

胜红蓟挥发物对杂草和蔬菜的化感作用

江贵波, 高伟佳, 陆梓华

(揭阳职业技术学院, 广东 揭阳 522000)

摘要: 为了揭示潮汕地区重要外来入侵物种胜红蓟的入侵机制, 采用水蒸气蒸馏法提取胜红蓟地上部分的挥发油, 以稗草、黑麦草、三叶鬼针草 3 种杂草和白菜、油菜、萝卜 3 种蔬菜的种子为供试对象, 用种子萌发法测定胜红蓟挥发油和茎叶自然挥发物的化感作用。结果表明: 胜红蓟的茎叶在密闭系统中产生的挥发性物质对 6 种受体植物的幼苗生长均产生显著的抑制作用, 其中对根生长的抑制更为明显。通过水蒸气蒸馏法所得的挥发油在未直接接触受体的条件下对 6 种植物的幼苗生长也表现显著的抑制作用, 且抑制作用随着挥发油用量的增加而增强。胜红蓟挥发物具有化感作用, 这可能是其抑制周围其他植物生长的原因之一。

关键词: 胜红蓟; 挥发物; 化感作用; 杂草; 蔬菜

中图分类号: S45 文献标志码: A 文章编号: 1004-3268(2014)02-0092-04

Allelopathic Potentials of Volatiles from *Ageratum conyzoides* L. on Weeds and Vegetables

JIANG Gui-bo, GAO Wei-jia, LU Zi-hua

(Jieyang Vocational and Technical College, Jieyang 522000, China)

Abstract: To explore the invasive mechanism of the important alien plant, *Ageratum conyzoides* L. in Chaoshan area, the allelopathic potentials of *A. conyzoides* L. volatiles were determined by investigating the seed germination and seedling growth of 3 weeds, *Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv., *Lolium perenne* L., *Bidens pilosa* L., and 3 vegetables, *Brassica campestris* L., *Brassica chinensis* L., *Raphanus sativus* L. Results showed that the volatiles released from leaves and stems of *A. conyzoides* L. in an airproof system significantly inhibited the seedling growth of the 6 plants, especially the growth of roots. Essential oil obtained from the steam distillation of fresh leaves and stems also significantly inhibited the seedling growth of the 6 tested species without direct contact with the receptor. The inhibition of the essential oil enhanced with increase of its concentration. The results above indicate that volatiles of *A. conyzoides* L. have allelopathic potentials, which may serve as an important mechanism of successful invasion of this alien species.

Key words: *Ageratum conyzoides* L.; volatiles; allelopathy; weeds; vegetables

胜红蓟 (*Ageratum conyzoides* L.), 又称藿香蓟、臭草, 属菊科 1 年生草本植物, 原产于南美洲, 目前已成为潮汕地区重要的杂草。胜红蓟富含挥发油, 能散发一种类似于雄山羊的特殊气味, 澳大利亚人称其为“山羊草”^[1]。观察发现, 胜红蓟生长旺盛, 根系发达, 对土壤、气候适应性强, 竞争力和繁衍能

力也很强, 能够抑制本土植物的生长, 其群落中其他杂草较少, 推测其生长优势可能跟化感作用 (allelopathy) 有关。目前, 已有关于胜红蓟化感作用的报道^[2-6], 但对于胜红蓟挥发性物质的专门研究较少, 关于胜红蓟挥发性物质对杂草和蔬菜化感作用的综合研究尚未见报道。为此, 研究了胜红蓟地上

收稿日期: 2013-07-08

基金项目: 广东省教育科学“十一五”规划课题 (2010tjk335); 揭阳职业技术学院科研课题 (JYCKY1004)

作者简介: 江贵波 (1973-), 男, 广东揭阳人, 副教授, 硕士, 主要从事化学教学和化学生态学方面的研究。

E-mail: jgb168@126.com

部分挥发物对稗草、黑麦草和三叶鬼针草3种杂草以及白菜、油菜和萝卜3种蔬菜的化感作用,以期进一步揭示该外来物种入侵潮汕地区的化学机制,同时也为农林生产中植物的合理开发利用提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验材料

1.1.1 供试植物 胜红蓟(*Ageratum conyzoides* L.)采自揭阳职业技术学院校园内。

1.1.2 受体植物 杂草:稗草[*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.],黑麦草(*Lolium perenne* L.)、三叶鬼针草(*Bidens pilosa* L.)种子由揭阳职业技术学院基础化学实验室提供。

蔬菜:白菜(*Brassica campestris* L. ssp. *chinensis* (L.) Makino, 阳美四季青)、油菜(*Brassica chinensis* L., 揭农18号)、萝卜(*Raphanus sativus* L., 短叶13号)种子购于保丰种子商行。

1.1.3 仪器 PL203 电子精密天平、HH·S21-4 型电热恒温水浴锅、干燥器(直径30 cm, 高50 cm)、人工培养箱、0~1 000 μ L 移液枪、蒸馏装置、常规玻璃仪器。

1.1.4 试剂 氯化钠(AR)、无水硫酸钠(AR)、0.3% KMnO_4 溶液。

1.2 试验方法

1.2.1 种子消毒与培养 选择饱满、萌发力强的种子,用0.3% KMnO_4 溶液消毒10 min后再用水冲洗干净,置于40~45 $^{\circ}\text{C}$ 的恒温水浴锅中20 min,然后置于人工培养箱中培养至刚刚露白,供试。

1.2.2 胜红蓟挥发物的提取 采集新鲜地上部分洗净、去尘,荫干,切碎(<2 cm)后随机称取3.2 kg,用水蒸气蒸馏法提取,得到挥发油水乳液。为了降低挥发油在水相中的溶解度,加入氯化钠粉末至饱和,搅拌后静置24 h,分出油层,用无水硫酸钠干燥,得棕黄色具有特殊刺鼻气味的油状液体1.3 mL(1.076 g),提取率为0.34%(质量比)。将挥发油密封,冰箱保存。

1.2.3 化感作用的测定 参考曾任森等^[7]、江贵波等^[8]的方法,在直径为11 cm的培养皿内垫1张9 cm的滤纸并加8.0 mL蒸馏水,将30粒受试植物种子均匀播在培养皿中,培养皿放入干燥器(直径30 cm、高50 cm)的上层,不上盖,干燥器底部中央分别放入挥发油0.10、0.25、0.50 mL或胜红蓟新鲜茎叶250 g作为挥发物的来源,密封干燥器,在温

度为12~16 $^{\circ}\text{C}$ 的室外自然光照下培养,根据不同植物培养8~11 d(每天打开干燥器通气30 min)后,分别测定受试植物的根长、苗高和鲜质量。每个受体植物处理重复3次,对照干燥器的底部不放任何东西。

1.3 数据统计分析

采用Excel、SPSS 11.0等软件进行数据处理,用邓肯氏新复极差法(DMRT法)分析不同处理间的差异显著性。

2 结果与分析

2.1 胜红蓟挥发物对杂草的化感作用

2.1.1 自然挥发物和挥发油对杂草的化感作用

从表1可以看出,胜红蓟茎叶挥发物对稗草、黑麦草、三叶鬼针草3种受体植物的幼苗和根的生长以及鲜质量均具有显著的抑制作用。在含有胜红蓟茎叶挥发物的容器中生长的稗草,其根长、苗高、鲜质量分别比对照减少69.1%、50.0%、46.7%;黑麦草的根长、苗高、鲜质量分别比对照减少37.6%、28.8%、16.0%;三叶鬼针草的根长、苗高、鲜质量分别比对照减少32.6%、32.2%、50.0%。

通过水蒸气蒸馏所得到的挥发油对稗草、黑麦草、三叶鬼针草3种受体植物的幼苗和根的生长以及鲜质量也具有显著的抑制作用。在含有胜红蓟挥发油的容器中生长的稗草,其根长、苗高、鲜质量分别比对照减少98.2%、91.7%、60.0%;黑麦草的根长、苗高、鲜质量分别比对照减少62.2%、82.7%、44.0%;三叶鬼针草的根长、苗高、鲜质量分别比对照减少37.1%、49.7%、62.5%。

表1 胜红蓟挥发油和茎叶挥发物对3种杂草幼苗生长的影响

受体植物	处理	根长/mm	苗高/mm	鲜质量/g
稗草	I	5.5 \pm 0.4a	6.0 \pm 0.4a	0.015 \pm 0.001a
	II	1.7 \pm 0.2b	3.0 \pm 0.2b	0.008 \pm 0.000b
	III	0.1 \pm 0.0c	0.5 \pm 0.0c	0.005 \pm 0.000c
黑麦草	I	49.7 \pm 1.8a	41.6 \pm 1.6a	0.025 \pm 0.001a
	II	31.0 \pm 0.9b	29.6 \pm 1.9b	0.021 \pm 0.001b
	III	18.8 \pm 1.0c	7.2 \pm 0.5c	0.014 \pm 0.001c
三叶鬼针草	I	8.9 \pm 0.3a	14.3 \pm 0.4a	0.008 \pm 0.000a
	II	6.0 \pm 0.2b	9.7 \pm 0.3b	0.004 \pm 0.000b
	III	5.6 \pm 0.3b	7.2 \pm 0.3c	0.002 \pm 0.000c

注:处理I、II、III分别表示空白对照、茎叶自然挥发物处理、挥发油处理(0.50 mL);表中数据为平均值 \pm 标准误,每列数字(同种受体植物不同处理间比较)后小写字母不同表示差异显著($P<0.05$),下同。

2.1.2 不同用量挥发油的化感作用 表 2 显示:不同用量的胜红蓟挥发油对稗草、黑麦草、三叶鬼针草 3 种受体植物的幼苗和根的生长以及鲜质量均有显著的抑制作用,且随着挥发物浓度的增大,其抑制作用增强。在含有 0.10、0.25、0.50 mL 胜红蓟挥发油的容器中,稗草的根长分别比对照减少 81.8%、87.3%、98.2%,苗高分别比对照减少 71.7%、81.7%、91.7%,鲜质量分别比对照减少 46.7%、60.0%、66.7%;黑麦草的根长分别比对照减少 46.1%、52.5%、62.2%,苗高分别比对照减少 45.4%、69.7%、82.7%,鲜质量分别比对照减少 24.0%、32.0%、44.0%;三叶鬼针草的根长分别比对照减少 25.8%、36.0%、37.1%,苗高分别比对照减少 39.2%、43.4%、49.7%,鲜质量分别比对照减少 50.0%、62.5%、75.0%。

表 2 不同用量胜红蓟挥发油对 3 种杂草幼苗生长的影响

受体植物	用量/ mL	根长/mm	苗高/mm	鲜质量/g
稗草	0.00 (对照)	5.5±0.4a	6.0±0.4a	0.015±0.001a
	0.10	1.0±0.1b	1.7±0.1b	0.008±0.000b
	0.25	0.7±0.1b	1.1±0.1c	0.006±0.000c
	0.50	0.1±0.0c	0.5±0.0d	0.005±0.000c
黑麦草	0.00 (对照)	49.7±1.8a	41.6±1.6a	0.025±0.001a
	0.10	26.8±1.3b	22.7±1.4b	0.019±0.001b
	0.25	23.6±1.0b	12.6±1.0c	0.017±0.001b
	0.50	18.8±1.0c	7.2±0.5d	0.014±0.001c
三叶鬼针草	0.00 (对照)	8.9±0.3a	14.3±0.4a	0.008±0.000a
	0.10	6.6±0.2b	8.7±0.2b	0.004±0.000b
	0.25	5.7±0.2c	8.1±0.3b	0.003±0.000c
	0.50	5.6±0.3c	7.2±0.3c	0.002±0.000c

2.2 胜红蓟挥发物对蔬菜的化感作用

2.2.1 白菜 研究表明,胜红蓟挥发物对白菜幼苗的生长具有较强的化感作用,对根生长的抑制作用尤为显著。在含有胜红蓟茎叶挥发物和挥发油的容器中生长的白菜,与对照相比,根长分别减少 30.5%和 31.0%,苗高分别减少 27.3%和 32.3%,鲜质量分别减少 9.5%和 23.8%(表 3)。

表 4 显示,不同用量的胜红蓟挥发油对白菜幼苗的生长均具有一定的化感作用,且随着用量的增加其化感作用增强。在含有 0.10、0.25、0.50 mL 胜红蓟挥发油的容器中生长的白菜,根长分别比对照减少 21.1%、27.1%、31.0%,苗高分别比对照减少 6.1%、21.2%、32.3%,鲜质量分别比对照减少 9.5%、9.5%、23.8%。

表 3 胜红蓟挥发油和茎叶挥发物对 3 种蔬菜幼苗生长的影响

受体植物	处理	根长/mm	苗高/mm	鲜质量/g
白菜	I	38.4±1.2a	9.9±0.6a	0.021±0.001a
	II	26.7±1.1b	7.2±0.4b	0.019±0.001b
	III	26.5±1.0b	6.7±0.3b	0.016±0.001c
油菜	I	20.3±0.8a	6.5±0.4a	0.015±0.001a
	II	17.5±0.7b	5.4±0.3b	0.013±0.001ab
	III	13.8±0.5c	4.2±0.2c	0.012±0.001b
萝卜	I	32.4±1.9a	15.8±0.9a	0.063±0.004a
	II	15.9±1.2b	11.7±0.7b	0.038±0.003b
	III	12.6±1.8b	7.8±0.6c	0.035±0.004b

表 4 不同用量胜红蓟挥发油对 3 种蔬菜幼苗生长的影响

受体植物	用量/ mL	根长/mm	苗高/mm	鲜质量/g
白菜	0.00 (对照)	38.4±1.2a	9.9±0.6a	0.021±0.001a
	0.10	30.3±0.7b	9.3±0.3a	0.019±0.001b
	0.25	28.0±0.8bc	7.8±0.4b	0.019±0.001b
	0.50	26.5±1.0c	6.7±0.3b	0.016±0.001c
油菜	0.00 (对照)	20.3±0.8a	6.5±0.4a	0.014±0.001ab
	0.10	18.9±0.9a	6.4±0.3a	0.013±0.002a
	0.25	15.8±0.5b	4.8±0.2b	0.012±0.001a
	0.50	13.8±0.5c	4.2±0.2b	0.012±0.001a
萝卜	0.00 (对照)	32.4±1.9a	15.8±0.9a	0.063±0.004a
	0.10	20.1±1.2b	11.3±0.7b	0.045±0.002b
	0.25	19.9±1.0b	11.2±0.7b	0.043±0.002bc
	0.50	12.6±1.8c	7.8±0.6c	0.035±0.004c

2.2.2 油菜 研究结果表明,胜红蓟挥发物对油菜幼苗的生长具有较强的化感作用。在含有胜红蓟茎叶挥发物和挥发油的容器中生长的油菜,与对照相比,根长分别减少 13.8%和 32.0%,苗高分别减少 16.9%和 35.4%,鲜质量分别减少 13.3%和 20.0%(表 3)。

不同用量的胜红蓟挥发油对油菜幼苗的生长均具有一定的化感作用,且随着用量的增加其化感作用增强。在含有 0.10、0.25、0.50 mL 胜红蓟挥发油的容器中生长的油菜,与对照相比,根长分别减少 6.9%、22.2%、32.0%,苗高分别减少 1.5%、26.2%、35.4%,鲜质量分别减少 7.1%、14.3%、14.3%(表 4)。

2.2.3 萝卜 研究表明,胜红蓟挥发物对萝卜幼苗的生长具有强烈的化感作用,对根生长的抑制作用尤为显著。在含有胜红蓟茎叶挥发物和挥发油的容器中生长的萝卜,与对照相比,根长分别减少

50.9%和61.1%,苗高分别减少25.9%和50.6%,鲜质量分别减少39.7%和44.4%(表3)。

不同用量的胜红蓟挥发油对萝卜幼苗的生长均有较强的化感作用,高用量的挥发油对萝卜幼苗根生长的抑制尤为显著,随着用量的增加其抑制作用逐渐增强。在含有0.10、0.25、0.50 mL胜红蓟挥发油的容器中生长的萝卜,根长分别比对照减少38.0%、38.6%、64.2%,苗高分别比对照减少28.5%、29.1%、50.6%,鲜质量分别比对照减少28.6%、31.7%、44.4%(表4)。

3 结论与讨论

胜红蓟茎叶自然挥发物对稗草、黑麦草、三叶鬼针草3种杂草以及白菜、油菜(鲜质量除外)、萝卜3种蔬菜的幼苗生长均有显著的抑制作用。通过水蒸气蒸馏所得到的胜红蓟挥发油对这6种幼苗生长也都有显著的抑制作用,而且在一定的范围内随着用量的增大,其抑制作用增强。同时,通过水蒸气蒸馏所得到的胜红蓟挥发油对6种植物幼苗的化感活性均比自然挥发物显著,这可能是从挥发油中挥发出来的化感物质浓度比从茎叶中自然挥发出来的化感物质浓度大的缘故。已有研究证明,胜红蓟的化感物质对大豆具有较明显的化感作用,影响其生长和产量^[9]。因此,在农业生产中,要建立合理的耕作制度,有效利用胜红蓟化感作用的正效应,避免负效应,尽可能减少其对现代农业的负面影响。

化感作用是植物对环境适应的一种化学表现形式,是植物为了适应环境而与周围生物争夺生存空间的一种生存竞争,常通过分泌化感物质排斥其周围物种,使周围物种减少甚至灭绝^[10-12]。由于本研究是在胜红蓟的茎叶和挥发油与受体植物没有直接接触的条件下进行的,所以对受体植物的抑制作用是由胜红蓟的茎叶或挥发油产生的挥发性物质引起

的。因此,胜红蓟在自然界可能通过挥发途径对邻近的其他植物产生化感作用,这也可能是胜红蓟植株周围很少有其他植物生长的原因之一。同时,化感作用可能是胜红蓟成功入侵潮汕地区的一个重要机制,值得进一步研究。

参考文献:

- [1] 郝建华,强胜.外来入侵性杂草——胜红蓟[J].杂草科学,2005(4):54-58.
- [2] 曾任森,骆世明.香茅、胜红蓟和三叶鬼针草植物他感作用研究[J].华南农业大学学报,1993,14(4):8-14.
- [3] 曾任森,骆世明.香茅、胜红蓟和三叶鬼针草根分泌物的化感作用研究[J].华南农业大学学报,1996,17(2):119-120.
- [4] 韦琦,曾任森,孔垂华,等.胜红蓟地上部化感作用物的分离与鉴定[J].植物生态学报,1997,21(4):360-366.
- [5] 胡飞,孔垂华.胜红蓟化感作用研究Ⅵ.气象条件对胜红蓟化感作用的影响[J].应用生态学报,2002,13(1):76-80.
- [6] 吴亚娟,何兴金.利用蚕豆根尖微核试验研究入侵植物胜红蓟的化感作用潜力[J].植物保护,2012,38(1):24-30.
- [7] 曾任森,李蓬为.窿缘桉和尾叶桉的化感作用研究[J].华南农业大学学报,1997,18(1):6-10.
- [8] 江贵波,曾任森.入侵物种三裂叶蟛蜞菊挥发物的化感作用研究[J].生态环境,2007,16(3):950-953.
- [9] 赵之亭,范志伟,刘丽珍.胜红蓟对大豆生长和产量的影响[J].热带农业科学,2009,29(9):4-6.
- [10] 郭尚,张作刚,田永强,等.西瓜及砧木根系分泌物对西瓜枯萎病菌的化感效应[J].华北农学报,2010,25(6):160-163.
- [11] 徐成东,浦雪梅,李国树,等.紫茎泽兰叶水提液对玉米种子萌发和幼苗生长的影响[J].华北农学报,2010,25(B08):124-127.
- [12] 王晓玲,程滨,陈林,等.核桃化感作用研究进展[J].山西农业科学,2012,40(1):87-90.