

紫茎泽兰根分泌物的化感潜力^{*}

吕霞, 张汉波, 张婷, 杨明攀

(云南大学 生命科学学院, 云南 昆明 650091)

摘要: 用滤纸和溶液 2 种方式培养紫茎泽兰并收集其根系分泌物, 研究此分泌物对大麦、玉米的化感潜力。结果表明紫茎泽兰幼苗在真叶长出之前, 其根系就能产生对大麦、玉米幼苗的生长具有抑制作用的物质, 而且浓度越大, 抑制作用越强。其根系分泌物对指示植物苗高、根和叶伸长的抑制作用, 大麦分别达到 32%, 13% 和 43%, 玉米分别达到 45%, 35%, 82%, 而对干重的影响相对较小。紫茎泽兰幼苗根系分泌物对紫茎泽兰幼苗根的伸长具有显著的抑制作用, 但一定浓度下会促进其叶和茎的生长。紫茎泽兰根系分泌物的化感作用在其种子传播并迅速侵占新的生态位过程中可能扮演着重要的角色。

关键词: 化感作用; 紫茎泽兰; 根系分泌物

中图分类号: Q 945.78 **文献标识码:** A **文章编号:** 0258- 7971(2008)02- 0314- 04

紫茎泽兰(*Eupatorium adenophorum* Spreng) 是菊科泽兰属的一种有毒植物, 其传播、侵占能力极强。紫茎泽兰侵占草地、农田、林地等极易形成单优势群落^[1], 这与紫茎泽兰具有较强的化感作用有关。化感作用(Allelopathy) 定义为一种植物(包括微生物) 通过其本身产生的、并释放到周围环境中的化学物质对另一种植物(或微生物) 直接或间接的相互促进或排斥的效应^[2]。化感物质存在于植物体各种器官中, 一般以 4 种途径影响周围的植物: ①植物残体或凋落物分解。②植物释放挥发性物质。③根、地下茎的分泌物直接或经微生物作用后影响周围植物的生长。④雨露淋溶^[2,3]。其中挥发和雨雾淋溶只涉及植物的地上部分, 确证这 2 个途径相对较准确^[3]。目前已经证实紫茎泽兰挥发物及其水、乙醚、氯仿等提取液对陆稻、黑麦草、蓝桉、萝卜、黄瓜、紫花苜蓿、白车轴草等植物的种子萌发和幼苗生长有明显的抑制作用^[4~6]。植物根系分泌物的化感途径涉及到土壤和微生物的作用, 以及作用物质是从植物直接而来还是经微生物或土壤的作用间接而来, 而且化感物质的生物活性还受到环境因子和植物生理年龄等多种因素的影

响^[3,7], 因此根系分泌物的化感途径是一个很复杂的问题。本实验分别用滤纸和溶液收集根系分泌物, 通过植物抑制的方法初步探讨了在无土壤作用的条件下紫茎泽兰幼苗根系分泌物的化感潜力。

1 材料与方法

1.1 材料 2006 年 4 月初自昆明采集紫茎泽兰的成熟种子, 以玉米(*Zea mays*)、大麦(*Hordeum vulgare*)、紫茎泽兰作为受试植物。

1.2 方法

1.2.1 紫茎泽兰根系分泌物的收集

(1) 滤纸法 紫茎泽兰种子用 5% 次氯酸钠消毒后, 密集种于培养皿内滤纸上, 每皿铺滤纸 3 层, 种子约 150 粒, 保持滤纸湿润, 于 25℃ 左右萌发生长。待子叶生长充分时, 随机取部分样品, 彻底去除幼苗(包括根系), 得到 2 叶期滤纸标记为 I, (以 I 1, I 2, I 3 表示第 1~3 层滤纸, 下同), 其他皿中补加营养液继续培养, 并分别在幼苗的 4 叶期、6 叶期时收集滤纸, 标记为 II 和 III 将收集的滤纸晾干后放 4℃ 冰箱中保存。以空白滤纸为对照。

* 收稿日期: 2007- 10- 05

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(30560033)。

作者简介: 吕霞(1981-), 女, 山东人, 硕士生, 主要从事植物生理系列化方面的研究。

通讯作者: 杨明攀, 男, 云南人, 博士, 副教授, 主要从事植物生理与分子生物学方面的研究, E-mail: mzh-yang@163.com.

(2) 液体培养法 将紫茎泽兰种子接种至不加有机物的 MS 培养基上, 待幼苗长至具有 4 对或 5 对叶时, 取出幼苗并洗净根部琼脂, 每 100 mL 培养液中放 2 株幼苗, 1 月后收集培养液 400 mL, 于 35 ℃下减压浓缩至 50 mL. 分别取浓缩液 5, 15, 25 mL, 以蒸馏水稀释至 40 mL 作为处理液. 以无紫茎泽兰幼苗的培养液为对照.

1.2.2 紫茎泽兰不同器官提取液的制备 取紫茎泽兰新鲜的叶片、根各 10 g, 分别加蒸馏水 40 mL 研磨成浆, 离心, 取上清液, 分别取 5, 10, 20 mL 以蒸馏水稀释至 20 mL 作为处理液, 以蒸馏水为对照.

1.2.3 化感活性的生物测定 玉米、大麦、紫茎泽兰种子以 5% 次氯酸钠消毒, 浸泡 12 h, 在 25 ℃下催芽, 发芽标准是胚根刚刚突破种皮. 以上述滤纸、培养浓缩液和提取液处理受试植物种子. 每皿中玉米、大麦种子 30 粒, 紫茎泽兰种子 60 粒, 每个处理设 3 个重复, 培养皿放在 25 ℃条件下, 每天光照 12 h, 大麦、玉米生长 4 d, 紫茎泽兰生长 10 d, 测定受试植物幼苗的株高、叶长、胚根长、干重.

1.2.4 数据统计分析

$$R_I = \begin{cases} 1 - C/T, & (T \geq C), \\ T/C - 1, & (T < C), \end{cases}$$

其中, C 为对照值, T 为处理值, R_I 为化感作用效应值 ($R_I > 0$ 为促进, $R_I < 0$ 为抑制, 绝对值大小表现其作用强度^[8]), 原始数据用 Sigma Plot 进行 t -检验.

2 结果与分析

2.1 紫茎泽兰根系分泌物对大麦、玉米幼苗生长的影响

用 3 层滤纸培养紫茎泽兰, 由于 3 层滤纸与根系接触的程度不同, 其分泌物在 3 层滤纸上的积累量可能有所不同. 从试验结果可看出, 紫茎泽兰子叶生长期收集的滤纸 I 1, I 2, I 3, 对受试玉米、大麦的苗高、根长、叶长以及干重等值表现出梯度抑制效应, 即: $I 1 < I 2 < I 3 < CK$ (图 1, 2), 除干重外, 第 1, 2 层滤纸 I 1, I 2 上生长的受试幼苗的株高、根长、叶长分别受到极显著和显著的抑制, 而最底层滤纸 I 3 受抑制作用不显著 (表 1).

不同生长时期收集的滤纸上生长的受试幼苗的株高、根长、叶长、干重的化感作用效应值 (R_I) 大多为负值; 且 R_I 绝对值大小的趋势为: 第 1 层 > 第 2 层 > 第 3 层; 第 1, 2 层较多地表现为极显著或显著的差异, 而第 3 层多不显著; 子叶期滤纸 IV 保存较长时间后与 I 相比, 受试植物各项 R_I 值有正有负, 没有明显的规律; 2 叶期的 R_I 绝对值大于 4 叶期, 且差异更多表现为极显著 (表 1).

2.2 紫茎泽兰液体培养浓缩液对紫茎泽兰幼苗的影响 用不同含量的紫茎泽兰液体培养浓缩液处理紫茎泽兰幼苗 (表 2), 与对照相比, 幼苗叶宽和茎长的 R_I 均为正值, 即表现为促进作用, 且差异极显著, 添加培养浓缩液 0~15 mL 范围内, 叶宽和茎长的 R_I 绝对值增大, 浓缩液增加至 25 mL 时, R_I 绝对值减小. 根长受影响的效应值 R_I 为负值, 表现为抑制作用极显著, 并且培养浓缩液含量从 5~25 mL 增加时, R_I 绝对值增大.

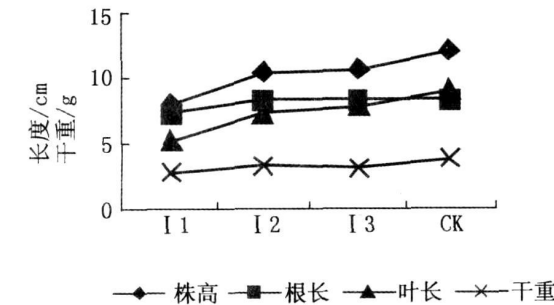


图 1 紫茎泽兰子叶期根系分泌物对大麦幼苗生长的影响

Fig. 1 Effect of root secretion on *Hordeum vulgare* seedling growth

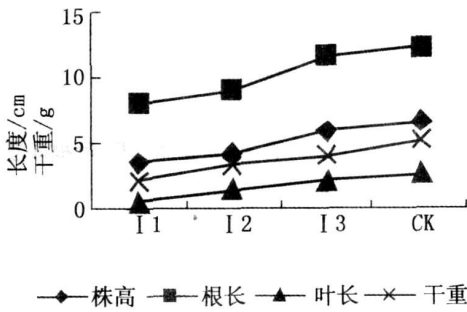


图 2 紫茎泽兰子叶期根系分泌物对玉米幼苗生长的影响

Fig. 2 Effect of root secretion on *Zea mays* seedling growth

表 1 紫茎泽兰不同时期的滤纸收集根系分泌物对大麦、玉米幼苗生长的影响(R_I 值)

Tab. 1 The growth effect of *Zea mays* and *Hordeum vulgare* under the root secretion of *E. adenoporum* in different phases(R_I value)

滤纸	苗高		主根长		叶长		干重	
	大麦	玉米	大麦	玉米	大麦	玉米	大麦	玉米
I 1	- 0.32 ^{**}	- 0.45 ^{**}	- 0.13	- 0.35 ^{**}	- 0.43 ^{**}	- 0.82 ^{**}	- 0.15	- 0.19
I 2	- 0.13 ^{**}	- 0.36 [*]	- 0.02	- 0.26 [*]	- 0.18 ^{**}	- 0.47	- 0.06	- 0.15
I 3	- 0.10 [*]	- 0.16	- 0.01	- 0.06	- 0.13	- 0.21	- 0.22	- 0.10
II 1	- 0.15 ^{**}	- 0.24	- 0.08	- 0.09	- 0.18 ^{**}	- 0.38	- 0.15	- 0.21
II 2	+ 0.01	- 0.07	+ 0.06	- 0.04	- 0.01	- 0.05	- 0.02	- 0.09
II 3	- 0.10 [*]	- 0.19	- 0.05	- 0.18	- 0.14 [*]	- 0.20	+ 0.10	- 0.01
III1	- 0.45 ^{**}	- 0.12 ^{**}	- 0.26 ^{**}	- 0.19 ^{**}	- 0.63 ^{**}	- 0.16	- 0.49	- 0.10
III2	- 0.13 ^{**}	- 0.07	- 0.11 ^{**}	+ 0.09	- 0.19 ^{**}	- 0.04	- 0.29	- 0.07
III3	- 0.01	- 0.10 [*]	- 0.11 ^{**}	- 0.01	+ 0.05	- 0.11	- 0.27	- 0.12
IV1	- 0.08 ^{**}	+ 0.01	- 0.11 ^{**}	- 0.06 [*]	- 0.14 ^{**}	- 0.13 ^{**}	- 0.12	- 0.11
IV2	+ 0.12	+ 0.13	+ 0.03	- 0.20 ^{**}	+ 0.11	- 0.27 ^{**}	0	- 0.04
IV3	+ 0.01	- 0.03	+ 0.01	- 0.17	+ 0.05	- 0.16 ^{**}	- 0.02	- 0.23

* : 与对照比较差异显著; * * : 与对照比较差异极显著; I : 2 叶期滤纸, 紫茎泽兰幼苗生长 10 d, 保存 30 d, 共 40 d; II : 4 叶期滤纸, 紫茎泽兰幼苗生长 30 d, 保存 10 d, 共 40 d; III: 6 叶期滤纸, 紫茎泽兰幼苗生长 56 d 后收集, 未经长时间保存; IV: 2 叶期滤纸, 紫茎泽兰幼苗生长 10 d, 保存 46 d, 共 56 d

表 2 紫茎泽兰液体培养浓缩液对紫茎泽兰幼苗的影响(R_I 值)

Tab. 3 Effect of cultivate liquor on *Eupatorium adenoporum* seedling(R_I value)

用量/mL	叶宽	茎长	主根长
5	+ 0.16 ^{**}	+ 0.36 ^{**}	- 0.29 ^{**}
15	+ 0.22 ^{**}	+ 0.37 ^{**}	- 0.30 ^{**}
25	+ 0.19 ^{**}	+ 0.25 ^{**}	- 0.41 ^{**}

* : 对照比较差异显著; * * : 对照比较差异极显著

2.3 紫茎泽兰根、叶提取液及其液体培养液对大麦的影响 紫茎泽兰叶片提取液对大麦幼苗的生长具有极显著抑制(表 3), 提取液浓度增加, 其根长、株高的 R_I 绝对值增大; 根提取液和液体培养液对大麦幼苗根长有极显著的抑制作用, 但对株高和鲜重未表现出抑制作用. 紫茎泽兰不同器官提取液的化感效应大小为: 叶提取液> 根提取液> 培养液, 可能是不同器官中某些影响物质的含量不同, 并且与根部和培养液中含有一定量的营养物质有关.

表 3 紫茎泽兰根、叶提取液及液体培养液对大麦的影响(R_I 值)

Tab. 3 Effect of water extract from different organs of *Eupatorium adenoporum* (R_I value)

不同提取液/mL	主根长			苗高			种苗鲜重		
	叶	根	培养液	叶	根	培养液	叶	根	培养液
5	- 0.15 [*]	- 0.13 ^{**}	- 0.02	0	- 0.01	+ 0.04	+ 0.16	+ 0.14	+ 0.23
10	- 0.47 ^{**}	- 0.25 ^{**}	- 0.16 ^{**}	- 0.25 ^{**}	- 0.02	+ 0.05	- 0.37	+ 0.18	+ 0.23
20	- 0.79 ^{**}	- 0.07 [*]	- 0.11 ^{**}	- 0.44 ^{**}	+ 0.08 ^{**}	+ 0.08 ^{**}	- 0.91	+ 0.25	+ 0.30

* : 与对照比较差异显著; * * : 与对照比较差异极显著

3 讨 论

紫茎泽兰在幼苗生长阶段其根部能够产生某些物质抑制大麦、玉米幼苗的生长, 这些物质在真叶长出之前就已经产生, 并且在没有土壤参与条件下(可能有某些微生物存在)能够起到抑制作用。这些根系分泌物在 3 层滤纸中的积累呈浓度梯度, 即在与根系直接接触的滤纸上积累最多, 产生的影响最大, 而不能与根系直接接触的滤纸上数量较少, 表现出的效应较小。但含有分泌物的滤纸在保存较长时间后, 其影响作用减弱, 暗示了随着时间的延长, 紫茎泽兰根际所分泌的抑制物质有所变化使得其化感活性降低。

紫茎泽兰幼苗根系分泌物能抑制紫茎泽兰幼苗根系的伸长, 但在一定浓度范围内对其叶和茎的伸长却有促进作用。已有研究证实, 植物的化感作用是通过多种物质共同作用的^[3], 以上 2 种相反的效应结果是否为相同物质所致尚未可知。

化感物质存在于植物体的不同部位。本实验中, 紫茎泽兰培养液对受试植物株高、叶长等没有明显的影响, 而对根系生长有显著抑制, 张宝琛等认为可能是由于某些物质破坏了植物的根细胞壁组织, 导致细胞壁透性增加, 细胞内含物外溢, 从而抑制了根系细胞的分生和延长, 造成植物根系生长发育缓慢甚至死亡^[9]。目前研究认为, 具有化感作用的植物其地上部分的化感效应强度一般大于地下部分的化感作用^[4~6]。本实验中, 紫茎泽兰培养液对受试植物株高、叶长等没有明显影响, 可能是由于根系分泌的化感物质较少并且培养液中含有一定数量的营养元素, 而研究证实化感作用在逆境中表现的更为强烈^[10, 11]。并且土壤中不仅含有多 种营养物质, 而且根系分泌物进入土壤后会发生保持、转化和转移等变化, 以及与土壤中矿质养分的螯合反应^[12~14]、土壤中微生物的作用等从而减弱其化感能力, 使得植物根系部分的化感作用较弱。

与地上部分水提物的作用相比, 虽然紫茎泽兰根系分泌物的化感作用要弱得多, 但紫茎泽兰根系分泌物所具有的微小作用在紫茎泽兰通过其极小的种子传播入侵并迅速侵占新的生态位的过程中, 可能起着不可忽视的作用。

参考文献:

[1] 姚朝晖, 张无敌, 刘祖明. 恶性有毒杂草紫茎泽兰的防治与利用[J]. 农业与技术, 2003, 23 (1): 23-28.

[2] 方绮军, 傅昀, 程世清. 植物之间生化他感作用的研究及其应用[J]. 云南农业大学学报, 1999, 14: 206-210.

[3] 孔垂华. 植物化感作用研究中应注意的问题[J]. 应用生态学报, 1998, 9 (3): 332-336.

[4] 段惠, 强胜, 吴海荣等. 紫茎泽兰 (*Eupatorium adenophorum* Spreng) [J]. 杂草科学, 2003(2): 36-38.

[5] 侯太平, 刘世贵. 有毒植物紫茎泽兰研究进展[J]. 草原与草坪, 1999(4): 6-8.

[6] 宋启示, 付昀, 唐建维等. 紫茎泽兰的化学互感潜力 (英文)[J]. 植物生态学报, 2000, 24(3): 362-365.

[7] 施月红, 谷文祥. 生化他感作用研究中的生物测定方法[J]. 生态科学, 1998, 17(1): 84-89.

[8] 胡飞, 孔垂华. 胜红蓟化感作用研究 I, 水溶物的化感作用及其化感物质分离鉴定[J]. 应用生态学报, 1997, 8(3): 304-308.

[9] 张宝琛, 何素霞. 斑唇马先蒿提取物生化相克作用的初步研究[J]. 生态学报, 1981, 1(3): 227-234.

[10] 周志红. 植物化感作用的研究方法及影响因素[J]. 生态科学, 1999, 18(1): 35-38.

[11] PUTNAM R. Weed Allelopathy. Reproduction and Ecophysiology[M]. Inc U S: ICR C Press, 1984.

[12] 阎飞, 杨振明, 韩丽梅. 植物化感作用 (Allelopathy) 及其作用物的研究方法[J]. 生态学报, 2000, 20(4): 692-696.

[13] 沈宏, 严小龙. 根分泌物研究现状及其在农业与环境领域的应用[J]. 农业生态环境, 2000, 16(3): 51-54.

[14] PENG Shao-lin, WEN Jun, GUO Qian-feng. Mechanism and active variety of allelochemicals [J]. Acta Botanica Sinica, 2004, 46(7): 757-766.

Allelopathic potential of *Eupatorium adenophorum* root secretion

LV Xia, ZHANG Han-bo, ZHANG Ting, YANG Ming-zhi
(School of Life Sciences, Yunnan University, Kunming 650091, China)

Study on the altitudinal pattern of vegetation distribution along the eastern slope of Cangshan Mountain, Yunnan, China

YUAN Ru-jia, YANG Shu-hua, WANG Bao-rong

(Institute of Ecology and Geobotany, Yunnan University, Kunming 650091, China)

Abstract: Cangshan Mountain is one of the alpine plant pattern samples collection areas in China. The vertical belts of vegetation are distinct and perfect. The vegetation map which is derived from contour map and remote sensing image was made out, based on vegetation investigation along altitudinal gradient from 1996 m to 4092 m. With the help of layer overlapping analysis of the vegetation map and digital elevation model (DEM), researches were made on the altitudinal pattern of vegetation distribution along the eastern slope of Cangshan Mountain, and the altitudinal belts were compared with the primary climax vegetation. The results are as follows: The most regions are distributed from 2 500 m to 3 500 m, along the eastern slope of Cangshan Mountain. The vertical structure is distinct. There are 6 altitudinal belts. There are some changings of the altitudinal belts between this reaserch and the primary climax vegetation. The vertical structure material results were made out and were compared with the previously reaserch. The differences were found out, and the reasons were analysed.

Key words: Cangshan Mountain; vegetation; vertical distribution; remote sensing; vegetation map

* * * * *

(上接第 317 页)

Abstract *Eupatorium adenophorum* is a weed with strong invisibliteedling can produce certain substances during its cotyledons growing. These substances can inhibit the growthing seeding of *Hordeum vulqane* and *Zea mays*, including the seeding height, root length and leaf length. The inhibition effect is up to 32% , 13% and 43% , to *Hordeum vulgare*, respectively, and 45% , 35% , 82% to *Zea mays*. They also inhibit growth of *Eupatorium adenophorum* seedling' s root but promote growth of its leaves and stem within certain concentration. *Eupatorium adenophorum*' s root secretion may play an important role in the process of spreading and occupying new ecological niche.

Key words: allelopathy; *Eupatorium adenophorum*; root secretion