

孔雀草水提液对自身生长及土壤微生物数量和酶活性的影响

谢修鸿¹, 刘玉伟², 王晓红¹, 梁运江³

(1. 长春大学 园林学院, 吉林 长春 130022; 2. 长春大学 实验中心, 吉林 长春 130022; 3. 延边大学 农学院, 吉林 龙井 133400)

摘要:以常用地被植物孔雀草(*Tagetes patula* L.)为研究对象,研究其不同部位水提液对自身生长及土壤微生物数量及酶活性的影响,初步确定孔雀草对自身的化感作用。结果表明:不同部位水提液处理与对照比较,对株高影响以对照>叶水提液>花水提液>茎水提液趋势;对冠幅与茎粗影响趋势一致,呈花水提液>茎水提液>对照>叶水提液趋势;对真叶分蘖数的影响水提液处理均高于对照;对花朵直径的影响对照大于水提液处理;对植株地上株干重影响以水提液处理大于对照,变化趋势为花水提液>叶水提液>茎水提液>对照;对植株地下株干重影响趋势依次为花水提液>对照>茎水提液>叶水提液。孔雀草不同部位水提液处理对土壤微生物数量及总量影响,以花水提液处理与对照比较均促进土壤细菌、放线菌、真菌增长;而茎水提液处理与对照比较均抑制土壤细菌、放线菌、真菌增长;叶水提液处理与对照比较抑制土壤细菌、放线菌,而促进真菌生长。B/F值变化趋势为花水提液>对照>茎水提液>叶水提液。孔雀草不同部位水提液处理对土壤系列酶活性均产生不同促进或抑制作用,以花水提液处理促进能力最强。研究结果初步表明,孔雀草不同部位水提液对自身生长具有明显的化感作用;孔雀草花朵采后可直接返田,继续移栽孔雀草不影响其生长。

关键词:孔雀草;水提液;微生物数量;酶活性

中图分类号:S 681.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)06-0157-04

自德国科学家 Molish(1937 年)提出植物化感作用的概念以来,其化感作用概念仍在不断的探讨中^[1]。但

第一作者简介:谢修鸿(1972-),女,吉林长春人,博士,讲师,现主要从事农林废弃物利用与土壤改良等研究工作。E-mail:yuxieoran@163.com.

责任作者:梁运江(1972-),男,吉林前郭人,副教授,硕士生导师,现主要从事土壤与植物营养等研究工作。E-mail:lyjluo@ybu.edu.cn.

基金项目:吉林省教育厅“十二五”科技计划资助项目(吉教科合字 2012(259))。

收稿日期:2014-11-10

植物之间的化感作用(allelopathy)被证实的确存在^[2]。针对园林植物而言,其化感作用的研究对园林植物配置的科学性和植物群落演替有着直接影响,同时也影响园林人工生态系统的稳定和功能发挥。目前,有关植物某一部位水浸液以及纯化感物质对土壤酶活性、土壤养分和微生物数量影响的相关研究相对较少,尤其园林植物化感作用研究内容方面仍非常薄弱^[1]。例如,在园林运用较多的菊科植物粗略统计约有 37 个属存在化感作用^[3],但化感报道有向日葵^[4]、万寿菊^[5]等少数几个品种。前期研究了园林地被植物孔雀草不同部位水提液

Abstract: Taking flax as test material, the boric fertilizer was applied to arid flax by arranged in a completely randomized factorial design with three levels (1.0 kg/667m², 1.5 kg/667m² and 2.0 kg/667m²), the growth amount, agronomic characters and seed yield of flax in areas of Guyuan city, Ningxia province were studied. The results showed that, with the increasing of boric fertilizer dosage could raise fresh weight, dry weight and agronomic characters of flax, it has marked effect on effective number of fruits except other growth and agronomic characters index. With increasing of boric fertilizer dosage, flax seed yield decreased effectively, flax treated with boric 1.0 kg/667m² had maximum yield, the treatment with boric 1.5 kg/667m² and 2.0 kg/667m² had a production cuts which was 10.06% and 13.61% compared with boric 1.0 kg/667m². Comprehensive analysis showed that flax added with boron fertilizer at 1.0 kg/667m² under normal application of other elements fertilizers such as P produced could get higher yield.

Keywords: flax; boric fertilizer; growth; yield

对多年生黑麦草种子萌发的影响,初步了解其化感作用确实存在的^[6],该试验以孔雀草为试材,研究其不同部位水提液对自身的化感潜势。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试孔雀草(*Tagetes patula* L.)采集于长春大学校内花池内(1年生)。供试土壤采集长春市第一苗圃针叶林下耕层土(20 cm),风干,过2 mm筛;其基本理化性质如下:pH 6.2(水:土为5:1);有机质含量 34.5 g/kg;速效磷(P)含量 3.6 mg/kg;水解氮含量为 22.4 mg/kg;速效钾含量为 27.8 mg/kg。

1.2 试验方法

1.2.1 母液制备 将采回的孔雀草洗干净,在室温条件下阴干(用时3 d),阴干后将孔雀草茎、叶、花分开,分别剪成小段用万能粉碎机打碎,按每1 L蒸馏水200 g干物质的比例浸泡48 h,纱布过滤后再以4 000 r/min离心即得200 g/L的孔雀草茎、叶、花抽取母液,放置于4℃保存,备用。

1.2.2 试验设计 试验共设3个处理1个对照(土壤取回后先过2遍2 cm筛,筛去较大的石块及粗枝等,再过5 mm孔径筛装入塑料桶,以每千克土浇灌210 mL处理好的50%浓度的茎、叶、花水提取液,放置7 d,使土壤与水提液完全浸润,对照采用蒸馏水浇灌土壤)。取生长一致具有2片子叶的孔雀草于2013年10月4日栽入装有处理土壤的塑料容器中(直径6 cm,高10 cm,每个容器装土500 g,栽3株苗),每处理5次重复,置于温室,正常管理,花期(2013年12月10日)测定植株形态指标,同时采集土壤,部分测定微生物数量(鲜土),其它土壤阴凉处风干,过2 mm孔径筛装入塑料自封袋备用,测定相应酶活性。

1.3 项目测定

1.3.1 酶活性测定 蔗糖酶活性采用3,5-二硝基水杨酸比色法测定;蛋白酶活性采用茚三酮比色法测定;酸性磷酸酶活性采用磷酸苯二钠比色法测定;多酚氧化酶活性采用碘量滴定法测定;过氧化氢酶活性采用高锰酸钾滴定法^[7]测定。

1.3.2 微生物数量测定 细菌采用牛肉汁蛋白胨琼脂

培养基,真菌采用马丁氏琼脂培养基,放线菌采用高氏1号琼脂培养基,使用系列平板稀释法计数^[8]。

2 结果与分析

2.1 孔雀草水提取液对自身生长的影响

该试验土壤速效磷(P)含量为3.6 mg/kg,其磷素含量较低,孔雀草植株生长过程中,叶浸提液处理土壤,其植株叶片首先出现缺磷症状,叶片叶缘出现紫色以及叶片中有紫色斑点;其次对照与茎浸提液处理土壤;而花浸提液处理土壤整个生长期均未出现缺磷症状。由表1可知,不同处理与对照比较对孔雀草株高、冠幅、茎粗、分蘖数等均产生不同的影响,以花水提液处理表现突出,花水浸提液处理较对照提高冠幅、茎粗、分蘖数、地上株干重及地下株干重分别为:13.9%、21.6%、64.0%、115.0%、46.6%;降低株高与花朵直径分别为13.0%、36.1%;茎水提液处理较对照提高冠幅、茎粗、分蘖数,地上株干重;但提高幅度小于花水提取液处理;降低株高与花朵直径及地下株干重;叶水提取液处理较对照除分蘖数外均降低;分蘖位置处理均为第一轮真叶分蘖,而对照为第二轮真叶分蘖。由表1可知,花水提液处理使孔雀草植株生长健壮。就表观结果茎水提液处理优于对照,如果以后期地下根系供应养分与水分情况导致植株衰弱情况,对照植株表现应优于茎水提液处理。

2.2 孔雀草水提液处理对土壤微生物数量的影响

由表2可知,孔雀草水提液处理与对照比较影响了土壤微生物三大类群数量;花水提液处理较对照提高了土壤细菌、放线菌和真菌数量;使微生物数量总量达最大值,是对照的2.08倍;茎水提液处理较对照降低细菌、放线菌、真菌数量,使微生物数量总量达最小值,放线菌占微生物数量总量的百分比最大;叶水提液较对照降低细菌、放线菌数量,但提高真菌数量,其中茎水提液处理细菌降低幅度大;叶水提液处理放线菌降低幅度大,各处理与对照比较均达到显著水平($P<0.05$)。不同水提液处理后,土壤B/F值的变化趋势依次为花水提液处理>对照>茎水提液处理>叶水提液处理。此结果与表1不同处理对地下株干重变化趋势一致。花水提液处理具有复壮植物生长趋势,而茎、叶水提液处理抑制植物根系生长。

表1 不同部位水提液处理对孔雀草生长的影响

Table 1 Effect of different parts aqueous extract solution on *Tagetes patula* L. growth

处理 Treatment	株高 Plant height /cm	冠幅 Canopy /cm	茎粗 Stem diameter /mm	分蘖数 Tiller number /个	分蘖位置 Tillering position	花朵直径 Flower diameter /cm	地上干重 Aboveground dry weight /(g·株 ⁻¹)	地下干重 Underground dry weight /(g·株 ⁻¹)
对照	14.6	10.8	1.85	2.5	第二轮真叶分蘖	3.6	0.40	0.0249
叶浸提液	13.1	10.2	1.74	3.0	第一轮真叶分蘖	3.0	0.34	0.0165
茎浸提液	12.5	11.1	1.95	4.0	第一轮真叶分蘖	3.1	0.46	0.0211
花浸提液	12.7	12.3	2.25	4.1	第一轮真叶分蘖	2.3	0.86	0.0365

表 2 不同部位水提液处理对土壤微生物数量的影响

Table 2 Effect of different parts aqueous extract solution on microbial quantity of *Tagetes patula* L.

处理	细菌	B/T	放线菌	A/T	真菌	F/T	总数	B/F
Treatment	Bacteria/($\times 10^4$ CFU)	/%	Actinomycetes/($\times 10^4$ CFU)	/%	Fungus/($\times 10^4$ CFU)	/%	Total/($\times 10^4$ CFU)	
对照	453.21 c	72.8	166.37 c	26.7	3.23 b	0.52	622.81	191.8
叶水提液	230.12 b	66.3	112.96 a	32.6	3.87 c	1.12	346.95	88.7
茎水提液	126.13 a	50.2	122.36 b	48.7	2.53 a	1.01	251.02	98.27
花水提液	754.34 d	58.3	534.63 d	41.3	5.17 d	0.40	1 294.14	249.37

注: B/F 表示(细菌+放线菌)/真菌;不同小写字母表示差异性显著 ($P < 0.05$)。以下同。Note: B/F means (bacterium+actinomycetes)/fungus; different lowercase letter means significant difference ($P < 0.05$). The same below.

2.3 孔雀草水提液处理对土壤酶活性的影响

土壤酶是表征土壤中物质、能量代谢旺盛程度和土壤质量水平的一个重要生物指标^[9]。由表 3 可知,不同水提液处理与对照比较对不同酶活性影响不同,花水提液处理促进了土壤脲酶、过氧化氢酶、多酚氧化酶、蛋白酶及中性磷酸酶活性,影响最大的是脲酶。而茎水提液处理降低多酚氧化酶、中性磷酸酶活性,提高脲酶、过氧化氢酶、蛋白酶活性;叶水提液处理降低多酚氧化酶、蛋

白酶及中性磷酸酶活性能力强,提高脲酶、过氧化氢酶活性;除茎水提液处理过氧化氢酶、多酚氧化酶外,不同处理与对照比较均达到差异显著水平 ($P < 0.05$);不同处理对酶活性变化影响比较复杂。该试验测定了各种相应的土壤酶活性,间接地了解或预测园林植物孔雀草水提液对某些营养物质的转化情况以及土壤肥力的演变趋势。

表 3 不同浸提液处理对土壤酶活性的影响

Table 3 Effect of different parts aqueous extract solution on enzymatic activity of *Tagete spatula* L.

处理	脲酶	过氧化氢酶	多酚氧化酶	蛋白酶	中性磷酸酶
Treatment	/($\text{NH}_3\text{-N mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot (24\text{h})^{-1}$)	/(($0.01\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{KMnO}_4$) mL $\cdot \text{g}^{-1}$)	/($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$)	/($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$)	/($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$)
对照	427.61 a	3.08 a	0.22 b	0.59 a	0.73 c
叶水提液	592.25 d	3.35 b	0.16 a	0.66 b	0.63 a
茎水提液	569.38 c	3.25 ab	0.19 ab	0.71 c	0.66 b
花水提液	567.09 b	3.55 c	0.29 c	0.76 d	0.89 d

3 讨论与结论

孔雀草不同部位水提液处理土壤种植孔雀草试验结果显示,孔雀草不同部位水提液处理对自身生长有明显的化感作用,花水提液处理最显著,主要表现为促进作用;而叶水提液处理主要表现明显的抑制作用。与孔雀草花水提液处理黑麦草种子萌发结果完全不同^[6]。可能花水提液化感物质对自身具有促进功能,而对其它存在抑制作用,抑制能力与水提液浓度有关,有待进一步研究。

孔雀草不同部位水提液化感物质处理改变了土壤微生物区系分布与测试酶活性,尤其花水提液处理增加了土壤微生物三大类群数量及其总量,其 B/F 值比对照提高 1.3 倍;茎水提液处理减少土壤微生物三大类群数量及其总量;而叶水提液处理减少细菌与放线菌数量,增加真菌数量,减少其微生物总量,微生物总量减少可能涉及到某些功能菌群、有益菌群和有害菌群的比例平衡失调^[10-11];且土壤微生物的三大类群细菌、放线菌和真菌构成土壤微生物的主要生物量,三大类群的区系组成和数量变化常反映出土壤的生物活性水平^[12],土壤的生物活性可使土壤生态系统功能发生变化,土壤的微生物数量变化直接影响土壤养分的有效性和肥力状况^[13],且 B/F 值(细菌与放线菌之和与真菌的比值)大小也反

映细菌型土壤与真菌型土壤转化,细菌型土壤是土壤肥力提高的一个生物指标^[14],花水提液处理具有可能提高土壤肥力潜势,而茎、叶水提液处理具有可能降低土壤肥力潜势,尤其叶水提液处理,从而影响植株生长。土壤酶主要来自微生物和植物根系分泌等途径,此外还有土壤动物和动植物残体的释放,即孔雀草不同部位水提液处理影响土壤微生物区系分布,或孔雀草不同部位水提液化感物质的释放等影响土壤酶活性,不同处理促进了脲酶、过氧化氢酶、蛋白酶的生物活性,而对多酚氧化酶、中性磷酸酶生物活性影响不同,花水提液处理促进了其活性,而茎、叶水提液处理抑制其活性。不同水提液处理对酶活性的影响可能原因,不同部位水浸提液中化感物质不同改变了植株根系的代谢活力,使根分泌、释放酶的能力受到的影响不同;不同部位水浸提液施入土壤后影响了微生物数量组成从而改变了土壤微生物分泌、释放和修饰酶的强度;不同部位水浸提液化感物质直接影响土壤酶活性等;其机理需要进一步研究。

参考文献

- [1] 张岚,高素萍. 园林植物化感作用研究现状与问题探讨[J]. 浙江林学院学报, 2007, 24(4): 497-503.
- [2] 吴俊民,王会滨,唐利疆,等. 混交林中落叶松枯枝落叶对水曲柳生长的影响[J]. 东北林业大学学报, 2000, 28(2): 1-3.
- [3] 周凯,郭维明,徐迎春. 菊科植物化感作用研究进展[J]. 生态学报,

2004,24(8):1776-1784.

[4] Maruthi V,Sank Aran N. Allelopathy effects of sunflower(*Helianthus* spp.)-a review[J]. Agriculture Review,2001,22(1):57-60.

[5] Kiran K,Kaul K. Autotoxicity in *Tagetes erecta* L. on its own germination and seedling growth[J]. Allelopathy Journal,2000,7(1):109-113.

[6] 谢修鸿,王晓红,付泓,等. 孔雀草水提液对多年生黑麦草种子萌发的影响[J]. 北方园艺,2013(13):81-83.

[7] 关松荫. 土壤酶及其研究方法[M]. 北京:中国农业出版社,1983.

[8] 沈萍,范秀容,李广武. 微生物学实验[M]. 北京:高等教育出版社,2002.

[9] 周礼恺. 土壤酶活性的总体在评价土壤肥力水平中的作用[J]. 土壤学报,1983,20(4):413-417.

[10] Zhang Q,Yu X. Allelopathy in replant problem in forest soil[J]. Allelopathy Journal,2001,8(1):51-64.

[11] Inderjit,Mallik A U,Weiner K F. Can kalmia angustifolia interference to black spruce(*Picea mariana*)be explained by Allelopathy[J]. Forest Ecology and Management,2002,160(1/3):75-84.

[12] 范君华,刘明,洪远新,等. 不同利用方式对土壤微生物区系和活性的影响[J]. 塔里木农垦大学学报,2002,14(1):15-7.

[13] 徐强,程智慧,孟焕文,等. 玉米-线辣椒套作系统中土壤养分与根际土壤微生物、酶活性的关系[J]. 应用生态学报,2007,18(12):2747-2754.

[14] 马云华,魏珉,王秀峰. 日光温室连作黄瓜根区微生物区系及酶活性的变化[J]. 应用生态学报,2004,15(6):1005-1008.

Effect of Water Extraction Liquid of *Tagetes patula* L. on Itself Growth and Microbial Quantity and Enzymatic Activity

XIE Xiu-hong¹, LIU Yu-wei², WANG Xiao-hong¹, LIANG Yun-jiang³

(1. College of Landscape Architecture, Changchun University, Changchun, Jilin 130022; 2. Experimental Center, Changchun University, Changchun, Jilin 130022; 3. College of Agriculture, Yanbian University, Longjing, Jilin 133400)

Abstract: Taking ground cover plant *Tagetes patula* L. as the research object, the effect of its water extraction liquid of different parts on itself and microbial quantity and enzymatic activity were studied. The results showed that its effect tendency on plant height was the control > water extraction liquid of leaf > water extraction liquid of flower > water extraction liquid of stem. The tendency of its effect on crown breadth was corresponded with the stem diameter, water extraction liquid of flower > water extraction liquid of stem > the control > water extraction liquid of leaf. The effect on the euphylla tiller number was the water extraction liquid was higher than the control. Furthermore, the effect on flower diameter was the control was higher than the water extraction liquid. The effect on the dry weight of the over ground plant was the water extraction liquid was higher than the control, the tendency was water extraction liquid of flower > water extraction liquid of leaf > water extraction liquid of stem > the control. The tendency of the effect on the dry weight of the underground plant was water extraction liquid of flower > the control > water extraction liquid of stem > water extraction liquid of leaf. The effect of the water extraction liquid treatment of the different part of *Tagetes patula* L. on the quantity and quality of soil microorganism by water extraction liquid of flower treatment promoted the increase of soil bacterium, actinomycetes and fungus compared with the control. Nevertheless, the treatment of water extraction liquid of stem inhibited the increase of soil bacterium, actinomycetes and fungus compared with the control. Moreover, the treatment of water extraction liquid of leaf inhibited the increase of soil bacterium, actinomycetes and promoted the increase of fungus. The tendency of B/F value was water extraction liquid of flower > the control > water extraction liquid of stem > water extraction liquid of leaf. The effect of the water extraction liquid treatment of the different part of *Tagetes patula* L. on series of soil enzyme activity presented different promotion or inhibition, especially the promotion ability of water extraction liquid of flower was the best. The consequence showed that the water extraction liquid of the different parts of *Tagetes patula* L. had obvious allelopathy. It did not effect the growth of *Tagetes patula* L. after picking its flower. In addition, it can be transplanted to the field directly.

Keywords: *Tagetes patula* L.; water extraction liquid; microbial quantity; enzymatic activity