

入侵植物土荆芥不同器官化感作用的差异研究

刘长坤, 邓洪平, 尹 灿, 雷胜勇

(西南大学 生命科学学院, 三峡库区生态环境教育部重点实验室 重庆 400715)

摘 要: 利用培养皿滤纸法, 测定了土荆芥不同器官水浸提液对5种受体农作物种子萌发和幼苗生长的效应, 初步研究了土荆芥对5种农作物的化感作用。结果表明: 土荆芥植株干样、鲜样浸提液对5种受体农作物的种子萌发和幼苗生长均有明显的化感作用, 且干样浸提液化感作用强于鲜样浸提液; 土荆芥不同器官的化感作用强度不同, 其作用强度顺序为: 花>叶>根>茎。

关键词: 土荆芥; 植物器官; 化感作用; 种子萌发; 幼苗生长

中图分类号: Q 949.745.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)06-0041-04

入侵植物是指通过有意或无意的人类活动被引入到自然分布区外, 在自然分布区外的自然、半自然生态系统或生境中建立种群, 并对引入地的生物多样性造成威胁, 破坏物种多样性和生态系统的植物^[1]。入侵机制一直是外来植物入侵生态学的核心问题, 阐明入侵机制可以为外来植物的预测和控制提供科学依据^[2]。植物入侵的机制有多种, 化感作为外来植物的一种入侵机制也越来越引起人们的重视^[3]; 化感作用是指植物或微生物的代谢分泌物对环境中其它植物或微生物的有利或不利的作用^[4]。植物主要通过茎叶挥发、茎叶淋溶、根系分泌以及植物残株的腐解等途径向环境中释放化感物质, 影响周围植物的生长和发育^[5]。植物的化感作用广泛存在于自然界中, 与植物间光、水分、养分和空间的竞争一起构成了植物之间的相互作用^[6]。

土荆芥(*Chenopodium ambrosioides* L.)又名臭草、杀虫芥、鹅脚草, 为藜科藜属1a生或多年生草本植物, 原产热带美洲, 现广布于世界热带及温带地区^[7]。1864年在我国台湾省台北的淡水首次被采集, 现已扩展至我国北京、湖北、重庆、贵州、云南等绝大多数省市, 呈现出非常迅猛的扩张态势^[8]。土荆芥具有极强的入侵能力, 但对该物种化感作用尤其是器官间的作用差异研究未见报道。试验选取土荆芥入侵农田中常见的5种农作物为受体试验材料, 研究土荆芥不同器官浸提液对受体

农作物种子萌发和幼苗生长的化感作用, 以期土荆芥的入侵机制、防治与利用提供一定的理论与实践依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

土荆芥采于重庆缙云山自然保护区, 由西南大学生命科学学院何平教授鉴定, 受试植物小白菜(*Brassica chinensis* L.)、豇豆(*Vigna unguiculata* L.)、辣椒(*Capsicum annuum* L.)种子购于重庆种子公司, 水稻(*Oryza sativa* L.)种子购于西南大学种子销售部, 小麦(*Triticum aestivum* L.)种子为重庆市农科院提供。

1.2 试验方法

1.2.1 土荆芥样品处理 于2008年6月从重庆市缙云山自然保护区采集土荆芥移植于塑料花盆内培养, 盆栽土壤为西南大学生态园腐殖土壤。每隔3d浇1次Hoagland营养液, 其余时间补水, 培养3个月后选择生长均匀一致的植株作为试验材料, 除去枯枝黄叶后, 将土荆芥根、茎、叶、花分开, 用于鲜样和干样浸提液的制备。

1.2.2 土荆芥浸提液的制备 根据李光义^[9]浸提液的制备方法, 鲜样: 将土荆芥根、茎、叶、花分开(其中根和茎剪成约2cm小段), 分别称取100g供体材料加1000mL蒸馏水, 常温下浸泡48h后即得浓度为0.10g/mL的鲜样浸提液; 干样: 将土荆芥不同器官分开(其中根和茎剪成约2cm小段), 分别称取100g供体材料, 风干后加入1000mL蒸馏水, 在常温下浸泡48h后即得浓度为0.10g/mL的干样浸提液。将鲜样和干样浸提液存于4℃冰箱待用。

1.2.3 种子萌发率的测定 用培养皿滤纸法^[10]进行种子萌发试验。选取籽粒饱满、大小均匀的受体植物种子经1%次氯酸钠消毒(30min)后, 置于铺有2层滤纸的培

第一作者简介: 刘长坤(1985), 男, 山东临沂人, 在读硕士, 现从事植物系统与进化学研究工作。

通讯作者: 邓洪平(1970), 男, 博士, 教授, 现主要从事植物系统与进化方面的研究工作。E-mail: Denghp@swu.edu.cn

基金项目: 重庆市重点科技资助项目(240-413612); 国家自然科学基金资源平台资助项目(2005DKA21403)。

收稿日期: 2009-12-20

养皿中,每皿放置 30 粒种子,分别加入一定量(以淹没种子的 1/3 为准)各器官土荆芥浸提液,以蒸馏水为对照,于 20℃、日光灯 4 000 lx 照射 12 h/d 条件下进行培养,每处理 3 次重复。每天适当补充浸提液并记录种子萌发的数量,直到种子不再萌发为止。按下式计算种子相对萌发率^[1]。相对萌发率(%)=(处理萌发率/对照萌发率)×100%。

1.2.4 幼苗生长的测定 选取刚发芽(露白)的受试植物种子 10 粒,均匀地置于铺有 2 层滤纸的培养皿中,加入不同器官的土荆芥浸提液(以淹没种子的 1/3 为准),于 20℃、日光灯 4 000 lx 照射 12 h/d 的条件下进行培养。每个处理设 3 个重复,以蒸馏水为对照。每天适当补充浸提液,10 d 后测定幼苗的苗茎高和根长,按下式计算幼苗相对根长、茎长^[2]。相对根长(或茎长)(%)=(处理根(茎)长/对照根(茎)长)×100%。

1.3 数据处理

依据张博等计算化感作用的综合效应(M)公式^[3]来比较同一因素不同层次或水平间的化感作用强弱。

$$M_R = \frac{\sum_{j=1}^n a_j}{n}$$

式中, R 为综合效应(M)的级别或层次; α 为数据项; n 为

该级别或层次数据(RI)的总个数。敏感指数 RI 值是 Williamson^[15] 提出的用来衡量化感强度。RI=1-C/T (当 T>C 时)T/C-1(当 T<C 时),式中, C 为对照值, T 为处理值,当 RI>0 时表示促进作用;当 RI<0 时为抑制作用。RI 绝对值代表化感作用强度的大小。数据分析采用 SPSS 13.0 进行方差(LSD Test)分析各参数在不同处理间的差异。

2 结果与分析

2.1 土荆芥水浸提液对种子萌发率的影响

由表 1 可知,土荆芥不同器官提取液对不同农作物种子的萌发率影响不同。在土荆芥花的鲜样和干样浸提液处理下,5 种农作物种子萌发率都显著降低。叶的鲜样和干样浸提液处理下,除水稻种子萌发变化不明显,其它 4 种农作物种子萌发率均显著降低。茎的鲜样浸提液处理下,小麦、辣椒和豇豆种子萌发率显著降低,但水稻和小白菜变化不明显;茎的干样浸提液处理下,水稻种子萌发率显著增加,其它 4 种农作物种子萌发率仍显著降低。土荆芥根的鲜样和干样浸提液处理下 5 种农作物种子萌发率的变化与土荆芥茎的鲜样浸提液处理下的结果相似。

表 1 土荆芥水浸提液对受体植物最终萌发率的影响

Table 1 Effects of different organs aqueous extract of *C. ambrosioides* L. on seed germination of crops

不同器官 浸提液 Aqueous extract of different organs	小麦萌发率 Germination of <i>T. aestivum</i> / %		水稻萌发率 Germination of <i>O. sativa</i> / %		小白菜萌发率 Germination of <i>B. chinensis</i> / %		辣椒萌发率 Germination of <i>C. annuum</i> / %		豇豆萌发率 Germination of <i>V. unguiculata</i> / %	
	鲜样	干样	鲜样	干样	鲜样	干样	鲜样	干样	鲜样	干样
	Fresh donor	Dry donor	Fresh donor	Dry donor	Fresh donor	Dry donor	Fresh donor	Dry donor	Fresh donor	Dry donor
蒸馏水 Distilled water	100a	100a	100ab	100b	100a	100a	100a	100a	100a	100a
根 Root	55.19bc	44.85bc	108.13a	100.00b	94.86a	102.96a	64.57c	59.51c	71.81bc	73.08bc
茎 Stem	63.79b	56.91b	112.50a	116.67a	100.75a	83.10b	79.76b	74.71b	76.92b	78.19b
叶 Leaf	36.21c	29.33c	90.29b	94.46b	72.79b	54.42c	16.44d	26.59d	61.54c	60.27c
花 Flower	24.16c	20.69c	73.625c	69.46c	50.01c	38.23d	5.05d	6.34e	57.69c	55.12c

注:同列字母不同者,表示检验(P=0.05)差异显著。下同

Note: Different letters in column indicate significantly difference between treatments(P=0.05). The same as follows.

表 2 土荆芥水浸提液对幼苗根相对生长影响

Table 2 Effects of different organs aqueous extract of *C. ambrosioides* L. on the root growth of crops

不同器官浸提液 Aqueous extract of different organs	小麦相对根长 Relative root length of <i>T. aestivum</i> / %		水稻相对根长 Relative root length of <i>O. sativa</i> / %		小白菜相对根长 Relative root length of <i>B. chinensis</i> / %		辣椒相对根长 Relative root length of <i>C. annuum</i> / %		豇豆相对根长 Relative root length of <i>V. unguiculata</i> / %	
	鲜样	干样	鲜样	干样	鲜样	干样	鲜样	干样	鲜样	干样
	Fresh donor	Dry donor	Fresh donor	Dry donor	Fresh donor	Dry donor	Fresh donor	Dry donor	Fresh donor	Dry donor
蒸馏水 Distilled water	100a	100a	100a	100a	100a	100a	100a	100a	100a	100a
根 Root	70.51b	66.95b	38.49c	32.89b	26.23bc	30.98b	87.50ab	67.19b	22.08bc	11.84b
茎 Stem	80.73b	27.98cd	55.70b	13.19c	37.17b	18.40bc	77.60ab	115.10a	38.74b	15.35b
叶 Leaf	48.94c	36.49c	24.16d	9.396c	25.31bc	7.51c	57.29b	22.39c	14.91bc	22.37b
花 Flower	42.18c	21.57d	21.16d	16.33c	18.25c	7.67c	35.94b	29.17c	8.33c	19.01b

2.2 土荆芥水浸提液对幼苗根生长的影响

由表 2 可知, 在土荆芥花、叶的鲜样和干样浸提液处理下, 5 种农作物的根长都显著降低。在茎的鲜样和干样浸提液处理下, 小麦、水稻、小白菜和豇豆根长均显著降低, 辣椒根长无显著变化。根浸提液试验中, 除了鲜根浸提液对辣椒没有明显作用, 其它作物根长都受到了显著抑制作用。

2.3 土荆芥水浸提液对幼苗茎生长的影响

由表 3 可知, 在土荆芥花、叶的鲜样和干样在浸提

液处理下, 5 种农作物的茎高都有显著降低, 这与根长试验表现出来的抑制作用相同。茎的鲜样和干样在浸提液处理下, 水稻、豇豆的茎高受到了明显的抑制, 辣椒茎高的抑制作用不明显; 小麦茎高在茎干样浸提液处理下抑制明显, 但在鲜样处理下无显著抑制作用; 小白菜茎高在茎鲜样处理下无明显促进作用, 但干样处理下促进作用显著。在根的鲜样和干样浸提液处理下, 水稻、豇豆茎高的抑制呈显著性, 但小麦、小白菜、辣椒抑制作用不明显。

表 3 土荆芥水浸提液对幼苗茎相对生长的影响

Table 3 Effects of different organs aqueous extract of *C. ambrosioides* L. on the stem growth of crops

不同器官 浸提液 Aqueous extract of different organs	小麦相对茎长 Relative stem length of <i>T. aestivum</i> / %		水稻相对茎长 Relative stem length of <i>O. sativa</i> / %		小白菜相对茎长 Relative stem length of <i>B. chinensis</i> / %		辣椒相对茎长 Relative stem length of <i>C. annuum</i> / %		豇豆相对茎长 Relative stem length of <i>V. unguiculata</i> / %	
	鲜样	干样	鲜样	干样	鲜样	干样	鲜样	干样	鲜样	干样
	Fresh donor	Dry donor	Fresh donor	Dry donor	Fresh donor	Dry donor	Fresh donor	Dry donor	Fresh donor	Dry donor
蒸馏水 Distilled water	100a	100a	100a	100a	100a	100ab	100a	100a	100a	100a
根 Root	83.46a	81.57ab	55.26c	48.35b	100.97a	82.17a	89.14ab	81.59ab	49.66b	51.02b
茎 Stem	86.09a	78.57b	80.26b	62.17b	114.09a	115.12b	85.09ab	95.36ab	54.86b	39.93b
叶 Leaf	71.42b	76.69bc	50.00c	31.25c	83.32b	69.82c	70.31b	68.87b	38.12bc	31.43b
花 Flower	52.26b	54.51c	26.97b	21.38c	72.77b	72.21bc	64.82b	71.69b	24.09c	33.82b

2.4 土荆芥不同器官化感作用的综合评价

由表 4 可知, 土荆芥不同器官的化感作用强弱不同。比较土荆芥不同器官浸提液在鲜样、干样下抑制强度的大小, 发现其抑制作用顺序为: 花 > 叶 > 根 > 茎。在干样

与鲜样试验对比中, 干样浸提液抑制作用强于鲜样浸提液。受试的 5 种农作物表现出对土荆芥化感作用具有不同的敏感程度。

表 4 土荆芥不同器官水浸液对受试植物生长影响的综合效应

Table 4 Synthesis effect of different organs aqueous extract of *C. ambrosioides* L. on tested crops

不同器官浸提液 Aqueous extract of different organs	小麦 <i>T. aestivum</i>	水稻 <i>O. sativa</i>	小白菜 <i>B. chinensis</i>	辣椒 <i>C. annuum</i>	豇豆 <i>V. unguiculata</i>	综合效应 Synthesis effect
根 Root	鲜样 Fresh donor	-0.30	-0.32	-0.26	-0.20	-0.52
	干样 Dry donor	-0.36	-0.39	-0.28	-0.31	-0.52
茎 Stem	鲜样 Fresh donor	-0.23	-0.17	-0.16	-0.19	-0.43
	干样 Dry donor	-0.46	-0.36	-0.28	-0.05	-0.53
叶 Leaf	鲜样 Fresh donor	-0.48	-0.45	-0.39	-0.52	-0.62
	干样 Dry donor	-0.52	-0.55	-0.56	-0.61	-0.64
花 Flower	鲜样 Fresh donor	-0.60	-0.59	-0.53	-0.65	-0.70
	干样 Dry donor	-0.68	-0.64	-0.61	-0.64	-0.66

注: 综合效应代表的是水浸液对 5 种受体 RI 的平均值, n=60; 其它各数据代表 1 种供体水浸液对 1 种受体 RI 的平均值, n=12.

note: Synthetic effect stands for the mean of one donor water extract on 5 receptors RI, n=60 other data stand for the mean of one donor water extract on one receptor RI, n=12.

3 讨论

土荆芥的水浸提液对 5 种受体农作物的种子萌发和幼苗生长产生了强烈的抑制, 说明土荆芥存在显著的化感作用, 这表明土荆芥在自然界中迅速能生长繁殖, 不但与其生物学特性有关, 而且与其向周围环境中释放化感物质有着密切的关系。土荆芥干样浸提液化感作用强于鲜样浸提液, 说明了死亡干枯的土荆芥仍具有很强的化感作用, 对于农田中的土荆芥应彻底铲除,

防止枯落物释放化感物质。土荆芥不同器官水浸液对同一种受体植物的化感抑制作用存在差异, 作用强度顺序为花 > 叶 > 根 > 茎, 说明土荆芥化感物质在不同器官中分布种类和含量不同。不同农作物对土荆芥化感作用敏感程度不同, 其确切原因还不清楚, 但可能与各物种不同的进化历史有关^[9]。

土荆芥化感作用使周围其它植物种子萌发率降低, 发芽速度变慢, 将严重影响植物对地上和地下资源的竞

争能力,化感物质对植物根长的影响将导致植物吸水、吸肥能力降低,对苗高的影响将导致植物矮小,使争取阳光的能力受到限制^[6]。通过化感作用土荆芥在竞争中处于优势地位,提高了入侵能力。对于农作物来说,土荆芥通过化感作用抑制其种子萌发和幼苗生长,将最终导致农作物总产量降低,对农业造成不可估量的损失。目前外来植物入侵对全球的农业和自然生态系统的生产力和生态系统健康造成了严重的威胁^[7]。然而近年来研究发现,农业生态系统中杂草产生化感是物种多样性维持的一种机制,可以维持生态平衡,保护天敌,控制害虫,防止土壤侵蚀,促进养分循环,消除环境污染,化感作用被认为对生物多样性和可持续发展农业具有重要的影响^[8]。因此合理的利用土荆芥的化感作用(如开发杀虫或除草剂),将会有效保护生态环境,促进农业增产和农业可持续发展。

参考文献

- [1] 石胜璋,田茂洁,刘玉成.重庆外来入侵植物调查研究[J].西南师范大学学报 2004 29(5):863-866.
- [2] 王开金,陈列忠,俞晓平.加拿大一枝黄花化感作用的初步研究[J].浙江农业学报 2006 18(5):299-303.
- [3] 吴锦容,彭少麟.化感-外来入侵植物的“novel weapons”[J].生态学报,2005 25(11):3093-3097.
- [4] Rice E L. Allelopathy [M]. 2nd ed London: Academic Press, 1984: 1-2.
- [5] 宋亮,潘开文,王进闯.化感活性物质影响种子萌发作用机理的研究进展[J].世界科技研究与发展,2006,28(4):52-57.

- [6] 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.
- [7] 中国植物志编辑委员会.中国植物志[M].北京:科学出版社,1979,82-83.
- [8] 王云,唐书国,陈巧敏等.土荆芥种子贮藏与萌发特性的研究[J].草业科学 2008 25(2):103-105.
- [9] 李光义,喻龙,邓晓等.假臭草化感作用研究[J].杂草科学 2006,4:19-20,49.
- [10] Zeng R S. Review on bioassay methods for allelopathy research [J]. Chin. J. Appl. Ecol, 1999, 10(1):123-126.
- [11] 刘伟,侯任昭,叶蕙等.五爪金龙的化感作用[J].华南农业大学学报 1997,18(2):119-120.
- [12] 朱晓红,王朋,梁文举等.苜蓿化感作用的初步研究[J].生态学杂志 2004 23(3):128-130.
- [13] 张博,赵庆芳,郭鹏辉等.甘肃省重要中草药的化感作用初探[J].安徽农业科学,2008,36(2):601-604.
- [14] Willamson G B. Bioassays for allelopathy: measuring treatment responses with independent controls [J]. Journal of Chemical Ecology, 1988, 14(1): 181-187.
- [15] 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):2782-2787.
- [16] 彭瑜,胡进耀,苏智先.外来物种红花醉浆草的化感作用研究[J].草业学报 2007 16(5):90-95.
- [17] 于兴军,于丹,卢志军等.一个可能的植物入侵机制:入侵种通过改变入侵地土壤微生物群落影响本地种的生长[J].科学通报 2005 50(9):896-903.
- [18] 左胜鹏,马永清,李秀维.植物化感作用与生物多样性[J].植物遗传资源学报,2006,7(4):494-498.

Study of Different Organs of Allelopathy of Invasive Plant *Chenopodium ambrosioides* L.

LIU Chang-kun, DENG Hong-ping, YIN Can, LEI Sheng-yong

(School of Life Science, Southwest University, Key Laboratory of Eco-environments in Three Gorges Reservoir Region(MOE), Chongqing 400715)

Abstract: Allelopathy played an important role in biological invasion. *Chenopodium ambrosioides* L. had a strong ability to invasion, but there was little research on the allelopathic influence of it. The allelopathy of *C. ambrosioides* L. was studied by the method of bioassay of culture plate and filter paper in the experiment in order to explore how the treatments with different organs extract of *C. ambrosioides* L. affected the growth and germination of 5 crops. The results showed that the aqueous extract of fresh and dry *C. ambrosioides* L. inhibited the germination and growth of young seedlings of the tested plants. The allelopathy of the aqueous extract of fresh *C. ambrosioides* L. was stronger than that of dry. Allelopathy of different organs of *C. ambrosioides* L. had different effects on test plant. The order of restraining effect from strong to weak was flower, leaf, root, stem. The result can be a mechanism for the invasion, control and utilization of invasive plants providing a certain degree of theoretical and practical basis.

Key words: *C. ambrosioides* L.; plant organ; allelopathy; seed germination; seedling growth