹叶甲防治空心莲子草的应用研究[J].中国南方果树,1997,26(5):47-51.

【责任编辑 李晓卉】