

空心莲子草各器官水提液对小白菜化感作用的综合评价

李梅

(上饶师范学院生命科学学院,江西 上饶 334001)

摘要:为了解空心莲子草不同器官的化感作用,本研究采用培养皿滤纸法研究了空心莲子草根、茎、叶和花水提液对小白菜种子萌发、根长、苗高和幼苗鲜重的影响。结果表明,小白菜种子萌发率、根长、苗高以及幼苗鲜重在空心莲子草水提液中均表现出低浓度促进,高浓度抑制的效应;随着水提液浓度的增加,小白菜种子萌发率、根长、苗高以及幼苗鲜重呈逐步减小趋势;随着时间的推移,空心莲子草水提液处理的小白菜根长、苗高呈上升趋势。种子萌发率在第2~3 d达到最大值,而后下降,幼苗鲜重则高浓度逐步下降,低浓度逐步上升趋势;小白菜幼苗根长受空心莲子草水提液影响严重,化感效应指数达0.73,而幼苗高度仅为0.29 cm;空心莲子草根水提液对小白菜萌发率、根长、苗高以及幼苗鲜重抑制作用最强,花水提液抑制效果最差。

关键词:空心莲子草;小白菜;化感作用

中图分类号:Q948

文献标志码:A

Comprehensive Evaluation of Allelopathic Effects of Water Extract from *Alternanthera philoxeroides* on *Brassica chinensis*

LI Mei

(College of Life Science, Shangrao Normal University, Shangrao, 334001 China)

Abstract: In order to know the allelopathy effect of different organs of *Alternanthera philoxeroides*, seeds of *Brassica chinensis* were treated by water extracts of fresh root, stem, leaf and flower of *A. philoxeroides* at different concentration in Petri dish. The results showed that the water extract of different parts of *A. philoxeroides* all promoted the seed germination, root length, seedling height and fresh weight of *B. chinensis* at lower concentration, and inhibited them at higher concentrations. The seed germination, root length, seedling height and fresh weight of *B. chinensis* decreased with increasing of concentrations of the extracts from different parts of *A. philoxeroides*. The root length and seedling height of *B. chinensis* treated by water extracts from *A. philoxeroides* increased with time going, and the seed germination reached the maximum in the 2 or 3 day, and then decreased. The fresh weight decreased gradually at higher concentrations, and rose gradually at lower concentrations. The root length of *B. chinensis* was influenced seriously by the water extract of *A. philoxeroides*, and the allelopathic effect index reached 0.73, but the index of the seedling height reached 0.29 cm only. The seed germination, root length, seedling height and fresh weight of *B. chinensis* were strongly inhibited by the water extract of *A. philoxeroides* root, and that of *A. philoxeroides* flower was the worst.

Key words: *Alternanthera philoxeroides*; *Brassica chinensis*; Allelopathy

空心莲子草属于苋科莲子草属多年生宿根草本植物,原产巴西、阿根廷等地,是一种世界入侵

性恶性杂草^[1],1930年传入中国,现已广布在中国28个省市,是中国危害最严重的外来入侵植物之一^[2-3]。该植物适应能力强,耐贫瘠,入侵后以其克隆繁殖可迅速侵占乡土物种生长地段,形成单优群落,竞争能力强^[4],给农业生产造成了严重经济损失和生态破坏^[5]。

收稿日期:2014-06-27

基金项目:江西省自然科学基金项目(2010GZN0148)

作者简介:李梅(1975-),女,助理实验师,主要从事植物生态学教学科研工作。

目前,空心莲子草作为一种入侵植物已经受到人们的高度重视。前人对空心莲子草化感作用的研究已有报道,熊勇等^[6]研究了空心莲子草对玉米、蚕豆种子萌发率的影响,指出空心莲子草不同浓度水提液对玉米、蚕豆种子萌发率有明显的抑制作用;张远兵等^[7]研究发现空心莲子草水提液对水稻种子萌发和幼苗生长有较强的化感作用;李洁等^[8]发现空心莲子草对油菜种子萌发有抑制作用,但对小麦种子萌发影响不大;苏丽等^[9]报道空心莲子草地下茎对杂草种子萌发率有一定影响。但这些研究和报道大多是空心莲子草某一器官的提取液,不能代表空心莲子草整体的化感作用,也没有对其各器官的化感作用进行研究,本研究以滤纸为载体进行室内生物测定试验,研究了空心莲子草不同器官水提液对小白菜的化感作用,以期为进一步研究空心莲子草各器官化感作用的差异以及利用其化感作用提供理论基础。

1 材料与方方法

1.1 试验材料

2012年7月在上饶师范学院校园内采集空心莲子草的根、茎、叶、花。供试小白菜品种为抗热中箕605。

1.2 浸提液的制备

将采集到的空心莲子草的根、茎、叶、花分别洗净,吸干表面水分,剪成0.5~1.0 cm长的小段,各取60 g,将其分别置于1000 mL的蒸馏水中浸提24 h,制得浸提液母液,浓度为0.06 g/mL,将母液稀释得0.015、0.030、0.045、0.060 g/mL 4种浓度的浸提液。所有浸提液放入冰箱中冷藏备用。

1.3 种子处理

挑选饱满的小白菜种子,经0.5%高锰酸钾溶液消毒10 min后,经蒸馏水冲洗将高锰酸钾洗去。采用培养皿滤纸法将50粒小白菜种子均匀

置于垫有2张滤纸的培养皿中。浸提液浓度分别为0(对照)、0.015、0.030、0.045、0.060 g/mL,加溶液15 mL/皿,用蒸馏水作对照,每个处理设10个重复,然后置于28°C/20°C(昼/夜)的恒温箱中,培养3 d从恒温箱中取出,置于28°C/20°C(昼/夜)光照培养箱中,光强为600 μmol/(m²·s),光照时间14 h/d,2 d更换1次培养皿中的浸提液。

1.4 生长指标测定及化感作用综合评价

为了解空心莲子草浸提液对小白菜种子萌发影响的动态,把小白菜种子播于培养皿后,24 h观察1次,测其发芽率^[8]、根长、苗高、鲜重及化感强度^[10]。

利用Fuzzy数学中隶属函数法对空心莲子草各器官化感作用进行评价,公式为:

$$U(X_{ijk}) = (X_{ijk} - X_{kmin}) / (X_{kmax} - X_{kmin})$$

式中, $U(X_{ijk})$ 为第*i*器官第*j*个小白菜观测对象第*k*项指标隶属度,且 $U(X_{ijk}) \in [0, 1]$; X_{ijk} 表示第*i*器官第*j*个小白菜观测对象第*k*个指标测定值; X_{kmax} 、 X_{kmin} 为所有参试小白菜第*k*项指标的最大值和最小值^[11]。

1.5 统计分析

用Excel 2007对数据进行预处理,后采用SPSS 13.0对数据进行分析。

2 结果与分析

2.1 空心莲子草浸提液对小白菜种子萌发率的影响

随着空心莲子草水提液浓度的增加,小白菜种子萌发率呈降低趋势(图1)。其中,空心莲子草根水提液对小白菜种子萌发的影响最大,最低浓度0.015 g/mL下对小白菜种子抑制较小,萌发率高达(94.86±4.50)% ,而在0.060 g/mL浓度下,小白菜仅有(1.81±1.91)%的种子萌发;其次为空心莲子草叶水提液对小白菜种子萌发抑制较强;

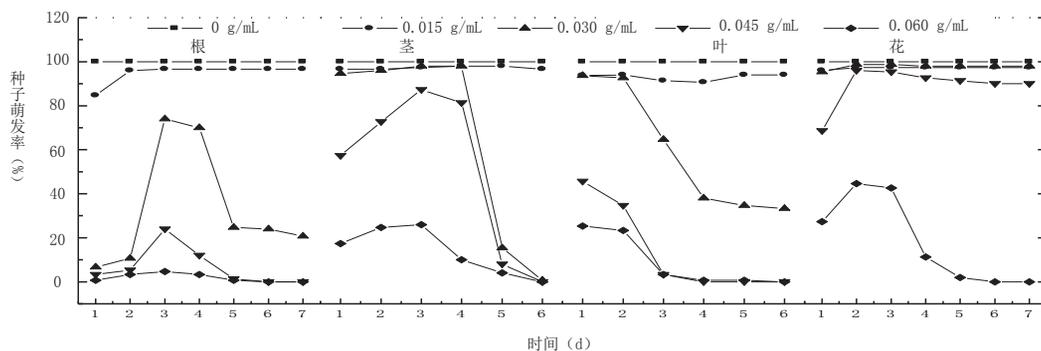


图1 空心莲子草水提液对小白菜种子萌发的化感作用

空心莲子草花提取液对小白菜影响最小,与对照相比较,其0.015、0.030、0.045 g/mL 3个浓度的水提液对小白菜抑制不明显,0.060 g/mL 浓度下小白菜种子萌发率为(10.66±7.04)%,与前三者浓度存在极显著差异($p=6.25 \times 10^{-5} < 0.01$)。

随着时间推移,小白菜种子的萌发率呈现出先上升后回落的趋势(除空心莲子草叶水提液处理组),第2~3 d达到最大值,后迅速降低。

2.2 空心莲子草浸提液对小白菜根长的影响
空心莲子草不同部位水提液对小白菜根的生

长存在明显的影响(图2)。最低浓度除根、茎、花水提液与对照处理无显著差异外,其余存在显著差异。同浓度水提液比较,花水提液对小白菜根长的影响最小,其次为根水提液,影响最大的为叶水提液。随着水提液浓度的增加,小白菜根长呈减小趋势。在0.060 g/mL 浓度时,各部位水提液处理的小白菜种子萌发后胚根生长缓慢,在(0.018±0.037)~(0.052±0.045)cm 之间。随着时间的推移,小白菜根长呈不同程度的上升趋势。

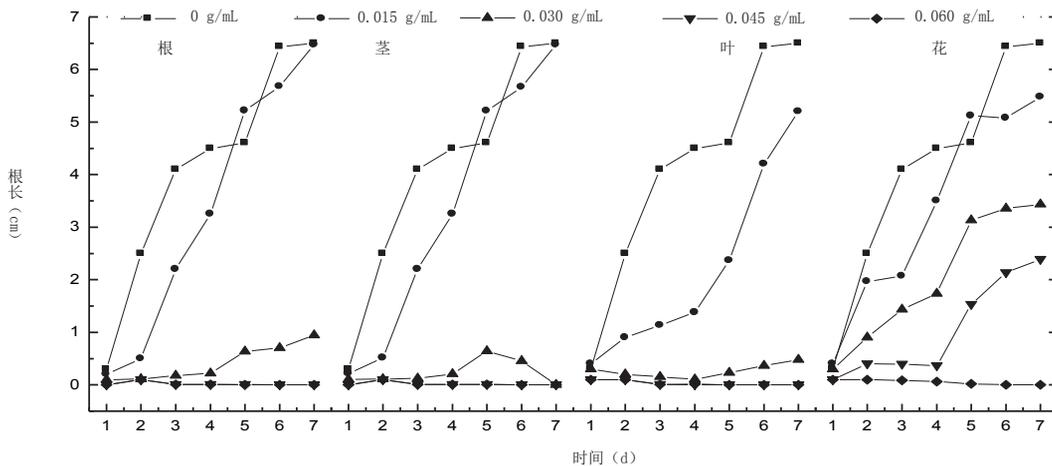


图2 空心莲子草水提液对小白菜根长的化感作用

2.3 空心莲子草浸提液对小白菜苗高的影响
小白菜幼苗高度对空心莲子草水提液敏感性较差,空心莲子草低浓度水提液处理的小白菜幼苗苗高超过对照组,随着浓度逐渐增高,小白菜幼苗

高度呈下降趋势。空心莲子草花水提液中仅0.060 g/mL 对其苗高有抑制作用,其余3个浓度水提液处理的幼苗生长速度超过对照组。空心莲子草根、茎水提液对小白菜幼苗苗高生长影响显著。

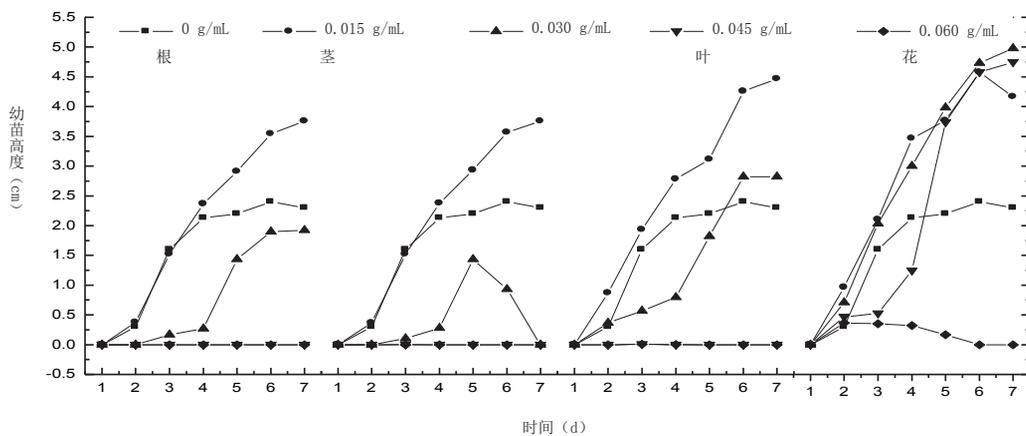


图3 空心莲子草水提液对小白菜苗高的化感作用

2.4 空心莲子草浸提液对小白菜幼苗鲜重的影响

由图4可见,空心莲子草茎和花水提液对小白菜幼苗影响鲜重较小,分别为(0.013±0.001)g, (0.017±0.002)g,其中茎0.015 g/mL 浓度水提液可

提高小白菜鲜重,其余3个浓度对小白菜鲜重有抑制作用,而花0.015 g/mL、0.030 g/mL 水提液对小白菜重量有正向作用,0.045 g/mL 的水提液与对照处理的小白菜重量无显著差异。空心莲子草叶水提液对小白菜鲜重影响最大,0.045 g/mL、

0.060 g/mL 浓度处理的小白菜幼苗鲜重仅为对照组的 1/10 ,其他 2 个浓度与对照无显著差异。小

白菜幼苗鲜重随空心莲子草各部位水提液浓度增加呈现出逐渐降低的趋势。

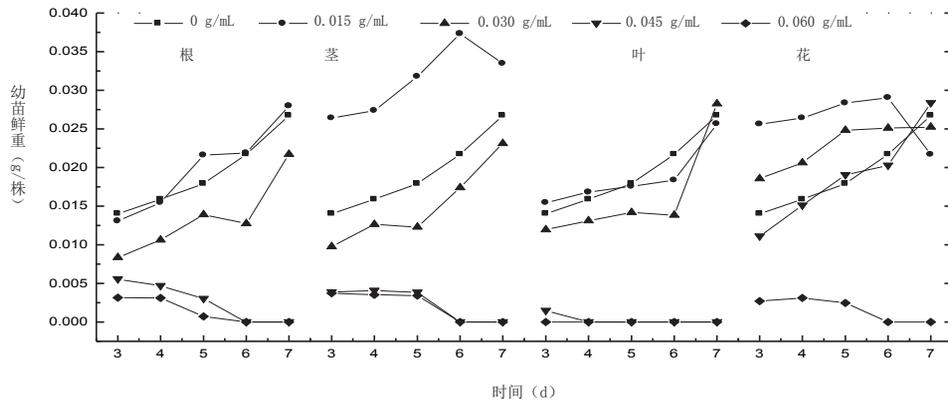


图4 空心莲子草水提液对小白菜鲜重的化感作用

2.5 空心莲子草浸提液对小白菜的化感作用评价及效应指数

表1为不同器官水提液对小白菜化感作用隶属函数值及综合评判结果,由评定序号知,空心莲子草各器官化感强度顺序为:根>茎>叶>花。图5进一步反映出空心莲子草各器官对小白菜的影响。由图5可知,空心莲子草各部位水提液0.015 g/mL浓度化感效应指数基本为负数,说明低浓度对小白菜生长起到促进作用。花水提液仅有0.060 g/mL浓度下化感效应指数为正数,可见

空心莲子草花水提液对小白菜生长的抑制效果最差。由空心莲子草各部位水提液对小白菜化感效应指数平均值得知,抑制效果由小到大依次为:根(0.63±0.45)>茎(0.47±0.43)>叶(0.44±0.41)>花(0.11±0.43),这与隶属函数计算结果一致;小白菜对空心莲子草化感作用的敏感程度存在显著差异,其中小白菜根长最敏感,空心莲子草对其化感强度达(0.65±0.29),其次为种子萌发率(0.43±0.35),而幼苗高度和幼苗鲜重对空心莲子草化感作用影响相对较小,分别为(0.27±0.67)和(0.31±0.48)。

表1 空心莲子草化感作用隶属函数值及综合评判结果

层次	种子萌发率	根长	苗高	鲜重	综合评判	评定序号
根	1.000	0.978	0.945	0.766	0.922	1
茎	0.555	1.000	1.000	1.000	0.889	2
叶	0.813	0.941	0.712	0.545	0.753	3
花	0	0	0	0	0	4

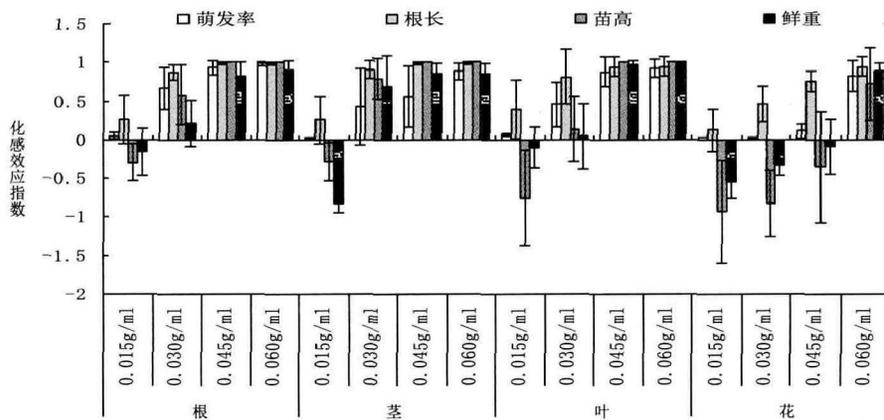


图5 空心莲子草水提液对小白菜生长的化感效应指数

3 讨论

植物的化感作用是普遍存在于自然界的一种

重要的化学生态防御机制^[12],植物与周围生物经过长期的进化通过化学物质为媒介建立了稳固的化学关系,但由于入侵植物的大量涌入,乡土植

物难以适应入侵植物所释放的化感物质,从而严重影响了乡土植物的生长、发育甚至繁衍。目前中国已成为全球受外来生物入侵影响最大的国家之一^[13],其中空心莲子草作为中国第一批外来入侵物种对我国农业生产的影响越来越大,研究其化感作用对了解其入侵机制、评估对环境的影响以及提供有效防控措施具有重要意义。

空心莲子草同一部位水提液随着浓度的增加其化感强度愈大,这与张震^[5]、杜照奎^[14]对空心莲子草的研究结果吻合,但不同的是杜照奎研究认为空心莲子草水提液除根水提液低浓度外,其余均抑制高丹草种子的萌发、幼苗的生长,须海丽^[15]在研究空心莲子草对茄子种子萌发率化感作用影响时也得出了相同结论,但本研究发现空心莲子草对小白菜的影响基本呈低浓度(0.015 g/mL)促进,高浓度抑制的趋势,这可能是由于不同植物对空心莲子草化感作用敏感程度不同所致。

本文研究了空心莲子草水提液对小白菜种子萌发、根长、苗高、鲜重的影响,发现小白菜萌发率、根长、苗高和鲜重对空心莲子草的化感作用敏感程度存在显著差异,其中小白菜幼苗根对其化感物质抑制强度最大。随着时间的推移,在空心莲子草不同部位不同浓度水提液处理的小白菜根长、苗高呈上升趋势;种子萌发率在第2~3 d达到最大值,而后下降;幼苗鲜重则高浓度逐步下降,低浓度逐步上升趋势。

高兴祥等对银胶菊不同部位化感作用进行研究,认为银胶菊叶和果实中化感潜势和强度最大,显著高于其根、茎^[16],而Yang L X则发现落叶松茎中化感作用最强^[17]。由于植物向环境释放化感物质的途径不同,从而其不同部位的化感强度表现出一定差异^[16]。本研究经对空心莲子草化感作用的隶属函数以及化感指数分析发现空心莲子草根、茎、叶、花水提液均对小白菜的生长产生化感效应,其中空心莲子草根水提液对小白菜种子萌发、幼苗根长、苗高、鲜重的抑制作用显著高于其他各部位,表明空心莲子草根是集中表现空心莲子草化感作用的特定部位,花仅在0.060 g/mL浓度下对小白菜产生抑制作用,其他各浓度可促进小白菜的生长,至于其促进小白菜生长的原因、空心莲子草在野外条件下各部位对乡土植物的抑制作用是否

呈现上述规律以及其化感物质的传播途径有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 郭连金,王 涛. 空心莲子草入侵对乡土植物群落间联结性及稳定性的影响[J]. 中国生态农业学报, 2009, 17(5): 851-856.
- [2] 林金成,强 胜. 空心莲子草对南京春季杂草群落组成和物种多样性的影响[J]. 植物生态学报, 2006, 30(4): 585-590.
- [3] 王桂芹,高瑞如,王玉良,等. 异质生境空心莲子草的结构基础与生态适应性[J]. 草业学报, 2011, 20(4): 143-152.
- [4] 史刚荣,马成仓. 外来植物成功入侵的生物学特征[J]. 应用生态学报, 2006, 17(4): 727-732.
- [5] 张 震,徐 丽,马艳婷,等. 喜旱莲子草组织水浸液对黑麦草种子和幼苗的化感效应[J]. 西北植物学报, 2009, 29(1): 148-153.
- [6] 熊 勇,屈 睿,王红斌,等. 空心莲子草不同部位水浸液对蚕豆、玉米化感作用机制的研究[J]. 中国农学通报, 2011, 27(18): 158-163.
- [7] 张远兵,刘爱荣,吴 倩. 空心莲子草水浸液对水稻种子萌发和幼苗生长的化感效应[J]. 热带作物学报, 2009, 30(10): 1527-1531.
- [8] 李 洁,蒋 娜,范雪涛,等. 空心莲子草化感效应的初步研究[J]. 种子, 2007, 26(12): 32-35.
- [9] 苏 丽,朱金松. 空心莲子草地下茎浸提液对几种常见杂草种子萌发率的影响[J]. 杂草科学, 2003(4): 7-9.
- [10] 张 震,徐 丽,王育鹏,等. 菵草水浸提物对外来入侵植物喜旱莲子草营养生长的影响[J]. 西北植物学报, 2012, 32(9): 1844-1849.
- [11] Feng Y L, Jiang S M. The adaptation to leaf water stress caused by high root temperature in tomato[J]. *Acta Ecol Sin.* 2001, 21(5): 747-751.
- [12] 沈慧敏,郭鸿儒,黄高宝. 不同植物对小麦、黄瓜和萝卜幼苗化感作用潜力的初步研究[J]. 应用生态学报, 2005, 16(4): 740-743.
- [13] 万方浩,郑小波,郭建英. 重要农林外来入侵物种的生物学与控制[M]. 北京: 科学出版社, 2002.
- [14] 杜照奎,李钧敏,钟章成. 空心莲子草水浸提液的化感作用及化感物质分析[J]. 西南大学学报, 2012, 34(8): 53-60.
- [15] 须海丽,杨 宇,耿广东. 空心莲子草浸提液对3种蔬菜种子萌发的化感效应[J]. 山地农业生物学报, 2008, 27(6): 547-549.
- [16] 高兴祥,李 美,谢 慧,等. 外来入侵植物银胶菊不同部位的化感作用[J]. 草业科学, 2012, 29(6): 898-903.
- [17] Yang L X. Effect of water extracts of larch on growth of *Manchurian walnut* seedling[J]. *Journal of Forestry Research*, 2005, 15(4): 285-288.