

紫茎泽兰叶水提液对玉米种子萌发 和幼苗生长的影响

徐成东¹, 浦雪梅¹, 李国树¹, 冯建孟²

(1. 楚雄师范学院 化学与生命科学系, 云南 楚雄 675000; 2. 大理学院 生命科学与化学学院, 云南 大理 671000)

摘要: 利用生物检测法研究了紫茎泽兰叶片水提液对玉米种子萌发和幼苗生长的影响。结果表明 2.5% 紫茎泽兰叶水提取液对玉米种子萌发率、鲜质量、胚根和胚芽长度及玉米幼苗的苗高、鲜质量均有较强的抑制作用, 当提取液浓度降至 0.25% 时, 抑制作用基本消失。同时, 本试验还研究了玉米叶中丙二醛含量与紫茎泽兰提取液浓度的关系, 结果表明, 随着紫茎泽兰叶提取物浓度的升高, 玉米叶内丙二醛含量也增加, 二者呈线性关系。

关键词: 化感作用; 玉米; 种子萌发; 幼苗生长; 紫茎泽兰

中图分类号: S513.01 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2010)增刊-0124-04

The Water Extracting Solution of *Eupatorium adenophorum* Leaves Influence on Seed Germination and Seedling Growth of *Zea mays*

XU Cheng-dong¹, PU Xue-mei¹, LI Guo-shu¹, FENG Jian-meng²

(1. Department of Chemistry and Life Science, Chuxiong Normal University, Chuxiong 675000, China;

2. School of Life Science and Chemistry, Dali University, Dali 671000, China)

Abstract: The influences of *Eupatorium adenophorum* leaves water extracting solution to the seed germination and seedling growth of *Zea mays* had been studied by using the bioassay test method in this paper. Results showed that 2.5% *Eupatorium adenophorum* leaves water extracting solution have strong inhibition to the seed germination rate, fresh weight, length of radicle and germ of *Zea mays*. The inhibition effects almost disappear when the extracting solution concentration reduced to 0.25%. Meanwhile, this experiment also researched the relationship between the content of malondialdehyde (MDA) and the concentration of *Eupatorium adenophorum* leaves water extracting solution, the results showed that the content of malondialdehyde (MDA) will increase as the concentration of *Eupatorium adenophorum* leaves water extracting solution increases and the relationship is linear.

Key words: Allelopathy; *Zea mays*; Seed germination; Seedling growth; *Eupatorium adenophorum*

化感作用广泛存在于自然界, 并已成为当今农业和生态学领域主要研究热点之一。相关研究对农业生产实践中的轮作、间作、套作等的合理安排以及农作物病虫草害的防治工作等方面起着重要的指导作用, 对促进农业的可持续发展有着十分重要的意义和广阔的前景^[1]。紫茎泽兰(*Eupatorium adenophorum* Spreng) 是菊科 Asteraceae 泽兰属 *Eupatorium* 多年生草本植物, 原产墨西哥, 于 1935 年在我国云南省南部首次被发现, 并迅速演变为中国西南地区

的主要外来入侵植物, 对全球自然和农业生态系统造成了严重危害^[2-4]。过去的研究表明, 紫茎泽兰的化感物质释放途径主要是叶片淋溶, 所以紫茎泽兰化感作用的研究主要集中在叶片的水提取液对植物种子的萌发和幼苗生长的影响上^[5-8]。本研究利用紫茎泽兰水提取液, 探讨化感作用对玉米种子萌发和幼苗生长的影响, 为更好地理解化感作用在紫茎泽兰入侵过程中所扮演的角色提供理论依据。

收稿日期: 2010-03-25

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(30760040); 云南省基础研究计划项目(2008CD218)

作者简介: 徐成东(1964-) 男, 云南姚安人, 教授, 博士, 主要从事植物学与植物生态学研究。

通讯作者: 冯建孟(1971-) 男, 浙江慈溪人, 副教授, 博士, 主要从事生态学与生物多样性研究。

1 材料和方法

1.1 材料

2009年4月在楚雄西山采集郁闭成单优群落的新鲜紫茎泽兰叶片,每次采样后用自来水冲洗。

1.2 方法

1.2.1 紫茎泽兰叶水提取液的制备^[9] 紫茎泽兰叶片在室温条件下阴干,研磨成粉状,按每100 mL蒸馏水2.5 g干物质的比例浸泡48 h,双层纱布过滤2次后即得2.5%的紫茎泽兰叶片抽提母液,4℃保存备用。

1.2.2 紫茎泽兰叶水提取液对玉米种子萌发的影响^[4] 采用培养皿滤纸法进行种子萌发试验。种子预先用0.1% NaClO溶液表面消毒10 min,蒸馏水冲洗3次,选用籽粒饱满、大小均一的受体植物种子置于铺有一层滤纸的培养皿中,每皿放置100粒种子,分别加入15 mL各浓度紫茎泽兰叶片提取液(分别为0.25%、0.8%、2.5%,以蒸馏水为对照),在30℃、80%湿度、30 μmol/(m²·s) 12 h光照的条件下进行培养,每个浓度处理3个重复组。每天记录发芽种子数量,以胚芽冲破种皮为发芽,计算抑制率,培养期间注意及时添加相应的水提取液,以免干燥影响发芽,直到种子不再萌发时测定种子的根长、芽长、鲜质量和抑制率。

发芽率 = (发芽种子数/供试种子数) × 100%^[4]

发芽率化感效应敏感指数(RI)^[10]

$RI = 1 - C/T$ ($T \geq C$), $RI = C/T - 1$ ($T < 1$)

式中,C为对照值,T为处理值。RI表示化感作用强度大小,正值表示促进效应,负值表示抑制效应,其绝对值大小反映化感作用的强弱。

1.2.3 紫茎泽兰叶片不同浓度的提取液对玉米幼苗的影响 采用室内盆钵土培法^[11,12]。将风干的土壤置于一次性纸杯中,土壤与纸杯边缘相平,加蒸馏水浸泡至湿润,于纸杯同一高度播种5粒玉米种子,做好标记。稍加细土覆盖后,置于室外培养。待出苗后,分别用0.25%、0.8%、2.5% 3种不同浓度的紫茎泽兰叶片提取液补充水分,保持湿润,以蒸馏水作为对照,每组处理3个重复,待对照长至4叶时,分别测定各处理的玉米幼苗的株高及鲜质量,计算株高及鲜质量的抑制率。

抑制率 = [对照株高(鲜质量) - 处理株高(鲜质量)] / 对照株高(鲜质量) × 100%^[12]。

1.2.4 玉米幼苗丙二醛(MDA)含量的测定 植物器官衰老或在逆境下遭受伤害,往往发生膜脂过氧

化作用,丙二醛(MDA)是膜脂过氧化的最终分解产物,其含量可以反映植物遭受逆境伤害的程度。MDA从膜上产生的位置释放后,可以与蛋白质、核酸反应,从而丧失功能,还可使纤维素分子间的桥键松弛,或抑制蛋白质的合成^[4]。因此,MDA的积累可能对膜和细胞造成一定的伤害。用不同浓度的紫茎泽兰叶片提取液处理玉米幼苗,并对玉米幼苗的丙二醛含量进行测定进行比较,方法为硫代巴比妥酸比色法^[13]。

计算公式为:

丙二醛含量(nmol/g) = [(A₅₃₂ - A₆₀₀) × V₁ × V] / 1.55 × 10⁻¹ × W × V₂

式中:A为吸光度;V₁为反应液总量(5 mL);V为提取液总量(5 mL);V₂为反应液中的提取液数量(2 mL);W为植物样品重量(1 g);1.55 × 10⁻¹为丙二醛的微摩尔吸光系数(在1 L溶液中含有1 μmol丙二醛时的吸光度)。

1.2.5 分析方法 利用SPSS11.0统计软件包,对数据采用多因素方差分析和单因素方差分析。

2 结果与分析

2.1 紫茎泽兰叶水提取液对玉米种子萌发的影响

从表1可以看出,玉米种子的萌发率随着紫茎泽兰水提取液浓度的下降而下降。叶水提取液对萌发作用较明显,紫茎泽兰叶片水提取液在浓度为2.5%时对玉米种子萌发均有较强的抑制作用,萌发率差异极其显著,当浓度降为0.8%时,抑制作用明显降低,玉米种子萌发率明显提高;浓度降为0.25%时,抑制率显著下降。玉米种子在浓度为2.5%的提取液下萌发率很低,在浓度为0.25%时,与对照相比差异不显著,但是与2.5%和0.8%两浓度相比,差异极显著。

2.2 紫茎泽兰叶片不同浓度的水提取液对玉米幼苗的影响

从表2可以看出,紫茎泽兰叶片的水提取液对玉米幼苗鲜质量的抑制率随着浓度的增大而加强,在0.8%浓度下,方差分析得 $P = 0.047$,表明2.5%提取液对玉米幼苗的鲜质量影响显著,在2.5%浓度下 $P = 0.01$,表明2.5%浓度提取液对玉米幼苗的影响极其显著。0.25%差异不明显,对玉米鲜质量抑制率最大的浓度是2.5%,抑制率为0.3179%;叶片水提取液对玉米幼苗苗高的抑制率最大的是2.5%浓度,抑制率为0.328%,对玉米幼苗的鲜质量也有抑制作用(表2),进一步分析发现,浓度在0.25%时差异极其显著($P < 0.05$),紫茎泽兰叶片水提取

液对玉米幼苗苗高有抑制作用,其中浓度在 0.8% 时 $P < 0.05$,差异显著;当浓度为 2.5% 时, $P < 0.05$,差异也十分显著。综上所述,紫茎泽兰叶片水

提取液对玉米幼苗生长有抑制作用,并随着浓度的升高,抑制作用增强。2.5% 紫茎泽兰叶片水提取液对玉米苗鲜质量的化感效应最强($RI = -1.47$)。

表 1 不同浓度紫茎泽兰叶片提取液对玉米种子萌发的影响

Tab. 1 Effect of different concentrations of water extracting solutions from leaves of *Eupatorium adenophorum* on *Zea mays* seeds germination

作物 Crops	浓度/% Consistency	萌发率/% Germination rate	萌发 ΔRI Germination	鲜质量/g Fresh weight	鲜质量 ΔRI Fresh weight	胚芽/cm Plumule	胚芽 ΔRI Plumule ΔRI	胚根/cm Embryonic root	胚根 ΔRI Embryonic root
玉米 <i>Zea mays</i>	0.25	60	0.066	0.369 8	-0.065 8	5.1	-0.65	3.8	-0.84
	0.8	6	8.3	0.403 6	0.023 5	3.5	-1.4	2.2	-2.2
	2.5	2	-27	0.311 2	-0.266 6	2.8	-2	1.9	-2.7
对照 Contrast		68		0.394 1		8.4		7.1	

表 2 紫茎泽兰不同浓度的叶水提取液对玉米幼苗生长的影响

Tab. 2 Effect of different concentrations of water extracting solutions from leaves of *Eupatorium adenophorum* on seeds growing of *Zea mays*

浓度/% Consistency	苗高/cm Average height	鲜质量/g Average fresh weight	抑制率(鲜质量)/% Inhibited rate (Fresh weight)	鲜质量 RI Average weight RI	抑制率(苗高)/% Inhibited rate (height)	苗高 Shoot height RI
0.25	11.46	0.586 7	0.213 9	-0.27	0.160	-0.204
0.8	10.50	0.521 4	0.221 8	-0.29	0.239	-0.314
2.5	9.28	0.270 8	0.317 9	-1.47	0.328	-0.487
对照 Contrast	13.80	0.779 8				

2.3 紫茎泽兰不同浓度的叶片水提取液对玉米幼苗丙二醛(MDA)含量的影响

从表 3 可以看出,随着紫茎泽兰叶提取物浓度的升高,玉米叶内 MDA 含量也增加,二者呈线性关系。在浓度为 0.25% 时,MDA 含量为 15.806 nmol/g,低于对照 20.726 nmol/g,在浓度升高为 0.8% 时,MDA 含量则高于对照,在浓度为 2.5% 时,其含量显著高于对照,说明,紫茎泽兰叶片存在化感物质,而且影响玉米幼苗的膜质过氧化作用,对植物的细胞和细胞膜造成了伤害。

表 3 紫茎泽兰不同浓度的叶片提取液对玉米幼苗丙二醛(MDA)含量的影响

Tab. 3 Effect of different concentrations of water extracting solutions from leaves of *Eupatorium adenophorum* on the MDA contents of *Zea mays*

浓度/% Concentration	吸光度(OD) Absorbance		MDA 含量 /(nmol/g) The contents of MDA
	A_{532}	A_{600}	
0.25	0.987	0.637	15.806
0.8	0.804	0.495	24.919
2.5	0.723	0.379	28.226
对照 Contrast	0.988	0.731	20.726

3 讨论

紫茎泽兰叶水提取液对玉米种子萌发率、鲜质量、胚根、胚芽及玉米幼苗的苗高、鲜质量均有抑制作用,并随着浓度的降低,呈递减趋势。当提取液浓度降至 0.25% 和 1:20 时,抑制作用基本消失。根

长和芽长都受到抑制变短,都低于对照。可见,紫茎泽兰化感物质对玉米种子的根系生长有抑制作用,使植物根系变弱从而抑制根对水分和矿质元素的吸收,导致植株矮小,影响其对光的竞争,使得其群落处于竞争劣势。

紫茎泽兰叶片水提取液处理玉米幼苗,增加了玉米幼苗的 MDA 含量,而且处理浓度越高,MDA 含量越高。丙二醛产生数量的多少在一定程度上能够代表膜脂过氧化的程度,也可间接反映植物组织的抗氧化能力的强弱。这意味着紫茎泽兰化感物质可以促进植物发生膜脂过氧化作用,并进而影响玉米幼苗的萌发和幼苗的生长。2005 年,郑丽和冯玉龙探讨了紫茎泽兰叶片化感作用对 10 种草本植物种子萌发和幼苗生长的影响,发现高浓度的提取液能显著降低种子发芽率、发芽速率和生长速率。同时,该研究结果也表明,紫茎泽兰的化感作用可能明显增加幼苗丙二醛含量,并且对发芽速率的影响尤其明显^[4]。本研究也表明紫茎泽兰浸提液的浓度越大,丙二醛的浓度也增加,对玉米种子萌发和幼苗生长的抑制也越明显。因此,丙二醛含量可能是衡量紫茎泽兰化感作用的最敏感指标。

在处理玉米幼苗试验中,紫茎泽兰水提取液对玉米幼苗的株高及鲜质量都有抑制作用,幼苗在生长过程中,叶尖有的会发黄、干燥,高度明显低于对照组,这可能意味着紫茎泽兰化感物质影响根对土壤中的矿质元素的吸收,导致缺素症,当然这还有待

以后进一步的研究。

参考文献:

- [1] 林娟,段全玉,杨丙钊,等. 植物化感作用研究进展[J]. 中国农学通报, 2007, 23(1): 68-72.
- [2] 赵福庚,何龙飞,罗庆云. 植物逆境生理生态学[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004: 9-39.
- [3] 曾任森. 化感作用研究中的生物测定方法综述[J]. 应用生态学报, 1999, 10(1): 123-126.
- [4] 郑丽,冯玉龙. 紫茎泽兰叶片化感作用对10种草本植物种子萌发和幼苗生长的影响[J]. 生态学报, 2005, 25(10): 2781-2787.
- [5] 耿广东,程智慧,张素勤. 不同浓度的辣椒化感物质对莴苣化感效应研究[J]. 华北农学报, 2008, 23(2): 30-33.
- [6] Turk M A, Tawaha A M. Inhibitory effects of aqueous extracts of black mustard on germination and growth of lentil [J]. Pakistan Journal of Agronomy, 2002, 1(1): 28-30.
- [7] Turk M A, Tawaha A M. Allelopathic effect of black mustard (*Brassica nigra* L.) on germination and growth of wild oat (*Avena fatua* L.) [J]. Crop Protection, 2003, 22: 673-677.
- [8] Kaworu E, Wengui Y, Robert H *et al.* Variation in allelopathic effect of rice with water soluble extracts [J]. Agronomy Journal, 2003, 93: 12-16.
- [9] 张远莉,陈建群,卫春,等. 薄荷化感物质的作用及其初步分离[J]. 应用与环境生物学报, 2003, 9(6): 611-615.
- [10] Saxena A, Singh D V, Joshi N L. Autotoxic effects of pearl millet aqueous extracts on seed germination and seedling growth [J]. Journal of Arid Environments, 1996, 33(2): 255-260.
- [11] 董立尧,王明华,武淑文,等. 小麦对直播稻田千金子的化感作用及化感物质分离鉴定[J]. 中国水稻科学, 2005, 19(6): 551-555.
- [12] 江贵波,曾任森. 化感物质及其收集方法综述[J]. 河南农业科学, 2006, 6: 24-27.
- [13] 中国科学院上海植物生理研究所,上海植物生理学会. 现代植物生理学实验指南[M]. 北京: 科学出版社, 1999.