

碎米莎草穗部总生物碱 化感活性和抑菌效果的研究

周兵, 闫小红, 蒋平, 吕太勇, 曾建忠, 刘国伟

(井冈山大学生命科学学院, 江西吉安 343009)

摘要: 以种子萌发率、幼苗根长、幼苗株高和单株鲜质量以及菌落直径为指标, 对碎米莎草 (*Cyperus iria* L.) 穗部总生物碱的化感活性及抑菌效果进行了初步研究。结果表明, 不同质量浓度的总生物碱溶液对 6 种供试植物的种子萌发和幼苗生长均有不同程度的影响; 质量浓度为 500 ~ 4 000 mg · L⁻¹ 的总生物碱溶液对水稻 (*Oryza sativa* L.) 种子萌发率和幼苗的株高和单株鲜质量无显著影响 ($P > 0.05$), 但 4 000 mg · L⁻¹ 总生物碱溶液对水稻幼苗的根长有显著的抑制作用 ($P < 0.05$); 总生物碱溶液对烟草 (*Nicotiana tabacum* L.)、鳢肠 [*Eclipta prostrata* (L.) L.]、千金子 [*Leptochloa chinensis* (L.) Nees]、三叶鬼针草 (*Bidens pilosa* L.) 及丁香蓼 (*Ludwigia prostrata* Roxb.) 的种子萌发和幼苗生长的抑制作用随质量浓度的提高而增强, 且当质量浓度达到 4 000 mg · L⁻¹ 时, 种子萌发率和幼苗的根长、株高和单株鲜质量均最低, 与对照差异显著 ($P < 0.05$)。碎米莎草穗部总生物碱溶液对 6 种供试植物病原真菌的抑菌效果有一定的差异, 但总体上随质量浓度 (25 ~ 400 mg · L⁻¹) 的提高抑菌效果逐渐增强; 当质量浓度达到 400 mg · L⁻¹ 时, 总生物碱溶液对苹果轮纹病病菌 (*Physalospora piricola* Nose)、油菜菌核病病菌 [*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary]、水稻稻瘟病病菌 [*Magnaporthe grisea* (Hebert) Barr.]、小麦赤霉病病菌 (*Fusarium graminearum* Schw.) 和番茄早疫病病菌 (*Alternaria solani* Jones et Grouet.) 的抑菌率最高, 分别达到 74.05%、64.73%、43.54%、35.09% 和 32.56%, 与对照差异显著 ($P < 0.05$); 但 25 ~ 400 mg · L⁻¹ 总生物碱溶液对杨树溃疡病病菌 (*Dothiorella gregaria* Sacc.) 无显著的抑菌作用 ($P > 0.05$)。研究结果显示, 碎米莎草穗部总生物碱具有被开发为稻田用生物源农药的潜力。

关键词: 碎米莎草; 总生物碱; 化感活性; 抑菌效果

中图分类号: S482.2⁺92; Q949.71⁺4.3 文献标志码: A 文章编号: 1004-0978(2009)04-0001-08

Study on allelopathic activity and antifungal effect of total alkaloids from *Cyperus iria* stachys
ZHOU Bing, YAN Xiao-hong, JIANG Ping, LÜ Tai-yong, ZENG Jian-zhong, LIU Guo-wei (College of Life Science, Jinggangshan University, Ji'an 343009, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2009, 18 (4): 1-8

Abstract: Using seed germination rate, seedling root length, seedling height, fresh weight per seedling and colony diameter as indexes, the allelopathic activity and antifungal effect of total alkaloids from *Cyperus iria* L. stachys were primarily studied. The results show that total alkaloid solutions with different concentrations have different degree influences on seed germination and seedling growth of six tested plants. Total alkaloid solutions of 500-4 000 mg · L⁻¹ have no significant inhibition to seed germination rate, seedling height and fresh weight per seedling of *Oryza sativa* L. ($P > 0.05$), but 4 000 mg · L⁻¹ total alkaloid solution has a significant inhibition to root length of *O. sativa* seedling ($P < 0.05$). With concentration increasing, the inhibition of total alkaloid solutions to seed germination and seedling growth of *Nicotiana tabacum* L., *Eclipta prostrata* (L.) L., *Leptochloa chinensis* (L.) Nees, *Bidens pilosa* L. and *Ludwigia prostrata* Roxb. increases gradually, and using 4 000 mg · L⁻¹ total alkaloid solution for treating, seed germination rate, seedling root length, seedling height and fresh weight per seedling are all the lowest with a significant difference as compared with the control ($P < 0.05$). The antifungal effect of

收稿日期: 2009-01-19

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(30760031); 江西省教育厅科技计划项目(GJJ08421)

作者简介: 周兵(1977—), 男, 湖北黄梅人, 博士, 副教授, 主要从事化学生态学和植物保护学研究。

total alkaloids from *C. iria* stachys to six tested phytopathogenic fungi has a certain difference, but displays a gradually increasing trend with concentration rising (25–400 mg · L⁻¹) generally. With 400 mg · L⁻¹ total alkaloid solution for treating, the antifungal rate to *Physalospora piricola* Nose, *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary, *Magnaporthe grisea* (Hebert) Barr., *Fusarium graminearum* Schw. and *Alternaria solani* Jones et Grout. is the highest with a value of 74.05%, 64.73%, 43.54%, 35.09% and 32.56%, respectively, with a significant difference as compared with the control ($P < 0.05$). But total alkaloid solutions of 25–400 mg · L⁻¹ have no significant antifungal effect to *Dothiorella gregaria* Sacc. ($P > 0.05$). It can be concluded that total alkaloids from *C. iria* stachys possess the developmental potential as a biopesticide for rice field.

Key words: *Cyperus iria* L.; total alkaloids; allelopathic activity; antifungal effect

在自然界中,植物(或微生物)可通过向环境中分泌释放次生代谢物质,影响周围环境中植物(或微生物)的生长和发育,这种现象即为植物化感作用^[1]。植物的化感作用是化学生态学研究的主要热点之一,目前,国内外有许多学者致力于这个领域的工作,研究范围广泛,包括森林生态系统^[2-4]、草原生态系统^[5]、栽培生态系统^[6-7]以及水生生态系统^[8-9]等。化感物质是植物化感作用研究中的热点和关键问题,因其来自植物体、对环境友好并具有较高的生物活性,从而成为目前农药新品种研发的热点对象之一。

在栽培生态系统中,植物化感作用的研究范围主要为杂草对作物、作物对杂草以及作物的自毒作用等方面。碎米莎草(*Cyperus iria* L.)为莎草科(Cyperaceae)1年生草本植物,分布范围广,是农田主要杂草之一。在农田生态系统中,碎米莎草与作物竞争水分、营养和光照等生长条件及生存空间^[10],同时,据笔者观察,碎米莎草在野外一般成片生长,易形成优势种群,表明碎米莎草可能存在化感作用潜力。目前,国内外学者主要对莎草科莎草属(*Cyperus* L.)植物 *C. alopecuroides* Rottb.^[11-12]、*C. articulatus* L.^[13-14]、*C. giganteus* Vahl.^[15]及香附子(*C. rotundus* L.)^[16-17]等种类的化学成分及其抑菌活性进行了研究,对莎草属植物的生物学性状^[18-19]及其防治方法^[20-21]也有相关的报道,但关于碎米莎草的研究则不多见。

作者采用生物测定的方法,研究了碎米莎草穗部总生物碱对水稻(*Oryza sativa* L.)等6种植物的化感活性及对水稻稻瘟病病菌[*Magnaporthe grisea* (Hebert) Barr.]等6种植物病原真菌的抑菌活性,旨在进一步确定碎米莎草在农田生态系统中的地位,揭示其在作物生长过程中发挥的作用及其化感

潜力,并为植物源农药的开发提供实验基础。

1 材料和方法

1.1 材料

供试碎米莎草(*Cyperus iria* L.)于2007年9月份至10月份采自江西省吉安市赣江边农田,由南京农业大学杂草研究室强胜教授鉴定。水稻和烟草(*Nicotiana tabacum* L.)种子为市售,鳢肠[*Eclipta prostrata* (L.) L.]、千金子[*Leptochloa chinensis* (L.) Nees]、三叶鬼针草(*Bidens pilosa* L.)及丁香蓼(*Ludwigia prostrata* Roxb.)种子均采自农田或野外荒地,于4℃保存备用。

供试的水稻稻瘟病病菌、油菜菌核病病菌[*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary]、番茄早疫病病菌(*Alternaria solani* Jones et Grout.)、小麦赤霉病病菌(*Fusarium graminearum* Schw.)、杨树溃疡病病菌(*Dothiorella gregaria* Sacc.)及苹果轮纹病病菌(*Physalospora piricola* Nose)菌株均为标准菌株,于4℃保存备用。

1.2 方法

1.2.1 总生物碱的提取及待测液配制 取碎米莎草穗部,用自来水洗净,置于通风处晾干,剪成1 cm长的小段备用。参照文献[22]采用醇-酸水-有机溶剂提取法提取碎米莎草穗部的总生物碱。称取碎米莎草穗部样品2.5 kg,用15 L体积分数95%的乙醇回流提取3次,每次回流提取2 h,合并3次提取液,减压浓缩回收溶剂。在浓缩液中加入等体积蒸馏水,离心沉降除去色素;用盐酸溶液(pH 2)溶解,过滤除去不溶于水的亲脂性杂质,再用浓氨水(pH 10)碱化,使生物碱游离,最后用氯仿萃取,即获得较纯的总生物碱。

称取适量的总生物碱,用蒸馏水配制质量浓度为250、500、1 000、2 000和4 000 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的总生物碱溶液,备用。

1.2.2 除草活性的生物测定方法

1.2.2.1 对种子萌发影响的测定 采用培养皿滤纸法进行种子萌发实验。供试的6种植物种子先用质量体积分数0.5% KMnO_4 溶液消毒10 min,选取籽粒饱满、均匀一致的种子置于铺有2层滤纸的培养皿中,每一培养皿放置种子30粒,分别加入质量浓度250、500、1 000、2 000和4 000 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的总生物碱溶液10 mL,对照(CK)则加入10 mL蒸馏水,每种植物每处理各3个培养皿(视为3次重复)。将培养皿置于光照培养箱中,于23 $^{\circ}\text{C}$ ~25 $^{\circ}\text{C}$ 、光照时间12 $\text{h} \cdot \text{d}^{-1}$ 的条件下进行培养。

每天记录发芽种子的数量,胚根突破种皮1 mm即视为萌发,培养7 d后统计种子萌发率,并计算萌发抑制率。

1.2.2.2 对幼苗生长影响的测定 采用“小杯法”测定不同植物幼苗的生长状况^[23]。在容积50 mL的烧杯底部铺上1层直径5 mm的玻璃珠,在玻璃珠上垫上1层滤纸,每一烧杯中分别加入质量浓度为250、500、1 000、2 000和4 000 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的总生物碱溶液5 mL,对照(CK)则加入5 mL蒸馏水,然后在每一烧杯中分别放入10粒已萌发的种子(胚根突破种皮1 mm)。将烧杯置于光照培养箱中,于23 $^{\circ}\text{C}$ ~25 $^{\circ}\text{C}$ 、光照时间12 $\text{h} \cdot \text{d}^{-1}$ 的条件下进行培养。每种植物每一处理各3个烧杯(视为3次重复)。培养6 d后分别测定各植物幼苗的根长、株高和单株鲜质量。

1.2.3 抑菌活性的测定 参照文献^[24]的方法测定碎米莎草穗部总生物碱溶液的抑菌活性。用0.45 μm 微孔滤膜将总生物碱溶液过滤,分别吸取质量浓度为250、500、1 000、2 000和4 000 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的总生物碱溶液1 mL,置于培养皿(直径9 cm)中,对照(CK)则吸取1 mL无菌蒸馏水,均加入9 mL未凝固的PDA培养基,混匀,使总生物碱的质量浓度分别为0、25、50、100、200和400 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$,待培养基凝固后分别接种直径为6 mm的各病原真菌菌块,每一培养皿接种2块,每一病原真菌每一处理各接种3个培养皿(视为3次重复)。将培养皿倒置于培养箱中,于26 $^{\circ}\text{C}$ 条件下培养5 d后,采用交叉法用游标卡尺测定菌落的直径,并计算抑菌率。

1.3 数据计算和统计分析

按下列公式计算种子萌发抑制率及抑菌率。种子萌发抑制率的计算公式为:萌发抑制率=[(对照组种子萌发率-处理组种子萌发率)/对照组种子萌发率]×100%。对病原真菌抑制率的计算公式为:抑菌率=[(对照组菌落直径-处理组菌落直径)/对照组菌落直径]×100%。

采用SPSS 12.0统计分析软件对实验数据进行统计和显著性分析。

2 结果和分析

2.1 碎米莎草穗部总生物碱对6种植物种子萌发的影响

碎米莎草穗部总生物碱溶液对6种植物种子萌发的影响见表1和表2。

结果表明,不同质量浓度的总生物碱溶液对6种植物种子萌发的影响存在差异。用质量浓度为250 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的总生物碱溶液处理6种植物种子,其中水稻种子的萌发率与对照无差异,而烟草和三叶鬼针草种子的萌发率较对照有一定的提高,其余植物的种子萌发均受到一定的抑制作用;与对照(蒸馏水)相比,质量浓度为500~4 000 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 总生物碱溶液对水稻种子萌发无显著影响($P > 0.05$),但对烟草、鳢肠、千金子、三叶鬼针草及丁香蓼种子的萌发均存在不同程度的抑制作用,且抑制作用随着总生物碱质量浓度的提高而增强。当碎米莎草总生物碱溶液的质量浓度达到1 000 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,对烟草、鳢肠、千金子、三叶鬼针草及丁香蓼种子的萌发均有抑制作用,但只有千金子种子的萌发率与对照组的萌发率有显著差异($P < 0.05$);当总生物碱溶液的质量浓度达到2 000 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,除水稻种子外,其余植物种子的萌发率均明显降低,其中烟草、千金子和丁香蓼种子的萌发率均与对照差异显著($P < 0.05$);当碎米莎草总生物碱溶液的质量浓度达到4 000 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,烟草、鳢肠、千金子、三叶鬼针草及丁香蓼种子的萌发率均最低,且与对照有显著差异($P < 0.05$)。

以种子萌发抑制率为指标,随着碎米莎草穗部总生物碱质量浓度的升高,种子萌发抑制率逐渐提高,并在总生物碱质量浓度为4 000 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时达到最高,对丁香蓼、千金子、三叶鬼针草、鳢

表1 不同质量浓度的碎米莎草穗部总生物碱溶液对6种植物种子萌发率的影响($\bar{X} \pm SE$)¹⁾Table 1 Effect of total alkaloid solutions of *Cyperus iria* L. stachys with different concentrations on seed germination rate of six species ($\bar{X} \pm SE$)¹⁾

质量浓度/mg · L ⁻¹ Concentration	不同植物的种子萌发率/% Seed germination rate of different species					
	OS	NT	EP	LC	BP	LP
0(CK)	100.00 ± 0.00	93.33 ± 3.85	62.22 ± 2.22	61.11 ± 1.11	68.89 ± 9.69	50.00 ± 8.82
250	100.00 ± 0.00	95.56 ± 2.94	60.00 ± 1.92	56.67 ± 1.92	73.33 ± 3.85	42.22 ± 7.78
500	100.00 ± 0.00	90.00 ± 5.09	58.89 ± 6.18	54.44 ± 5.56	66.67 ± 3.85	40.00 ± 5.09
1 000	100.00 ± 0.00	84.44 ± 1.11	57.78 ± 4.01	46.67 ± 5.77 *	62.22 ± 4.45	38.89 ± 7.28
2 000	96.67 ± 3.33	78.89 ± 4.01 *	51.11 ± 5.88	37.78 ± 2.22 *	57.78 ± 9.68	31.11 ± 4.84 *
4 000	93.33 ± 5.09	66.67 ± 3.85 *	43.33 ± 1.93 *	30.00 ± 1.92 *	44.44 ± 8.01 *	23.33 ± 5.09 *

¹⁾ OS: 水稻 *Oryza sativa* L.; NT: 烟草 *Nicotiana tabacum* L.; EP: 鳢肠 *Eclipta prostrata* (L.) L.; LC: 千金子 *Leptochloa chinensis* (L.) Nees; BP: 三叶鬼针草 *Bidens pilosa* L.; LP: 丁香蓼 *Ludwigia prostrata* Roxb. *: 与对照间差异显著($P < 0.05$) Significant difference between treatment and control ($P < 0.05$).

表2 不同质量浓度的碎米莎草穗部总生物碱溶液对6种植物种子的萌发抑制率¹⁾Table 2 Inhibition rate of total alkaloid solutions of *Cyperus iria* L. stachys with different concentrations to seed germination of six species¹⁾

质量浓度/mg · L ⁻¹ Concentration	对不同植物种子的萌发抑制率/% Inhibition rate to seed germination of different species					
	OS	NT	EP	LC	BP	LP
0(CK)	0	0	0	0	0	0
250	0	-2.38	3.57	7.27	-6.45	15.56
500	0	3.57	5.36	10.91	3.23	20.01
1 000	0	9.52	7.15	23.63	9.68	22.23
2 000	3.33	15.48	17.86	38.18	16.13	37.78
4 000	6.67	28.57	30.36	50.91	35.49	53.34

¹⁾ OS: 水稻 *Oryza sativa* L.; NT: 烟草 *Nicotiana tabacum* L.; EP: 鳢肠 *Eclipta prostrata* (L.) L.; LC: 千金子 *Leptochloa chinensis* (L.) Nees; BP: 三叶鬼针草 *Bidens pilosa* L.; LP: 丁香蓼 *Ludwigia prostrata* Roxb.

肠、烟草和水稻种子的萌发抑制率分别为53.34%、50.91%、35.49%、30.36%、28.57%和6.67%。实验结果显示,6种植物中,碎米莎草穗部总生物碱溶液对水稻种子萌发的抑制作用最小。

2.2 碎米莎草穗部总生物碱对6种植物幼苗生长的影响

碎米莎草穗部总生物碱溶液对水稻等6种植物幼苗生长的影响分别见表3、表4和表5。结果表明,不同质量浓度的碎米莎草穗部总生物碱溶液对供试的6种植物幼苗的根长、株高、单株鲜质量均有不同程度的影响,随总生物碱溶液质量浓度的提高,各指标基本上呈现出逐渐下降的趋势。

用质量浓度250 mg · L⁻¹的碎米莎草穗部总生物碱溶液处理6种植物的幼苗,烟草、鳢肠、千金子和三叶鬼针草幼苗的根长较对照有所增加,而水稻和丁香蓼幼苗的根长则较对照短,但均无显著差异;水稻、烟草、鳢肠、三叶鬼针草和丁香蓼幼苗的株高和单株鲜质量均较对照有所增加,仅千金子幼苗的株高和单株鲜质量低于对照,其中,鳢肠和丁香蓼幼

苗的株高显著高于对照,烟草和鳢肠幼苗的单株鲜质量显著高于对照($P < 0.05$)。当碎米莎草穗部总生物碱溶液的质量浓度达到500 mg · L⁻¹时,除三叶鬼针草幼苗的株高有一定程度的提高外,6种植物幼苗的根长、株高和单株鲜质量均受到不同程度的抑制,其中对鳢肠和丁香蓼幼苗的根长及对千金子幼苗的株高的抑制作用最明显,与对照相比有显著差异($P < 0.05$)。

当碎米莎草穗部总生物碱溶液的质量浓度为1 000~4 000 mg · L⁻¹时,6种植物幼苗的根长、株高和单株鲜质量均不同程度降低。其中,质量浓度为1 000 mg · L⁻¹时,总生物碱溶液对烟草、鳢肠和丁香蓼幼苗的根长有显著的抑制作用,对千金子和三叶鬼针草幼苗的株高有显著的抑制作用,对鳢肠幼苗的单株鲜质量有显著的抑制作用($P < 0.05$);当总生物碱溶液的质量浓度为2 000 mg · L⁻¹时,除水稻外的其余5种植物幼苗的根长显著低于对照,烟草、鳢肠、千金子和三叶鬼针草幼苗的株高显著低于对照,鳢肠、千金子、三叶鬼针草和丁香蓼幼苗的单株

表3 不同质量浓度的碎米莎草穗部总生物碱溶液对6种植物幼苗根长的影响($\bar{X} \pm SE$)¹⁾Table 3 Effect of total alkaloid solutions of *Cyperus iria* L. stachys with different concentrations on seedling root length of six species ($\bar{X} \pm SE$)¹⁾

质量浓度/mg · L ⁻¹ Concentration	不同植物幼苗的根长/cm Seedling root length of different species					
	OS	NT	EP	LC	BP	LP
0(CK)	5.79 ± 0.25	1.01 ± 0.03	2.70 ± 0.11	1.72 ± 0.08	2.18 ± 0.11	1.02 ± 0.10
250	5.70 ± 0.19	1.05 ± 0.04	2.81 ± 0.12	1.82 ± 0.13	2.29 ± 0.10	0.94 ± 0.07
500	5.50 ± 0.14	0.94 ± 0.05	2.40 ± 0.15 *	1.64 ± 0.09	2.02 ± 0.17	0.75 ± 0.05 *
1 000	5.47 ± 0.23	0.86 ± 0.03 *	2.06 ± 0.09 *	1.49 ± 0.09	1.95 ± 0.14	0.53 ± 0.05 *
2 000	5.33 ± 0.26	0.80 ± 0.04 *	1.59 ± 0.06 *	1.29 ± 0.11 *	1.64 ± 0.07 *	0.34 ± 0.03 *
4 000	4.82 ± 0.19 *	0.68 ± 0.03 *	1.17 ± 0.13 *	1.03 ± 0.07 *	1.08 ± 0.08 *	0.29 ± 0.02 *

¹⁾ OS: 水稻 *Oryza sativa* L.; NT: 烟草 *Nicotiana tabacum* L.; EP: 鳢肠 *Eclipta prostrata* (L.) L.; LC: 千金子 *Leptochloa chinensis* (L.) Nees; BP: 三叶鬼针草 *Bidens pilosa* L.; LP: 丁香蓼 *Ludwigia prostrata* Roxb. *: 与对照间差异显著 ($P < 0.05$) Significant difference between treatment and control ($P < 0.05$).

表4 不同质量浓度的碎米莎草穗部总生物碱溶液对6种植物幼苗株高的影响($\bar{X} \pm SE$)¹⁾Table 4 Effect of total alkaloid solutions of *Cyperus iria* L. stachys with different concentrations on seedling height of six species ($\bar{X} \pm SE$)¹⁾

质量浓度/mg · L ⁻¹ Concentration	不同植物幼苗的株高/cm Seedling height of different species					
	OS	NT	EP	LC	BP	LP
0(CK)	3.52 ± 0.11	0.32 ± 0.02	0.93 ± 0.04	0.19 ± 0.02	2.09 ± 0.07	0.52 ± 0.03
250	3.62 ± 0.17	0.35 ± 0.03	1.07 ± 0.05 *	0.18 ± 0.01	2.15 ± 0.11	0.66 ± 0.03 *
500	3.61 ± 0.13	0.33 ± 0.01	0.91 ± 0.04	0.16 ± 0.01 *	2.29 ± 0.11	0.57 ± 0.04
1 000	3.58 ± 0.17	0.28 ± 0.02	0.88 ± 0.03	0.14 ± 0.01 *	1.80 ± 0.08 *	0.53 ± 0.02
2 000	3.52 ± 0.15	0.24 ± 0.01 *	0.67 ± 0.03 *	0.12 ± 0.01 *	1.55 ± 0.07 *	0.45 ± 0.05
4 000	3.46 ± 0.16	0.18 ± 0.01 *	0.46 ± 0.02 *	0.09 ± 0.01 *	1.06 ± 0.05 *	0.32 ± 0.02 *

¹⁾ OS: 水稻 *Oryza sativa* L.; NT: 烟草 *Nicotiana tabacum* L.; EP: 鳢肠 *Eclipta prostrata* (L.) L.; LC: 千金子 *Leptochloa chinensis* (L.) Nees; BP: 三叶鬼针草 *Bidens pilosa* L.; LP: 丁香蓼 *Ludwigia prostrata* Roxb. *: 与对照间差异显著 ($P < 0.05$) Significant difference between treatment and control ($P < 0.05$).

表5 不同质量浓度的碎米莎草穗部总生物碱溶液对6种植物幼苗单株鲜质量的影响($\bar{X} \pm SE$)¹⁾Table 5 Effect of total alkaloid solutions of *Cyperus iria* L. stachys with different concentrations on fresh weight per seedling of six species ($\bar{X} \pm SE$)¹⁾

质量浓度/mg · L ⁻¹ Concentration	不同植物幼苗的单株鲜质量/mg Fresh weight per seedling of different species					
	OS	NT	EP	LC	BP	LP
0(CK)	87.54 ± 1.23	0.93 ± 0.11	5.01 ± 0.27	0.75 ± 0.09	10.48 ± 0.98	0.67 ± 0.04
250	90.30 ± 2.44	1.17 ± 0.09 *	6.58 ± 0.07 *	0.69 ± 0.12	11.38 ± 0.23	0.79 ± 0.12
500	86.32 ± 3.98	0.97 ± 0.04	5.51 ± 0.25	0.66 ± 0.07	10.35 ± 1.03	0.58 ± 0.07
1 000	85.41 ± 3.59	0.84 ± 0.06	4.03 ± 0.33 *	0.59 ± 0.06	9.82 ± 0.93	0.57 ± 0.09
2 000	85.31 ± 1.47	0.78 ± 0.05	3.62 ± 0.29 *	0.53 ± 0.07 *	8.69 ± 0.43 *	0.49 ± 0.05 *
4 000	80.79 ± 3.09	0.64 ± 0.06 *	3.19 ± 0.25 *	0.45 ± 0.02 *	6.72 ± 0.71 *	0.25 ± 0.08 *

¹⁾ OS: 水稻 *Oryza sativa* L.; NT: 烟草 *Nicotiana tabacum* L.; EP: 鳢肠 *Eclipta prostrata* (L.) L.; LC: 千金子 *Leptochloa chinensis* (L.) Nees; BP: 三叶鬼针草 *Bidens pilosa* L.; LP: 丁香蓼 *Ludwigia prostrata* Roxb. *: 与对照间差异显著 ($P < 0.05$) Significant difference between treatment and control ($P < 0.05$).

鲜质量显著低于对照 ($P < 0.05$); 当质量浓度为 4 000 mg · L⁻¹ 时, 总生物碱溶液对 6 种植物幼苗的根长均有显著的抑制作用 ($P < 0.05$), 对除水稻外的其余 5 种植物幼苗的株高和单株鲜质量则有显著的抑制作用 ($P < 0.05$).

质量浓度为 4 000 mg · L⁻¹ 的碎米莎草穗部总

生物碱溶液对水稻、烟草、鳢肠、千金子、三叶鬼针草和丁香蓼幼苗根长的抑制率分别为 16.75%、32.67%、56.67%、40.12%、50.46% 和 71.57%, 对幼苗株高的抑制率分别为 1.70%、43.75%、50.54%、52.63%、49.28% 和 38.46%, 对幼苗单株鲜质量的抑制率分别为 7.71%、31.07%、36.33%、

40.00%、35.88%和62.69%。上述实验结果显示,在供试的6种植物中,碎米莎草穗部总生物碱溶液对水稻幼苗的根长、株高和单株鲜质量的抑制作用最小。

2.3 碎米莎草穗部总生物碱对6种植物病原真菌的抑菌活性

碎米莎草穗部总生物碱溶液对6种植物病原真菌的抑菌效果见表6和表7。结果显示,质量浓度不同的碎米莎草穗部总生物碱溶液对6种植物病原真菌的抑菌效果有一定的差异,且总体上看,随总生物碱质量浓度的提高抑菌效果逐渐增强。

当碎米莎草穗部总生物碱溶液的质量浓度为25 mg·L⁻¹时,水稻稻瘟病病菌、小麦赤霉病病菌和杨树溃疡病病菌的菌落直径大于对照,而油菜菌核病病菌、番茄早疫病病菌和苹果轮纹病病菌的菌落直径小于对照,但与对照均无显著差异($P > 0.05$)。当总生物碱溶液的质量浓度达到50 mg·L⁻¹时,水稻稻瘟病病菌、油菜菌核病病菌、番茄早疫病病菌和苹果轮纹病病菌的菌落直径均小于对照,但只有油

菜菌核病病菌和苹果轮纹病病菌的生长受到显著的抑制作用($P < 0.05$)。当总生物碱溶液的质量浓度达到100 mg·L⁻¹时,6种植物病原真菌的菌落直径均小于对照,其中,水稻稻瘟病病菌、油菜菌核病病菌、小麦赤霉病病菌和苹果轮纹病病菌的生长受到显著的抑制作用($P < 0.05$)。当总生物碱溶液的质量浓度达到200 mg·L⁻¹以上时,6种植物病原真菌的菌落直径均小于对照,其中,水稻稻瘟病病菌、油菜菌核病病菌、番茄早疫病病菌、小麦赤霉病病菌和苹果轮纹病病菌的生长受到显著的抑制作用($P < 0.05$)。另外,在25~400 mg·L⁻¹质量浓度范围内,碎米莎草穗部总生物碱溶液对杨树溃疡病病菌的生长无显著的抑制作用($P > 0.05$)。

由表7可见,当质量浓度达到400 mg·L⁻¹时,碎米莎草穗部总生物碱溶液对苹果轮纹病病菌、油菜菌核病病菌、水稻稻瘟病病菌、小麦赤霉病病菌、番茄早疫病病菌和杨树溃疡病病菌等6种植物病原真菌的抑菌率最高,分别达到74.05%、64.73%、43.54%、35.09%、32.56%和8.02%。

表6 不同质量浓度的碎米莎草穗部总生物碱溶液对6种植物病原真菌菌落直径的影响($\bar{X} \pm SE$)¹⁾

Table 6 Effect of total alkaloid solutions of *Cyperus iria* L. stachys with different concentrations on colony diameter of six phytopathogenic fungi ($\bar{X} \pm SE$)¹⁾

质量浓度/mg·L ⁻¹ Concentration	不同植物病原真菌的菌落直径/cm Colony diameter of different phytopathogenic fungi					
	MG	SS	AS	FG	DG	PP
0(CK)	3.95 ± 0.08	3.71 ± 0.21	3.10 ± 0.08	3.74 ± 0.12	4.37 ± 0.12	3.58 ± 0.14
25	4.13 ± 0.07	3.51 ± 0.11	2.82 ± 0.13	3.89 ± 0.13	4.75 ± 0.04	3.36 ± 0.09
50	3.58 ± 0.21	3.26 ± 0.14 *	2.74 ± 0.15	3.75 ± 0.17	4.50 ± 0.08	2.67 ± 0.10 *
100	3.25 ± 0.24 *	3.07 ± 0.06 *	2.66 ± 0.22	3.25 ± 0.07 *	4.34 ± 0.24	1.93 ± 0.11 *
200	2.79 ± 0.16 *	2.93 ± 0.10 *	2.54 ± 0.14 *	3.18 ± 0.03 *	4.23 ± 0.16	1.43 ± 0.09 *
400	2.23 ± 0.14 *	1.31 ± 0.04 *	2.09 ± 0.10 *	2.43 ± 0.08 *	4.02 ± 0.20	0.93 ± 0.06 *

¹⁾ MG: 水稻稻瘟病病菌 *Magnaporthe grisea* (Hebert) Barr.; SS: 油菜菌核病病菌 *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary; AS: 番茄早疫病病菌 *Alternaria solani* Jones et Grout.; FG: 小麦赤霉病病菌 *Fusarium graminearum* Schw.; DG: 杨树溃疡病病菌 *Dothiorella gregaria* Sacc.; PP: 苹果轮纹病病菌 *Physalospora piricola* Nose. *: 与对照间差异显著($P < 0.05$) Significant difference between treatment and control ($P < 0.05$).

表7 不同质量浓度的碎米莎草穗部总生物碱溶液对6种植物病原真菌的抑菌率¹⁾

Table 7 Antifungal rate of total alkaloid solutions of *Cyperus iria* L. stachys with different concentrations to six phytopathogenic fungi¹⁾

质量浓度/mg·L ⁻¹ Concentration	对不同植物病原真菌的抑菌率/% Antifungal rate to different phytopathogenic fungi					
	MG	SS	AS	FG	DG	PP
0(CK)	0	0	0	0	0	0
25	-4.60	5.31	8.77	-4.10	-8.74	6.09
50	9.25	12.01	11.41	-0.36	-3.13	25.53
100	17.69	17.23	14.26	12.97	0.57	46.05
200	29.35	21.01	18.08	14.85	3.05	60.19
400	43.54	64.73	32.56	35.09	8.02	74.05

¹⁾ MG: 水稻稻瘟病病菌 *Magnaporthe grisea* (Hebert) Barr.; SS: 油菜菌核病病菌 *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary; AS: 番茄早疫病病菌 *Alternaria solani* Jones et Grout.; FG: 小麦赤霉病病菌 *Fusarium graminearum* Schw.; DG: 杨树溃疡病病菌 *Dothiorella gregaria* Sacc.; PP: 苹果轮纹病病菌 *Physalospora piricola* Nose.

3 讨 论

化感物质是植物在长期的进化过程中经自然选择保留下来的,在植物防御和生存竞争中起着重要的作用。化感物质在自然界中与其他化学成分相互作用,共同对生物生长产生影响。生物碱是一类重要的次生代谢产物,也是研究最多、被证实具有较强化感活性的一类物质^[25]。因而,作者就碎米莎草穗部总生物碱溶液的化感活性进行了生物测定,实验结果显示,在250~4000 mg·L⁻¹质量浓度范围内,碎米莎草穗部总生物碱溶液对不同种类的植物产生了强度不同的化感作用。在供试的6种植物中,碎米莎草穗部总生物碱溶液对水稻种子的萌发率及幼苗生长的3个指标(根长、株高和单株鲜质量)均无显著影响($P>0.05$),而对烟草、鳢肠、千金子、三叶鬼针草和丁香蓼的种子萌发率及幼苗的根长、株高和单株鲜质量均有不同程度的抑制作用,显示了其化感潜力,表明不同植物之间的化感反应差异与植物自身的特征和抗性有关。而在其他植物的化感作用研究中也同样存在着化感物质对不同植物产生不同强度的化感作用的现象^[26-27]。在化感作用过程中,化感物质成为或转化为植物生长的抑制或促进物质^[28],并通过影响受试植物的光合作用、呼吸作用及细胞膜透性等生理生化过程发挥化感作用^[29-31],这也可能是碎米莎草穗部总生物碱影响6种植物种子萌发及幼苗生长的原因。

天然生物碱能够抑制某些病菌孢子的萌发或阻止病菌的侵入,作为抗病原真菌资源极具应用前景。实验结果表明,在质量浓度25~400 mg·L⁻¹范围内,碎米莎草穗部总生物碱溶液对水稻稻瘟病、油菜菌核病、番茄早疫病、小麦赤霉病、杨树溃疡病以及苹果轮纹病菌等6种植物病原真菌的生长产生不同程度的抑制作用;当质量浓度达到400 mg·L⁻¹时,对前述6种供试植物病原真菌的抑菌率最高,分别达到43.54%、64.73%、32.56%、35.09%、8.02%和74.05%。可以看出,碎米莎草穗部总生物碱对苹果轮纹病菌和油菜菌核病菌具有较强的抑制作用,对水稻稻瘟病菌、番茄早疫病病菌和小麦赤霉病菌也有一定的抑制作用,而对杨树溃疡病菌的抑制作用较弱,显示了碎米莎草穗部总生物碱具有一定的抑菌活性,且这种抑菌活性均有一定的选

择性。其他研究者也发现,许多天然生物碱对番茄灰霉病、小麦赤霉病、辣椒疫霉病、棉花枯萎病以及西瓜枯萎病等一系列的植物病原真菌具有不同程度的抑菌活性^[32-33],显示了天然生物碱开发为植物源杀菌剂的潜力。

研究结果显示,质量浓度在4000 mg·L⁻¹以下,碎米莎草穗部总生物碱对水稻种子的萌发和幼苗的生长没有明显的抑制作用,而质量浓度较低时(250 mg·L⁻¹)甚至对其中的某些生长指标具有一定的促进作用,但在质量浓度25~400 mg·L⁻¹范围内,碎米莎草穗部总生物碱对水稻稻瘟病菌的生长则具有一定的抑制作用,表明其具有开发为水稻大田用生物源农药的潜力。如果作为生物源农药产品进行进一步的开发利用,还需要对碎米莎草穗部总生物碱进行田间实验,并进行抑菌活性成分的分离纯化和结构鉴定、安全性检测以及剂型筛选等方面的研究。另外,碎米莎草穗部总生物碱能否用于防治苹果轮纹病菌和油菜菌核病菌,也有待于进一步的研究。

参考文献:

- [1] Rice E L. Allelopathy[M]. Orlando: Academic Press, 1984.
- [2] 张开梅,石雷,李振宇. 蕨类植物的化感作用及其对生物多样性的影响[J]. 生物多样性, 2004, 12(4): 466-471.
- [3] 曹光球,林思祖,胡宗庆,等. 腐解3个月后杉木枯枝落叶及腐殖土中的化感成分对杉木种子的化感效应[J]. 植物资源与环境学报, 2007, 16(4): 56-60.
- [4] 曹光球,刘学芝,林思祖,等. 腐解6个月后杉木枯枝落叶及腐殖土中的化感成分对杉木种子的化感效应[J]. 植物资源与环境学报, 2008, 17(2): 39-43.
- [5] 马茂华,于凤兰,孔令韶. 油蒿(*Artemisia ordosica*)的化感作用研究[J]. 生态学报, 1999, 19(5): 670-676.
- [6] 李善林,由振国,梁渡潮,等. 小麦化感作用物的提取、分离及其对白茅的杀除效果[J]. 植物保护学报, 1997, 24(1): 81-84.
- [7] Olofsdotter M, Navarez D, Moody K. Allelopathic potential in rice (*Oryza sativa* L.) germplasm[J]. Annals of Applied Biology, 1995, 127: 543-560.
- [8] 鲜敏鸣,陈海东,邹惠仙,等. 淡水水生植物化感作用研究进展[J]. 生态学杂志, 2005, 24(6): 664-669.
- [9] Gross E M. Allelopathy of aquatic autotrophs[J]. Critical Reviews in Plant Sciences, 2003, 22: 313-339.
- [10] 强胜. 杂草学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001.
- [11] Sonwa M M, König W A, Kubeczka K H, et al. Sesquiterpenes from the essential oil of *Cyperus alopecuroides* [J]. Phytochemistry, 1997, 45(7): 1435-1439.
- [12] Sonwa M M, König W A. Constituents of the essential oil of

- Cyperus alopecuroides* [J]. *Phytochemistry*, 2001, 56: 321 - 326.
- [13] Olawore N O, Usman L A, Ogunwande I A, et al. Constituents of rhizome essential oils of two types of *Cyperus articulatus* L. grown in Nigeria [J]. *Journal of Essential Oil Research*, 2006, 18: 604 - 606.
- [14] Zoghbi M G B, Andrade E H A, Oliveira J, et al. Yield and chemical composition of the essential oil of the stems and rhizomes of *Cyperus articulatus* L. cultivated in the state of Pará, Brazil [J]. *Journal of Essential Oil Research*, 2006, 18: 10 - 12.
- [15] Zoghbi M G B, Andrade E H A, Oliveira J, et al. Analysis of the essential oil of the rhizome of *Cyperus giganteus* Vahl. (Cyperaceae) cultivated in north of Brazil [J]. *Journal of Essential Oil Research*, 2006, 18: 408 - 410.
- [16] Sonwa M M, König W A. Chemical study of the essential oil of *Cyperus rotundus* [J]. *Phytochemistry*, 2001, 58: 799 - 810.
- [17] Kilani S, Abdelwahed A, Ammar R B, et al. Chemical composition, antibacterial and antimutagenic activities of essential oil from (Tunisian) *Cyperus rotundus* [J]. *Journal of Essential Oil Research*, 2005, 17: 695 - 700.
- [18] 刘剑秋, 黄进华. 莎草属果皮微形态特征及其分类学上的意义 [J]. *西北植物学报*, 1993, 13(4): 283 - 289.
- [19] 林晓莉, 于文, 李法曾. 山东莎草属叶表皮微形态的研究 [J]. *西北植物学报*, 2007, 27(3): 0474 - 0478.
- [20] 何锦豪, 孙裕建, 周小军, 等. 40% 直播净防除直播水稻田杂草的效果 [J]. *农药*, 1999, 38(12): 29 - 30.
- [21] 张香云, 张彦民, 员白燕. 玉米田莎草的发生危害与防治 [J]. *河南农业*, 2006(7): 53.
- [22] 刘春明, 刘志强, 窦建鹏, 等. 朝鲜淫羊藿中生物碱类新成分的分离提取及结构鉴定 [J]. *高等学校化学学报*, 2003, 24(12): 2215 - 2217.
- [23] 韦琦, 曾任森, 孔垂华, 等. 胜红蓼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.
- [24] 赵淑英, 宋湛谦, 慕卫, 等. 印楝素和苦楝素对植物病原菌的抑制作用 [J]. *林业实用技术*, 2004(9): 28 - 29.
- [25] 孔垂华, 胡飞. 植物化感(相生相克)作用及其应用 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2001.
- [26] Beninger C W, Hall J C. Allelopathic activity of luteolin-7-O- β -glucuronide isolated from *Chrysanthemum morifolium* L. [J]. *Biochemical Systematics and Ecology*, 2005, 33: 103 - 111.
- [27] Amoo S O, Ojo A U, van Staden J. Allelopathic potential of *Tetrapleura tetraptera* leaf extracts on early seedling growth of five agricultural crops [J]. *South African Journal of Botany*, 2008, 74: 149 - 152.
- [28] Putnam A R. Allelochemicals from plants as herbicides [J]. *Weed Technology*, 1988, 2: 510 - 518.
- [29] 李寿田, 周健民, 王火焰, 等. 植物化感作用机理的研究进展 [J]. *农村生态环境*, 2001, 17(4): 52 - 55.
- [30] Srivastava A, Jüttner F, Strasser R J. Action of the allelochemical, fischerellin A, on photosystem II [J]. *Biochimica et Biophysica Acta: Bioenergetics*, 1998, 1364: 326 - 336.
- [31] Weir T L, Park S W, Vivanco J M. Biochemical and physiological mechanisms mediated by allelochemicals [J]. *Current Opinion in Plant Biology*, 2004, 7: 472 - 479.
- [32] 刘佳斌, 苏炜, 王金胜. 万寿菊根部生物碱类提取物抑菌活性成分的研究 [J]. *安徽农业科学*, 2007, 35(3): 746 - 747.
- [33] 吕梅香, 曾和平, 王晓娟, 等. 农药用生物碱的研究进展 [J]. *农药*, 2004, 43(6): 249 - 253.

欢迎订阅 2010 年《林业调查规划》

《林业调查规划》于 1976 年创刊,是由云南省林业调查规划和西南地区林业信息中心共同主办的国内外公开发行的林业科技刊物。本刊被全国多家期刊数据库收录,并为中国科技核心期刊、中国林业核心期刊、首届《CAJ-CD 规范》执行优秀期刊。本刊开辟了森林经理、“3S”技术、森林资源管理、生物多样性保护、生态建设、自然保护区建设、森林保护、林火研究、营造林技术、生态旅游、林产业开发、专家论坛等栏目。本刊以技术性、实用性、创新性为原则,具有较强的指导性、知识性和可读性,是广大从事林业生产、科研、教学的科技工作者和领导不可或缺的参考资料。

本刊为双月刊, A4 开本,逢单月底出刊。国际标准连续出版物号:ISSN 1671 - 3168,国内统一连续出版物号:CN 53 - 1172/S。2010 年每期 130 页,每期定价 10 元,全年 60 元;增刊 2 册,全年 40 元;共计 100 元。由编辑部自办发行,欢迎社会各界订阅。欢迎广大林业科技人员踊跃投稿,也欢迎社会各界刊登广告。

需订阅的单位或个人可通过邮局或银行汇款。邮局汇款地址:云南省昆明市盘龙区人民东路 289 号 云南省林业调查规划院《林业调查规划》编辑部,邮政编码 650051;联系及收款人:邓砚。银行汇款:开户银行为昆明市农行双龙支行,银行户名为云南省林业调查规划院,帐号为 219201040001993。编辑部电话:0871 - 3318347,0871 - 3332538;传真:0871 - 3318347; E-mail: ynfip@vip.163.com;网址 http://lydcgh.periodicals.net.cn/。