

文章编号:1001-4829(2009)05-1439-05

5种植物对薇甘菊化感作用研究

徐高峰¹,张付斗^{1*},李天林¹,张云²,张玉华¹

(1. 云南省农业科学院农业环境资源研究所,云南昆明 650205;2. 云南农业大学农学与生物技术学院,云南昆明 650201)

摘要:用水作为溶剂对云南省薇甘菊发生地伴生的常见本地物种异型莎草(*Cyperus difformis*)、水蓼(*Polygonum hydropiper*)和外来物种空心莲子草(*Alternanthera philoxeroides*)、三叶鬼针草(*Bidens pilosa* L.)以及农粮作物红薯(*Ipomoea batatas*)地上部分进行提取,后将各提取液配制成一定质量浓度的营养液培养薇甘菊幼苗,12 d后测其对薇甘菊幼苗的生长抑制情况。结果表明,5种供试植物的水提取物均能抑制薇甘菊幼苗的生长,且彼此间存在一定的差异。5种植物化感作用的综合抑制效应总体表现为:空心莲子草>异型莎草>三叶鬼针草,水蓼和红薯对薇甘菊幼苗生长的抑制程度相似,但强度明显弱于前3种植物;不同供试植物的水提取物对薇甘菊幼苗新增质量的受抑制程度均大于茎长和根长的受抑制程度。说明入侵地许多与薇甘菊伴生的物种具有抑制薇甘菊幼苗生长的化感作用,其中外来种群的抑制作用总体强于本地种群。

关键词:薇甘菊;化感作用;种群适应性;综合效应

中图分类号:Q948.1 **文献标识码:**A

Allelopathy of 5 Associated Species on *Mikania micrantha* H. B. K

XU Gao-feng¹, ZHANG Fu-dou^{1*}, LI Tian-lin¹, ZHANG Yun², ZHANG Yu-hua¹

(1. Agricultural Environment & Resource Research Institute, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Yunnan Kunming 650205, China;

2. College of agronomy and biotechnology, Yunnan Agricultural University, Yunnan Kunming 650201, China)

Abstract: Allelopathy of 5 associated species (*Cyperus difformis*, *Polygonum hydropiper*, *Alternanthera philoxeroides*, *Bidens pilosa* L. and *Ipomoea batatas*) on invasive plant *Mikania micrantha* H. B. K was studied. The bioactivity of aqueous extract from overground part of 5 associated species was evaluated on the growth of *Mikania micrantha* H. B. K. seedling. The results showed that aqueous extract from 5 associated species inhibited growth of *Mikania micrantha* H. B. K. seedling and the inhibiting order was *Alternanthera philoxeroides* > *Cyperus difformis* > *Bidens pilosa* L., the *Polygonum hydropiper* and *Ipomoea batatas* had similar the inhibition rate but were obviously weak to others. The weight were inhibited more than stem and root. These results showed associated species had allelopathic to *Mikania micrantha* H. B. K. seedling and effects of alien populations were more than that of local species.

Key words: *Mikania micrantha* H. B. K; Allelopathy; Population adaptability; Synthetic inhibitory effect

薇甘菊 (*Mikania micrantha* H. B. K) 是菊科 (Compositae) 假泽兰属 (*Mikania*) 多年生草质或稍木质藤本植物,入侵生态系统之后,植物常因被其攀援、缠绕或覆盖等原因而死亡,因此常被称为“植物杀手”,是世界上公认最具有入侵性和危害性的恶性杂草之一^[1-3]。2001年被国际自然保护与自然资源保护联合会 (IUCN) 列入世界上 100 种有害外来入侵种^[4-6]。

薇甘菊原产于中美洲和南美洲,现广泛分布于东南亚以及太平洋周边等地区,20世纪80年代侵入中国,近年来相继在香港、广东与云南等地暴发^[7-9]。薇甘菊的防控是一个世界性难题。国内外历时 40 多年的研究与实践,人工防除^[10]、化学防除^[11-13]和生物防治^[14-17]等方面取得了积极进展,但这些措施都未能从根本上遏制薇甘菊的扩散与蔓延。国内学者张茂新^[18]、邵华^[19]等研究认为薇甘菊入侵和蔓延的一个重要机制是其具有强烈的化感作用。植物的化感作用是指一种植物或微生物(供体)通过向环境释放某些化学物质从而影响其他有机体生长和发育的化学生态学现象,广泛存在于自然界中,包括促进和抑制两方面作用^[20-22]。薇甘菊

收稿日期:2009-04-15

基金项目:云南省政府专项“薇甘菊防治与预警监测”;云南省农科院基金项目

作者简介:徐高峰(1979-),男,安徽庐江人,研究实习员,从事杂草学与化学生态学研究,*为通讯作者,Tel:(0871)5894429, E-mail:fdzh@vip.sina.com。

由于强烈的化感作用,导致入侵地生物多样性的严重丧失和生态系统退化^[19],利用本地物种的竞争或化感作用抵御外来物种的入侵与扩散,成为生态治理的主要措施。由于该措施具有安全、持久的效果,成为国际生物入侵研究的热点。

为利用云南本土植物资源开展生态防控薇甘菊,探索本地物种对薇甘菊的化感作用具有十分重要的科学与应用价值。试验测定云南本地物种,并比较与外来物种对薇甘菊的化感作用,旨在为高效、安全与持久控制该重大入侵有害生物提供科技支撑与理论依据。

1 材料与方法

1.1 不同供体植物水提取液制备

空心莲子草(*Alternanthera philoxcroides*)、三叶鬼针草(*Bidens pilosa* L.)、异型莎草(*Cyperus difformis*)、水蓼(*Polygonum hydropiper*)和红薯(*Ipomoea batatas*)的新鲜叶片在室温下阴干粉碎,分别称取各供体植物粉末50 g,在4℃下用一定量的蒸馏水冷浸提取24 h后真空抽滤,共4次,合并提取液并将其定容至500 mL备用(所得母液的质量浓度为每100 mL母液相当于含各供试植株的干质量10 g)。分别精确吸取各供体植物母液50、25、12.5、6.25 mL至50 mL容量瓶中,用蒸馏水定容至刻度线后将其倒入120 mL棕色小口培养瓶中。再向每棕色小口培养瓶中加入2倍浓度的Hoagland's改良营养液50 mL后摇匀备用,所得溶液为1倍浓度Hoagland's营养液和质量浓度分别为50、25、12.5、6.25 mg/mL的培养液(每100 mL溶液相当于含各供体植株的干质量:5、2.5、1.25、0.625 g)。

1.2 薇甘菊对供体植物适应性生物测定

本实验采用离体扦插和溶液培养法测定薇甘菊的自毒作用^[23]。选取野外薇甘菊生长健壮的中下部枝条作为扦插营养体,将其插入Hoagland's营养

液中培养并对其进行修剪,使其保留一根主枝,30 d后,选取新生茎长在30~40 cm健壮且基本生长一致的枝条进行试验。试验前先精确测量供试植株的鲜质量、茎长和平均根长。后随机将其移入制备好的各培养液中,用脱脂棉固定封口后放入温度为25℃、光照强度为5000 lx的人工气候室中恒温培养。光照时间14 h/d,相对湿度控制在70%左右。每隔2d加1倍浓度Hoagland's(霍格兰氏)营养液至瓶上标记刻度线。每个处理设40次重复,以1倍浓度Hoagland's营养液做对照。12d后再次测量各供试植株的质量、茎长和平均根长。2次测量结果的差值即为薇甘菊平均新增质量、新增茎长、新增根长,后按下列公式换算成对照抑制百分率:

$$\text{抑制率}(\%) = (1 - \text{处理}/\text{对照}) \times 100$$

综合抑制效应(SE)是供体对同一受体3个测试项目的抑制百分率的算术平均值。

本试验数据采用DPS v9.01版软件进行统计分析,利用随机区组设计结合Duncan新复极差法对各指标进行差异显著性检验。

2 结果与分析

2.1 两种外来植物水提取物对薇甘菊幼苗生长的影响

薇甘菊幼苗在三叶鬼针草和空心莲子草水提取物的营养液中生长均受到了抑制,表现为处理组的新生茎长、新生根长和植株干物质积累都小于对照组,差异显著,且抑制效果随着浓度的增加变强,表现出生长不适应性。相同供试浓度下,空心莲子草水提取物对薇甘菊幼苗的生长抑制强度大于三叶鬼针草,表现为空心莲子草处理组的薇甘菊幼苗在新生茎长、新生根长和植株干物质积累都小于三叶鬼针草处理组,特别是在浓度为50 mg/mL时,空心莲子草处理组完全抑制了薇甘菊幼苗的生长(表1)。薇甘菊幼苗的干物质积累量受2种供试植物水提取物的影

表1 三叶鬼针草、空心莲子草水提取物对薇甘菊幼苗生长的影响

Table 1 The influence of aqueous extract from *Bi. pi* and *Al. ph* on *Mikania micrantha*

浓度(mg/mL)	新生茎长(cm)		新生根长(cm)		新增质量(g)	
	<i>Bi. pi</i>	<i>Al. ph</i>	<i>Bi. pi</i>	<i>Al. ph</i>	<i>Bi. pi</i>	<i>Al. ph</i>
50	3.05 ± 0.28dD	0.00 ± 0.00eE	0.30 ± 0.08dD	0.00 ± 0.00eE	0.25 ± 0.03ec	0.00 ± 0.00Dd
25	4.87 ± 0.21cC	1.33 ± 0.15dD	0.4 ± 0.09dD	0.18 ± 0.05dD	0.48 ± 0.05dC	0.00 ± 0.00Dd
12.5	14.50 ± 0.31bB	9.8 ± 0.28cC	0.78 ± 0.10cC	0.53 ± 0.10cC	1.30 ± 0.08cB	0.7 ± 0.09Cc
6.25	15.22 ± 0.21aAB	13.92 ± 0.27bB	1.01 ± 0.06bB	0.93 ± 0.11bB	1.53 ± 0.05bB	1.18 ± 0.06Bb
CK	16.65 ± 0.31aA		1.2 ± 0.04aA		2.38 ± 0.12Aa	

注:表中数据为平均值±标准误,小写字母不相同表示同列数据与对照在0.05水平上差异显著,大写字母不相同表示同列数据与对照在0.01水平上差异显著。*Bi. pi* 三叶鬼针草,*Al. ph* 空心莲子草。下同。

Note: The values in the table is average ± standard error. The same letters within same column are not significant, with different superscripts lower case are significantly different at 0.05 and 0.01 levels. The same as below.

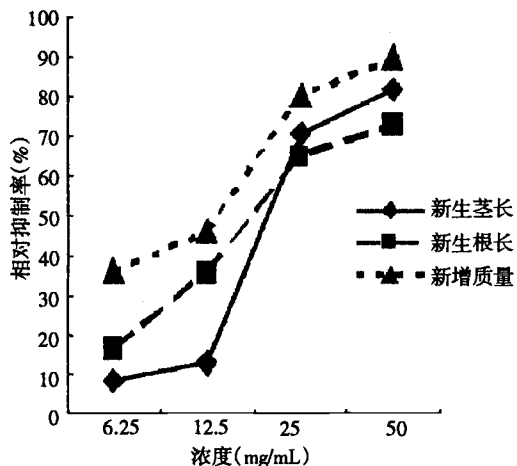


图 1 三叶鬼针草水提物对薇甘菊幼苗新增茎长、根长和质量的抑制率

Fig. 1 The inhibition rate of aqueous extract from *Bi. pi* on growth of *Mikania micrantha*

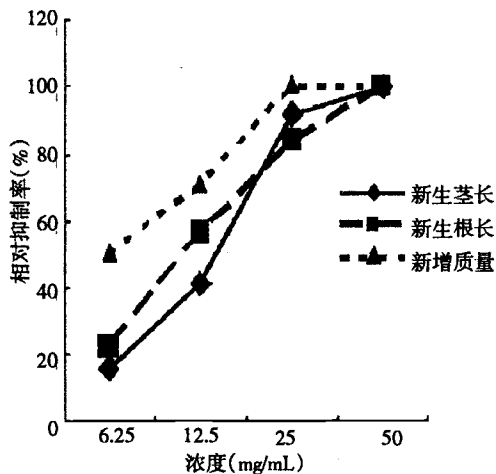


图 2 空心莲子草水提物对薇甘菊幼苗新增茎、根和质量的抑制率

Fig. 2 The inhibition rate of aqueous extract from *Al. ph* on growth of *Mikania micrantha*

响大于相同浓度下的茎和根;茎生长的受抑程度大于相同浓度下的根,但随着浓度的降低,根受抑程度反而大于茎(图 1~图 2)。

2.2 3 种本地植物水提物对薇甘菊幼苗生长的影响

薇甘菊幼苗在 3 种本地植物异型莎草、水蓼和

表 2 三种本地物种水提物对薇甘菊幼苗生长的影响

Table 2 The influence of aqueous extract from 3 local plants on *Mikania micrantha*

浓度 (mg/mL)	新生茎长 (cm)			新生根长 (cm)			新增质量 (g)		
	<i>Cy. di</i>	<i>Po. hy</i>	<i>Ip. ba</i>	<i>Cy. di</i>	<i>Po. hy</i>	<i>Ip. ba</i>	<i>Cy. di</i>	<i>Po. hy</i>	<i>Ip. ba</i>
50	0.00 ± 0.00eE	8.03 ± 0.14dC	9.75 ± 0.21dD	0.00 ± 0.00eD	0.45 ± 0.03dC	0.35 ± 0.03dD	0.00 ± 0.00eE	0.55 ± 0.08dD	0.72 ± 0.08dC
25	7.6 ± 0.15dD	12.88 ± 0.24cB	12.15 ± 0.7cC	0.53 ± 0.05dC	0.75 ± 0.03cB	0.75 ± 0.05cC	0.25 ± 0.03dD	1.53 ± 0.03cC	1.38 ± 0.03cC
12.5	10.8 ± 0.19cC	14.98 ± 0.27bB	14.15 ± 0.51bB	0.78 ± 0.10cB	1.03 ± 0.05bA	0.93 ± 0.03bB	0.83 ± 0.04cC	1.95 ± 0.14bB	1.70 ± 0.11bB
6.25	13.5 ± 0.27bB	15.9 ± 0.38aA	16.07 ± 0.51aAB	1.01 ± 0.12bA	1.10 ± 0.08abA	1.10 ± 0.04aA	1.48 ± 0.05bB	1.97 ± 0.09bB	2.20 ± 0.09aA
CK	16.65 ± 0.31aA			1.2 ± 0.04aA			2.38 ± 0.12aA		

注:表中 *Cy. di* 异型莎草, *Po. hy* 水蓼, *Ip. ba* 红薯。

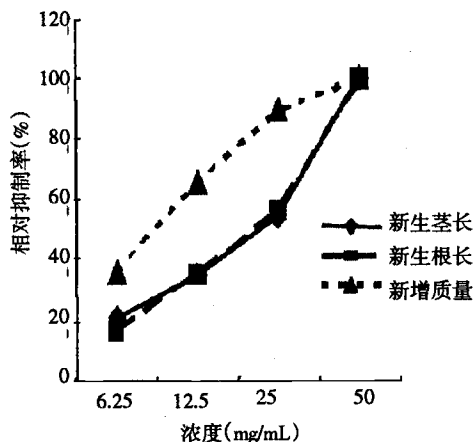


图 3 异形莎草水提物对薇甘菊幼苗新增茎长、根长和质量的抑制率

Fig. 3 The inhibition rate of aqueous extract from *Cy. di* on growth of *Mikania micrantha*

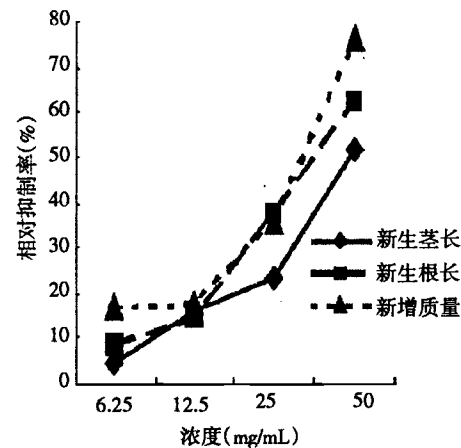


图 4 水蓼水提物对薇甘菊幼苗新增茎长、根长和质量的抑制率

Fig. 4 The inhibition rate of aqueous extract from *Po. hy* on growth of *Mikania micrantha*

红薯的水提物营养液中同样产生不适应性,生长均受到了抑制,且抑制强度与浓度成正相关。其中薇甘菊在异型莎草水提物中的受抑制强度最大,各处理与对照差异极显著,在浓度为 50 mg/mL 时,完全抑制了的薇甘菊幼苗的生长,经粮作物红薯水提物次之,本地杂草水蓼抑制效果最差(表 2)。薇甘菊幼苗的质量受 3 种供试植物水提物的影响最大。在

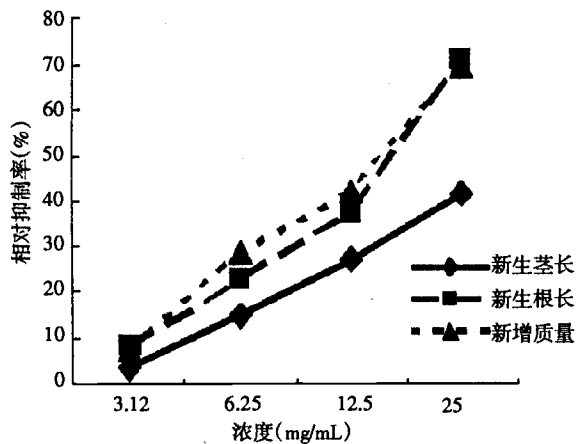


图5 红薯水提取物对薇甘菊幼苗新增茎长、根长和质量的抑制率

Fig. 5 The inhibition rate of aqueous extract from *Ip. ba* on growth of *Mikania micrantha*

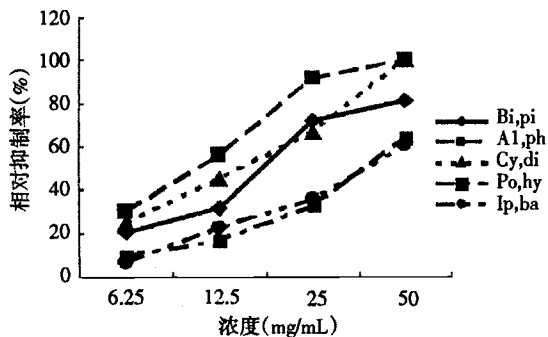


图6 5种植物水提取物对薇甘菊幼苗生长的综合效应比较

Fig. 6 The synthetic Allelopathic effect of 5 associated species aqueous extract on seedling growth of *Mikania micrantha*

异型莎草水提液中,薇甘菊幼苗的茎和根的受抑制程度较为一致;水蓼水提液在浓度大于12.5 mg/mL时根的受抑制程度大于茎;薇甘菊幼苗在红薯水提液中根的受抑制程度较大,而茎生长的受抑制程度最低(图3~图5)。

2.3 5种伴生植物水提取物对薇甘菊幼苗生长的综合抑制效应比较

通过比较5种伴生植物水提取物对薇甘菊幼苗生长的综合抑制效应可知,薇甘菊幼苗在5种植物水提液中的生长均受到一定的抑制,且存在一定的差异。薇甘菊幼苗在不同水提物中的生长受抑制趋势总体为:空心莲子草>异型莎草>三叶鬼针草,水蓼和红薯对薇甘菊幼苗生长的抑制程度相似,但强度明显小于另外三种植物。结果表明,薇甘菊幼苗对供试植物的水提物存在一定的不适应性,其中受外来优势种群的干扰大于本地种群(图6)。

3 讨论

在自然界中,植物通过雨水、雾滴等方式淋溶化

感物质到土壤环境,对其它物种产生化感作用^[10],本试验在云南省薇甘菊发生地选取了常见的5种伴生植物采用水提取和营养液培养法测定其对薇甘菊幼苗的化感作用,与自然界实际情况基本一致。

试验在云南省薇甘菊发生地选取的5种供试植物可分为3类,分别是入侵时间较长且在本地生态系统中占有较强种群优势外来物种和本地常见物种以及适合山坡荒地生长具有一定经济价值的农粮作物红薯。结果表明外来物种空心莲子草和三叶鬼针草对薇甘菊的化感作用较强,其水提物对薇甘菊幼苗的生长有较强的抑制作用;本地物种异型莎草(仅次于空心莲子草)对薇甘菊也有很强的化感作用,但水蓼和红薯对薇甘菊的化感作用明显弱于其他3种植物,试验材料中外来物种的化感作用强于本地物种。

群落结构是自然界长期演替的结果。群落中不同种群经过长期的共存,彼此间形成了一定的适应性而趋于稳定,以达到充分利用自然资源。薇甘菊作为一种外来入侵植物,其入侵同样受到本地原有物种的抵御,这与群落中物种的组成、丰富度及群落结构密切相关。试验结果证实其入侵过程和许多本地物种存在互不适应性,但薇甘菊在入侵地的扩散和蔓延存在加速趋势,笔者认为这可能与入侵地生态受到破坏,本地原有物种缺乏合理的时空配置有关。通过对薇甘菊伴生物种的化感作用研究,可利用本地物种资源来替代控制薇甘菊的发生,以达到安全、持久的控制效果,并建立合理的群落结构以阻止其扩展蔓延。

参考文献:

- [1] 黄忠良,曹洪麟,梁晓东,等.不同森林和生境内薇甘菊的生存与危害状况[J].热带亚热带植物学报,2000,8(2):131-138.
- [2] 邵志芳,赵厚本,邱少松,等.深圳市主要外来入侵植物调查及治理状况[J].生态环境,2006,15(3):587-593.
- [3] WATERHOUSE D F. Biological control of weeds: southeast asian prospects [M]. Canberra, Australia: ACIAR, 1994. 124-125
- [4] CRONK Q C B, FULLER J L. Plant Invaders: the threat to natural ecosystems [M]. London, UK: Chapman and Hall, 1995. 241.
- [5] HOLM L G, PLUCKNETT D L, PANCHO J V, et al. The world's worst weeds: distribution and biology [M]. Honolulu: University Press of Hawaii, 1977. 320-327.
- [6] LOWE S, BROWNE M, BOUDJELAS S, et al. 100 of the world's worst invasive alien species: a selection from the global invasive species database [C]. IUCN - ISSG, 2001.
- [7] 冯惠玲,曹洪麟,梁晓东,等.薇甘菊在广东的分布与危害[J].热带亚热带植物学报,2002,10(3):263-270.
- [8] 王伯荪,廖文波,李鸣光,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.
- [9] 管启杰,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.

- [10] 李小川,殷作云,何立平,等.人为干预群落对薇甘菊的影响[J].福建林学院学报,2003,23(3):214 - 218.
- [11] DUTTA S K. Chemical control of *Mikania micrantha* [J]. Twoandbul,1961,8(2):8 - 9.
- [12] IPOR I B,PRICE C E. Effect of shade on up take, trase location, distribution and activity of imazapyr on *Mikania micrantha* H. B. K. [J]. Plant Protect Trop,1992,9(2):161 - 168.
- [13] 王勇军,廖文波,咎启杰,等.除秀剂森草净防除薇甘菊的效果及其对植物多样性的影响[J].中山大学学报(自然科学版),2003,42(4):181 - 186.
- [14] BARRETO R W, EVANS H C. The mycobiota of the weed *Mikania micrantha* in southern Brazil with particular reference to fungal pathogens for biological control[J]. Mycol Res, 1995(3):343 - 352.
- [15] WANG Bosun(王伯荪), LI Mingguang(李鸣光), YU Ping(余萍), et al. The Parasitic characteristics of *Cuscuta* spp. and their utilization[J]. Journal of Sun Yat-sen University: Natural Science, 2002, 41(6): 49 - 53.
- [16] 邵 华,彭少麟,刘运笑,等.薇甘菊的生物防治及其天敌在中国的新发现[J].生态科学,2002,21(1):33 - 36.
- [17] 韩诗畴,李开焯,罗莉芬,等.菟丝子致死薇甘菊[J].昆虫天敌,2002,24(1):7 - 14.
- [18] 张茂新,凌 冰,孔垂华,等.薇甘菊挥发油的化感潜力[J].应用生态学报,2002,13(10):1300 - 1302.
- [19] 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.
- [20] Anaya A L. Allelopathy as a tool in the management of biotic resources in groecosystems[J]. Critical Reviews Plant Sciences,1999,18:697 - 739.
- [21] Hierro J L, Callaway R W. Allelopathy and exotic plant invasion [J]. Plant Soil,2003,256:29 - 39.
- [22] Inderjit. Soils:Environmental effect on allelochemical activity[J]. Agronomy Journal,2001,93:79 - 84.
- [23] 王英典,刘 宁.植物生物学实验指导[M].北京:高等教育出版社,2001.48 - 53.

(责任编辑 王家银)