

利用水葫芦象甲和农达综合控制水葫芦*

丁建清 王 韧 付卫东 陈志群

(中国农业科学院生物防治研究所 北京 100081)

Integrated control of *Eichhornia crassipes* using *Neochetina eichhorniae* Warner and herbicide Roundup.

Ding Jianqing Wang Ren Fu Weidong Chen Zhiquan (Biological Control Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing, 100081).

Abstract In order to reach a fast and sustainable suppression of water hyacinth, *Eichhornia crassipes*, control effect tests with the weevil, *Neochetina eichhorniae*, after sprayed with 41% Roundup (glyphosate) at different concentrations were conducted in plots outdoor. The results showed that 50% - 100% plants died after 3 - 8 weeks of spraying Roundup at the concentrations of 4.5 kg/hm² and 1.5 kg/hm², and all the weevils also died because of the lack of food. Contrastingly, in the plots treated with Roundup at the concentration of 0.45 kg/hm² the weevil remained its population well. Reproduction and biomass of the plant were greatly suppressed under the joint effect of the weevil and herbicide. There was no great difference in control effect between the plots treated only with weevil and the plots treated both with the weevil and Roundup at the concentration of 0.045 kg/hm². It indicated that the herbicide at this concentration could not suppress the growth of the plant. The paper reveals that it is possible to use the weevil and Roundup to control water hyacinth at same time, but the concentration should be controlled on suitable level, so as to leave enough food for weevil.

Key words *Eichhornia crassipes*, *Neochetona eichhornia*, Roundup, integrated management

摘要 试验表明同时应用水葫芦象甲和农达控制水葫芦,可达到快速、持续的控制效果,但农达使用剂量应选择适当。药量 4.5 kg/hm² 的综防处理区中,由于农达的作用水葫芦植株在 20~50 d 内大部分死亡,水葫芦象甲亦很快死亡,象甲很难发挥有效的作用;药量为 0.45 kg/hm² 的综防区中,水葫芦象甲和农达同时作用,对水葫芦的叶片数、繁殖量和生物量起到了明显的抑制作用,与单独施用同样药量的化防区和只释放象甲的生防区有显著差异,而且象甲保持了一定的种群密度;而药量为 0.045 kg/hm² 的综防区与只放象甲的生防区控制水葫芦的效果一样。

关键词 水葫芦 水葫芦象甲 农达 综合治理

中图分类号 S 451.1

水葫芦 [*Eichhornia crassipes* (Martius) Solms-Laubach] 是原产于南美的多年生水生植物,由于其繁殖扩散能力极强,现已成为国内外分布危害最为严重的水生杂草。国内目前防治水葫芦的方法主要为人工打捞和化学防治,但都难以取得持续控效,而且滥用化学除草剂容易污染环境。生物防治水葫芦现已在一些国家取得了成功,但单一应用这种方法往往需要较长的时间^[1]。如何采用综合治理措施,同时发挥生物和化学防治的优势,以取得快速、持续的

控制效果,是目前国际上研究防治水葫芦的重点课题^[2]。国内未有过综合协调利用化学除草剂和食草昆虫控制杂草的报道。开展这方面的研究,不仅可研制防治水葫芦的新技术,还可丰富杂草综合治理的理论和方法。

水葫芦象甲 (*Neochetina eichhorniae* Warner) 是中国农科院生防所 1995 年从美国和阿根廷引进的专食水葫芦的天敌昆虫,现已在我国南方一些省区释放,并建立了种群。内吸性化

* 国家自然科学基金资助项目 (39770502), 万方浩博士对本文提出宝贵意见, 谨此致谢。

收稿日期: 1998-10-26

学除草剂农达(Roundup,通用名为 glyphosate)对于防除水葫芦等杂草也具有较好的效果^[2];作者曾研究发现农达对水葫芦象甲卵、幼虫、成虫并没有直接的影响^[3]。本文报道了作者于 1997 年在北京进行的综合协调利用水葫芦象甲和不同浓度农达控制水葫芦的试验结果。

1 材料与方法

1.1 材料

水葫芦采自福建、浙江,在中国农科院生防所内养殖;水葫芦象甲从美国、阿根廷引进后在中国农科院生防所内繁殖保种;农达 41% 水剂由美国孟山都公司提供。

1.2 试验方法

室外试验在水池内设置 30 个小区,每小区均以网罩相隔,加营养土保持水质养分一致。每小区面积为 $1.0\text{ m} \times 0.8\text{ m}$,深度为 0.8 m 。7 月 7 日每小区随机放置 10 株水葫芦(均为单株,无分枝,叶片数一般为 6~7 片),植株高度约 30 cm。

整个试验设置下述处理:化防区,只施用农达,药量分别为 4.5、1.5、0.45、0.045 kg/hm^2 ;生防区,只释放水葫芦象甲,包括成虫和幼虫;综防区,既释放象甲,又施用农达,药量分别为 4.5、1.5、0.45、0.045 kg/hm^2 ;对照区,既无象甲,又无农达。

7 月 9 日先在生防区和综防区的每株水葫芦上人工接入 1 龄幼虫 3 头(每小区 30 头),接虫后 2 d,待幼虫钻入茎秆后,在综防区内喷施农达,按每种试验药量均加水 150 kg/hm^2 ,用手持喷雾器喷施,化防区同时做同样的农达处理;施用农达后当天,在生防区和综防区释放象甲成虫,每小区 10 头(雌雄各半)。以上每个处理重复 3 次,随机排列小区位置。试验期间室外温度 $18\sim 35^\circ\text{C}$,相对湿度 50%~90%。分别于处理后 10、20、50、90 d 调查记录水葫芦植株外观症状变化,并在处理前 1 d,处理后 40、90 d 分别调查水葫芦植株高度、植株数、叶片数(农达在植株体内持效期可达 40 d 左右;水葫芦象甲 90 d 完成 1 世代)。在 90 d 时调查成虫数并将所有小区水葫芦植株烘干、称重。试验后数据采用 STATGRAPHICS 软件统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同处理对水葫芦植株症状变化的影响

农达药量为 $4.5\text{ kg}/\text{hm}^2$ 的化防和综防区,防效十分迅速,20 d 后 80% 以上的植株死亡,有无象甲对该处理区几乎无任何影响;药量 $1.5\text{ kg}/\text{hm}^2$ 使少数植株在 20 d 时死亡,在 90 d 时死亡率达 80% 以上。在该药量下,象甲难以发挥有效的作用;当农达药量降低为 $0.45\text{ kg}/\text{hm}^2$ 时,虽难以杀灭植株,但仍使植株心叶变白、卷叶、茎秆枯黄,释放水葫芦象甲同时也起到了明显作用。象甲幼虫钻蛀茎秆使其腐烂,成虫大量取食叶片,农达和象甲共同作用抑制了植株生长和繁殖。而当药量降至 $0.045\text{ kg}/\text{hm}^2$ 时,只在第 20 天时少数植株心叶出现白色条状斑痕,生长受到影响,而到第 50 天时,这些植株又重新恢复生长,与对照一样。在此药量下的综防区中,水葫芦受抑制主要是由于象甲的作用。

2.2 对水葫芦植株繁殖量的影响

处理 90 d 后药量为 $4.5\text{ kg}/\text{hm}^2$ 的化防和综防区植株数均为 0;而 $1.5\text{ kg}/\text{hm}^2$ 处理的化防和综防区分别只有 1.3、2.3 株;处理 40 d 时药量为 $0.45\text{ kg}/\text{hm}^2$ 的化防和综防区差异虽不显著,但到 90 d 时二者差异显著,而且该综防区与对照也有明显的差异,表明象甲与该浓度配合可起到明显的抑制繁殖量的作用。值得注意的是药量为 $0.045\text{ kg}/\text{hm}^2$ 的综防和化防区以及生防和对照区植株数差异均不显著。这表明,只释放象甲在短短的 3 个月内难以有效抑制水葫芦的繁殖。农达药量过低,如 $0.045\text{ kg}/\text{hm}^2$,也难以起到明显作用;药量大时可杀灭绝大部分植株;只有当药量为 $0.45\text{ kg}/\text{hm}^2$ 时,同时应用象甲既利于天敌昆虫建立种群,又能十分明显地抑制水葫芦繁殖。

2.3 对水葫芦象甲的影响

处理 90 d 后生防区农达使用量为 $0.045\text{ kg}/\text{hm}^2$ 和 $0.45\text{ kg}/\text{hm}^2$ 综防区象甲成虫总数量分别为 66、52 头和 24 头;药量 $4.5\text{ kg}/\text{hm}^2$ 和 $1.5\text{ kg}/\text{hm}^2$ 处理小区所有水葫芦全部死亡,象甲数量也为 0(表 1)。而此时生防区药量 $0.45\text{ kg}/\text{hm}^2$ 和 $0.045\text{ kg}/\text{hm}^2$ 的综防区仍有大量水

葫芦植株。可见,高剂量农达处理后,由于对水葫芦植株的杀伤性太强,象甲的种群数量也会受到明显抑制。

表 1 不同处理对水葫芦植株和象甲繁殖量的影响*

处理	处理后 40 d		处理后 90 d		象甲成虫总量(头)
	每小区植株数		每小区植株数		
H1	0.0±0.0 a	A	0.0±0.0 a	A	—
I1	1.0±1.0 a	A	0.0±0.0 a	A	0
H2	11.3±8.0 abc	ABC	1.3±0.7 a	A	—
I2	6.7±1.5 ab	AB	2.3±1.2 a	A	0
H3	20.3±1.8 cd	CD	24.7±0.9 c	BC	—
I3	15.0±2.6 bcd	BCD	14.3±3.9 b	B	24
H4	20.0±2.1 cd	CD	27.3±3.7 c	C	—
I4	19.3±2.6 cd	CD	18.7±1.2 bc	BC	52
B	21.7±4.9 cd	CD	19.0±5.6 bc	BC	66
C	25.3±4.7 d	D	27.3±4.3 c	C	—

* 表中 H1 和 I1、H2 和 I2、H3 和 I3 以及 H4 和 I4 分别示药量为 4.5、1.5、0.45 kg/hm² 和 0.045 kg/hm² 的化防和综防区,B 示生防区,C 示对照区,以下同。处理前每小区内均有 10 株水葫芦,每一综防和生防区中分别有 30 头幼虫和 10 头成虫;表中数字后不同大写英文字母示差异显著性水平达 0.01,小写字母示差异达 0.05,下同。

2.4 对水葫芦植株高度的影响

除了农达用量为 4.5 kg/hm² 和 1.5 kg/hm² 的化防和综防区由于植株大量死亡外,在 0.45 kg/hm² 和 0.045 kg/hm² 的化防和综防区,以

及生防和对照区,处理后 40、90 d 时植株高度差异均不显著(表 2)。表明这两个剂量处理对植株高度无明显影响,象甲在 3 个月内对株高也无明显的抑制作用。

2.5 对水葫芦叶片数的影响

不同处理对小区内水葫芦叶片数的影响与繁殖量的结果相似,处理后 40、90 d 时药量为 0.45 kg/hm² 的综防区和化防区差异均十分显著,但该化防区与药量为 0.045 kg/hm² 的化防和综防区以及生防和对照区差异不明显。表明在 0.45 kg/hm² 药量下,同时应用象甲可十分显著地降低水葫芦新生叶片数(表 2)。

2.6 对水葫芦植株干重的影响

处理 90 d 时药量 4.5 kg/hm² 的化防和综防区的植株干物质重量均为 0;1.5 kg/hm² 化防和综防区分别为 29.5 g 和 46.2 g;0.45 kg/hm² 化防和综防区干重分别为 281.3 g 和 130.2 g,生防和对照区分别为 283.3 g 和 351.8 g。除 4.5 kg/hm² 和 1.5 kg/hm² 处理的小区干重与其他各处理有十分显著的差异外,0.45 kg/hm² 综防区与其他各处理也存在明显的差异。说明在 0.45 kg/hm² 剂量下同时应用象甲可十分显著地降低水葫芦生物量。

表 2 不同处理对小区内水葫芦平均株高和平均叶片数的影响

处理	处理前 1 d		处理后 40 d		处理后 90 d	
	株高(cm)	叶片数(片)	株高(cm)	叶片数(片)	株高(cm)	叶片数(片)
H1	29.2±2.1 a	69.3±3.2 a	0.0±0.0 a A	0.0±0.0 a A	0.0±0.0 a A	0.0±0.0 a A
I1	30.4±3.0 a	70.0±3.5 a	6.0±6.0 ab AB	2.7±2.7 a A	0.0±0.0 a A	0.0±0.0 a A
H2	31.1±2.0 a	70.0±3.2 a	17.2±8.7 bc BC	11.3±7.7 a A	13.6±6.8 b AB	7.0±3.4 a A
I2	28.8±2.8 a	70.7±3.4 a	24.4±3.1 cde CD	21.3±9.0 a AB	12.5±4.4 ab AB	9.0±4.6 a A
H3	30.9±2.3 a	68.0±4.4 a	29.9±0.9 de CD	111.3±9.7 c DE	30.1±2.3 c BC	132.7±11.3 c C
I3	33.4±1.1 a	73.3±2.0 a	21.6±2.3 cd BCD	63.0±17.0 b BC	22.1±5.8 bc BC	63.0±20.8 b AB
H4	28.9±3.6 a	69.3±2.9 a	35.3±3.5 e D	136.3±2.6 cd DE	34.3±1.2 c C	147.3±12.4 c C
I4	30.4±0.4 a	72.0±1.0 a	26.9±1.6 cde CD	105.0±7.0 c CD	29.9±2.3 c BC	111.7±8.7 c BC
B	32.0±1.1 a	73.3±3.0 a	27.1±3.1 cde CD	109.3±19.7 c DE	32.9±3.0 c C	119.7±36.8 c BC
C	27.5±1.2 a	71.0±1.5 a	30.2±2.0 de CD	155.3±15.2 d E	34.2±3.2 c C	138.3±15.4 c C

3 结果与讨论

利用食草昆虫水葫芦象甲与化学除草剂农达可有效地协调配合控制水葫芦生长繁殖,从而达到持续控制的目的,在国内尚属首次。国外已有报道 2.4 滴在水葫芦上施用后,象甲种群不仅没有下降,反而有所上升^[7]。在综合治理的策略

上,Haag 报道可在河道的一侧留存水葫芦,以使象甲种群保存,而另一侧喷施除草剂可达到综合治理的效果。本试验认为直接在有象甲的水葫芦上喷施除草剂农达既可有效控制水葫芦的生长,又可保留一定种群数量的象甲,但农达用量要适宜。在防治初期,水葫芦密度往往很高,喷

施农达可迅速降低繁殖量,然后再释放象甲并维持或增加其种群密度,可达到持续控制的目的。

药量是影响农达能否有效与象甲协调的关键因子。作者曾研究发现不同药量农达对水葫芦象甲各虫态发育并没有直接影响^[3]。但本试验表明选用农达不当造成食料短缺可严重影响象甲的生产。药量太大时,水葫芦很快死亡,象甲因无食料而死亡;但药量太少时,除草剂又难以有效发挥作用。因此,选择既可有效抑制水葫芦植株生长和种群繁殖、又在短期内难以杀灭植株的药量,是维系象甲种群存在的关键。结果表明,0.45 kg/hm²是较为适宜。而通常田间单独应用农达时,4.5 kg/hm²是商品推荐用量。本

项研究的重要意义就在于发现与象甲配合时,只要使用正常用量的1/10农达制剂,就可获得十分显著的控制效果。这将在很大程度上避免因过量应用农达而带来的环境及成本问题。

主要参考文献

- 1 Harley K L S. The role of biological control in the management of water hyacinth, *Eichhornia crassipes*. Biocontrol News and Information, 1990, 11(1): 11
- 2 Findlay J B R, Jones D. The integrated control of water hyacinth, *Eichhornia crassipes*, in Africa based on Roundup herbicide treatments. In: Moran V C, Hoffmann J H eds. Proceedings of the 9th international symposium on biological control of weeds. Stellenbosch, South Africa Jan, 19-26. 1996. 435-440.
- 3 丁建清,王 韧,付卫东,等. 农达对水葫芦象甲的影响. 中国生物防治, 1998, 14(4).