

梁笑婷, 林熠斌, 宋圆圆, 等. 青葙的自毒作用及对其他植物的化感作用[J]. 华南农业大学学报, 2018, 39(5): 32-38.

青葙的自毒作用及对其他植物的化感作用

梁笑婷^{1,2,3}, 林熠斌², 宋圆圆^{2,3}, 王瑞龙³, 曾任森^{2,3}, 陈冬梅²

(1 广东省微生物研究所, 广东 广州 510070; 2 福建农林大学 作物科学学院/作物抗性与化学生态学研究所, 福建 福州 350002; 3 华南农业大学 热带亚热带生态研究所, 广东 广州 510642)

摘要:【目的】研究青葙 *Celosia argentea* L. 的自毒作用及对其他植物的化感作用, 从化感作用的角度探讨其作为常见田间杂草并与入侵植物三叶鬼针草 *Bidens pilosa* L. 共存的适应机制。【方法】采用室内生测方法, 测定了青葙新鲜叶片水浸提液对青葙、三叶鬼针草、油菜 *Brassica campestris* L. 和萝卜 *Raphanus sativus* L. 4 种植物种子萌发和幼苗生长的影响; 采用室内盆栽试验, 测定了青葙鲜叶水提取液浇灌和鲜叶覆盖对青葙生长的影响, 以及青葙和三叶鬼针草凋落物覆盖的相互化感作用。【结果】青葙鲜叶水浸提液对 4 种受体植物种子萌发和幼苗生长均有不同程度的抑制作用, 且随着提取液质量浓度的增加, 抑制作用增强。无论是浇灌青葙水浸提液还是添加青葙叶片覆盖的处理都可以降低盆栽青葙的生物量, 其中, 质量浓度为 0.250 0 g·mL⁻¹ 提取液浇灌盆栽的青葙, 其生物量比对照降低了 37.5%。将三叶鬼针草和青葙的凋落物覆盖盆栽的青葙和三叶鬼针草, 40 d 后均显著抑制了青葙生物量; 与对照相比, 单独覆盖青葙凋落物使盆栽三叶鬼针草的地上部质量和总生物量分别降低了 23.0% 和 22.2%。【结论】青葙既有自毒作用, 又对油菜和萝卜有较强的化感作用, 应控制田间青葙的大量生长, 同时栽培青葙时应避免连作; 青葙和三叶鬼针草具有相互的化感抑制作用, 青葙通过化感作用实现与三叶鬼针草的共存。

关键词: 青葙; 三叶鬼针草; 水浸提液; 化感作用; 自毒作用; 凋落物

中图分类号: S312

文献标志码: A

文章编号: 1001-411X(2018)05-0032-07

Autotoxicity of *Celosia argentea* and its allelopathic effects on other plants

LIANG Xiaoting^{1,2,3}, LIN Yibin², SONG Yuanyuan^{2,3}, WANG Ruilong³, ZENG Rensen^{2,3}, CHEN Dongmei²

(1 Guangdong Institute of Microbiology, Guangzhou 510070, China; 2 Institute of Crop Resistance and Chemical Ecology/College of Crop Science, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China; 3 Institute of Tropical & Subtropical Ecology, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

Abstract: 【Objective】 To demonstrate the autotoxicity and allelopathic potentials of *Celosia argentea* L. against other plants, discuss the adaptive mechanism of *C. argentea* as a common field weed and co-existence with the invasive plant *Bidens pilosa*. 【Method】 Laboratory bioassay was used to evaluate allelopathic potentials of aqueous leachate of *C. argentea* fresh leaves on seed germination and seedling growth of four different plants, including *C. argentea*, *B. pilosa*, *Brassica campestris* and *Raphanus sativus*. Meanwhile, pot experiments were conducted to determine the effects of aqueous leachate and litter mulching of *C. argentea* fresh leaves on itself growth, and mutual allelopathic potentials of *C. argentea* and *B. pilosa* litter. 【Result】 The aqueous leachate of

收稿日期: 2018-01-28 网络首发时间: 2018-07-09 17:49:38

网络首发地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/44.1110.S.20180707.1635.014.html>

作者简介: 梁笑婷 (1985—), 女, 助理研究员, 硕士, E-mail: liangxt@gddcm.cn; 通信作者: 陈冬梅 (1973—), 女, 副教授, 博士, E-mail: dongmeifj@163.com

基金项目: 福建省中青年教育科研项目 (K8015058A); 福建省高校杰出青年科研人才计划项目 (闽教科 [2015] 54 号); 福建省高校新世纪优秀人才支持计划项目 (闽教科 [2016] 23 号, KLa16011A); 福建省杰出青年科学基金项目 (2017J06010)

C. argentea leaves displayed varying inhibitory effects on seed germination and seedling growth of four tested plants, and this inhibition increased with increasing concentrations. The aqueous leachate of *C. argentea* leaves at 0.2 500 g·mL⁻¹ reduced itself root biomass by 37.5%. Litter mulching of *C. argentea* and *B. pilosa* significantly reduced the biomass of *C. argentea* after 40 days. Compared with the control, root biomass and total biomass of *B. pilosa* seedlings treated with litter mulching of *B. pilosa* decreased by 23.0% and 22.2% respectively. 【Conclusion】 Not only *C. argentea* plant has autotoxicity, but also it has strong allelopathic effects on *B. campestris* and *R. sativus*. The large amount of *C. argentea* growth in field should be controlled, and monoculture and continuous cropping of *C. argentea* should be avoided. The mutual allelopathic inhibition was found between *C. argentea* and *B. pilosa* plants, and the co-existence of *C. argentea* with *B. pilosa* was conducted with the allelopathic effect.

Key words: *Celosia argentea*; *Bidens pilosa*; aqueous leachate; allelopathy; autotoxicity; litter

青葙 *Celosia argentea* L., 别名野鸡冠花、鸡冠菜、鸡冠子、白鸡冠、草蒿等, 是苋科青葙属一年生草本植物, 多生于田间、路边、山坡、荒地上^[1-3], 在锰矿渣堆积区域也有大量生长且生物量较大^[4], 分布遍及全国。目前国内外关于青葙的研究主要集中在种子药用价值、青葙体内次生物质对植物病害和害虫的防控作用及其在植物修复方面的作用等。研究表明, 青葙种子可用于治疗目赤肿痛、肝火亢盛、头痛胀晕、高血压等^[5]; 青葙籽的提取物具有降血糖、抗糖尿病^[6]以及抗癌作用^[5]; 青葙嫩茎叶和幼苗可食用^[5], 是具有较好开发前景的一种野生药食两用植物^[7]。在植物修复技术方面, 有研究表明, 青葙对土壤中的重金属镉^[8]和锰^[9-11]具有超富集作用, 是一种具有潜在应用价值的重金属富集植物资源^[8]。关于青葙的生态习性^[12-13]、引种与栽培^[7, 13-14]、主要病虫害^[15]、活性成分分析^[16-18]等也均有研究报道。周兵等^[16]研究发现, 青葙根的氯仿提取液对多种植物具有抑菌作用, 并认为该植物在生物源农药方面具有开发潜力。然而, 国内外对青葙的化感作用及其与入侵植物的化感交互作用方面的研究鲜见报道。

化感作用是植物在长期进化过程中形成的一种适应机制, 广泛存在于自然植物群落和农业植物群落中, 影响着植物分布、群落结构^[19]、群落演替和农作物产量^[20-21], 也是外来植物成功入侵的重要机制^[22]。化感作用是通过释放化学物质影响周围的有机体, 释放到环境中的化感物质几乎可以由植物的任何组织或器官合成, 例如植物根、茎、叶、果实、种子^[23]等, 这些物质通过自然挥发、根系分泌、雨雾淋溶和植株腐解等方式进入环境^[24], 从而影响周围植物的生长发育。青葙是华南地区常见的田间杂草, 常见与三叶鬼针草 *Bidens pilosa* L. 伴生, 三叶鬼针草作为入侵植物, 其强大的竞争能力并没有把青葙排除出植物群落, 其中的原因值得探讨。本文从青

葙的自毒作用及对其他植物的化感作用出发, 研究青葙新鲜叶片水浸提液对青葙、三叶鬼针草、油菜 *Brassica campestris* L. 和萝卜 *Raphanus sativus* L. 的化感效应, 同时采用室内盆栽试验, 研究青葙的自毒作用以及青葙和三叶鬼针草凋落物覆盖的相互化感作用, 为合理栽种青葙并保护其药用价值提供依据, 同时为外来生物入侵种三叶鬼针草的生态控制提供可能的途径。

1 材料与方法

1.1 材料

青葙和三叶鬼针草的种子, 采自华南农业大学跃进北实验基地; 油菜和萝卜种子, 购于广州市种子公司。土培试验的培养基质为土壤和河沙的混合物, 土壤取自华南农业大学校内农场, 土壤和河沙均过 5 mm 筛后按质量比 1:1 混合备用。

1.2 青葙的化感和自毒作用

1.2.1 水浸提液的制备 采集青葙植物的新鲜叶片 50 g, 用 200 mL 蒸馏水在室温下浸提 24 h, 获得 0.250 0 g·mL⁻¹ 的水浸提液。浸提液经 2 次过滤, 第 1 次用定量滤纸过滤、第 2 次用 0.45 μm 的滤膜过滤, 得到无菌的浸提液作为母液。将母液用蒸馏水稀释 2 和 4 倍, 分别得到质量浓度为 0.125 0 和 0.062 5 g·mL⁻¹ 的浸提液, 置于 4 °C 冰箱保存待用。

1.2.2 浸提液对种子萌发和幼苗生长的影响 选择青葙、三叶鬼针草、萝卜和油菜的种子作为受体。种子用质量分数为 0.5% 的高锰酸钾溶液消毒 15 min, 再用蒸馏水冲洗 3 次。挑选大小一致的种子各 30 粒 (青葙 50 粒) 整齐摆放于铺有 2 层滤纸的培养皿 (经过高压灭菌) 中, 每皿加入 4 mL 不同质量浓度 (0.250 0、0.125 0 和 0.062 5 g·mL⁻¹) 的水浸提液, 对照只加蒸馏水, 4 次重复。将培养皿放入人工气候箱中培养, 光周期 13 h 光:11 h 暗, 相对湿

度维持在70%~75%，温度25℃，光照度20 000 lx。每2 d补充一定量的蒸馏水，保持培养过程中纸床湿润；每2 d调查种子发芽数，种子发芽的标准是胚根突破种皮1~2 mm。试验结束后(第6天)分别计算发芽率并测量受体植物的根长和苗高。

1.2.3 浸提液浇灌及叶片处理对青箱生物量的影响 采用上口直径8.7 cm、下口直径6.2 cm和高12.5 cm塑料杯种植，每杯装入1.0 kg的试验用沙土，将青箱幼苗移栽至塑料杯中，每杯种4株苗，每个处理6次重复，待幼苗长出4片真叶后，各处理组每隔5 d分别浇灌质量浓度为0.125 0或0.062 5 g·mL⁻¹的水浸提液200 mL，对照组浇灌200 mL的蒸馏水。将新鲜的青箱叶片剪成约0.5 cm小段，设0(对照组)、5和10 g共3个处理水平，分别拌在1.0 kg试验用沙土里，每杯种4株苗，每个处理6次重复，每隔5 d施1次Hoagland营养液，保持土壤湿润。生长35 d后分别收获每杯的植株，用自来水冲洗干净，80℃、72 h烘干至恒质量后测定生物量(干质量)。

1.3 青箱与三叶鬼针草的相互化感作用

采用29 cm×13 cm×11 cm的塑料盆种植，每盆装入2.5 kg的试验用沙土，移栽青箱或三叶鬼针草幼苗(2片真叶)各6株，每个处理4次重复，随机摆放在玻璃温室中，光周期13 h光:11 h暗，维持相对湿度在70%~75%，温度24~26℃，每5 d浇1次Hoagland完全营养液。2周后分别称取开花期采摘

后自然晾干的青箱、三叶鬼针草叶片各20 g以及青箱10 g+三叶鬼针草10 g混合晾干的叶片，覆盖在盆栽植株的土壤表面(相当于1 kg的沙土中覆盖了8 g叶片)，对照组不覆盖任何植物叶片。所有植株生长40 d后，统计植株存活数并收获植株，按“1.2.3”的方法测定植株地上部、地下部干质量。

1.4 统计方法

采用SPSS 16.0软件对数据进行单因素方差分析，采用Duncan's多重比较法进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 青箱水浸提液对4种植物种子萌发的影响

青箱鲜叶水浸提液对青箱、三叶鬼针草、油菜和萝卜种子的萌发率有明显的抑制作用，均达显著水平($P<0.05$)，且随着水浸提液浓度的增加抑制作用增强(表1)。种子萌发试验进行至第6天，4种植物种子均萌发完全(即连续3 d，对照组中相应4种植物种子的萌发率没有增加)。0.125 0 g·mL⁻¹青箱水浸提液处理的青箱、三叶鬼针草、油菜和萝卜种子萌发率分别比对照降低了6.3%、35.4%、18.1%和23.6%；而0.250 0 g·mL⁻¹青箱水浸提液处理的青箱、三叶鬼针草、油菜和萝卜种子萌发率分别比对照降低了52.5%、78.3%、21.7%和20.8%。可见，青箱鲜叶水浸提液对4种植物种子的发芽率抑制效果最明显的是三叶鬼针草。

表1 青箱水浸提液对青箱、三叶鬼针草、油菜和萝卜种子萌发率的影响¹⁾

Table 1 Effects of aqueous leachate of *Celosia argentea* leaves on seed germination of *Celosia argentea*, *Bidens pilosa*, *Brassica campestris* and *Raphanus sativus*

| $\rho_{\text{浸提液}}/(\text{g}\cdot\text{mL}^{-1})$ | 青箱 | 三叶鬼针草 | 油菜 | 萝卜 | % |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|---|
| 0(对照) | 53.33±0.67 b | 87.78±2.22 c | 92.22±1.11 b | 80.00±1.92 b | |
| 0.062 5 | 50.00±5.78 b | 92.22±4.84 c | 91.11±2.94 b | 80.00±0.00 b | |
| 0.125 0 | 50.00±5.03 b | 56.57±1.93 b | 75.55±2.22 a | 61.11±1.11 a | |
| 0.250 0 | 25.33±5.33 a | 20.00±3.33 a | 72.22±2.22 a | 63.33±6.94 a | |

1)同列数据后凡是有一个相同小写字母者，表示处理间差异不显著($P>0.05$, Duncan's法)

2.2 青箱水浸提液对4种植物幼苗生长的影响

青箱水浸提液对4种植物幼苗根长及苗高的影响见图1。由图1可知，不同质量浓度的青箱水浸提液对青箱自身和其他3种植物的根生长均表现出不同程度的抑制作用。与对照相比，当质量浓度达到0.125 0 g·mL⁻¹时，油菜幼苗无法生长，并出现大量死亡；当质量浓度达到0.250 0 g·mL⁻¹时，三叶鬼针草幼苗无法生长。质量浓度为0.062 5、0.125 0和0.250 0 g·mL⁻¹的水浸提液对青箱自身幼苗根长的抑制率分别为52.3%、70.6%和89.9%，对萝卜幼

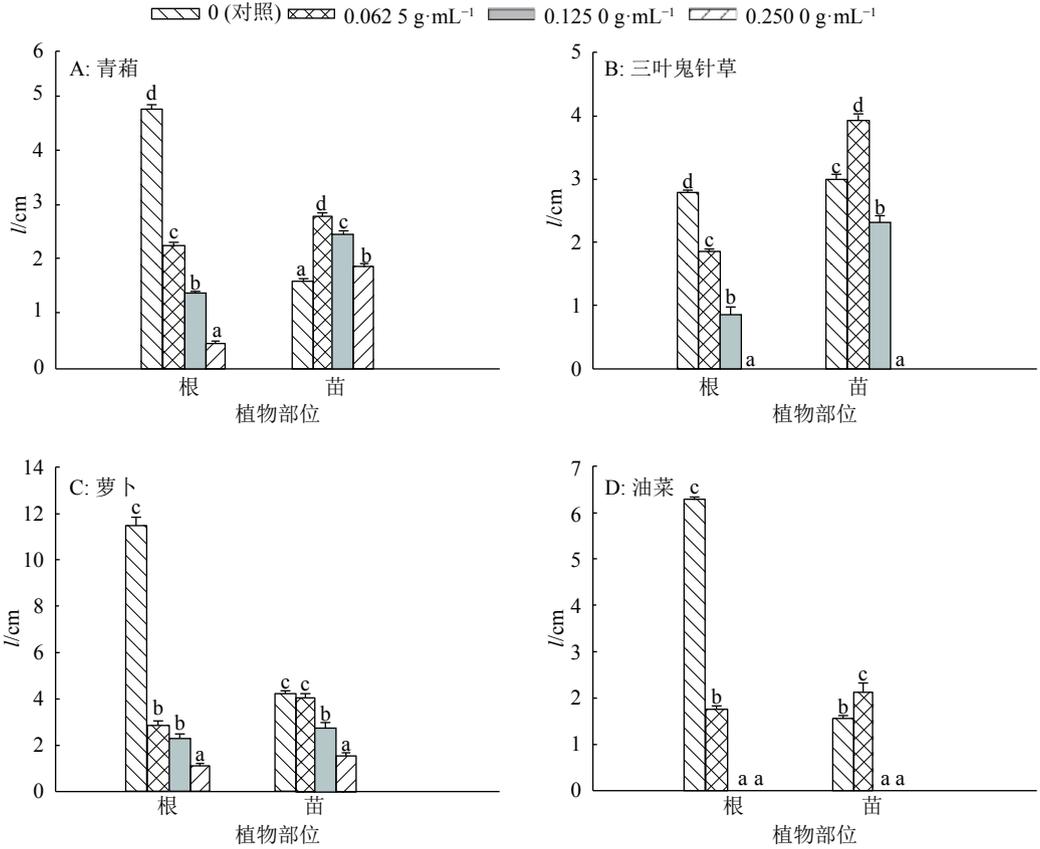
苗根长的抑制率分别为74.2%、79.7%和89.7%，对油菜幼苗根长的抑制率为73.1%、100%和100%，对三叶鬼针草幼苗根长的抑制率分别为31.0%、22.1%和100%。青箱水浸提液对三叶鬼针草和油菜幼苗高生长的影响均表现为“低促高抑”现象。与对照相比，当青箱水浸提液浓度为0.062 5 g·mL⁻¹时，油菜和三叶鬼针草的苗高分别比对照提高了36.8%和22.1%；0.062 5、0.125 0和0.250 0 g·mL⁻¹青箱水浸提液对青箱自身幼苗苗高生长均表现为促进作用，分别比对照提高了72.3%、52.8%和16.2%。表

明青葙水浸提液对 4 种植物根生长均有显著的抑制效果, 且随浓度的增加抑制效果增强; 对苗高的影响出现“低促高抑”的现象, 其中, 对油菜苗高的抑制作用最明显。

2.3 浸提液浇灌和添加青葙叶片处理对盆栽青葙生物量的影响

青葙水浸提液浇灌处理后, 0.250 0 g·mL⁻¹ 水浸

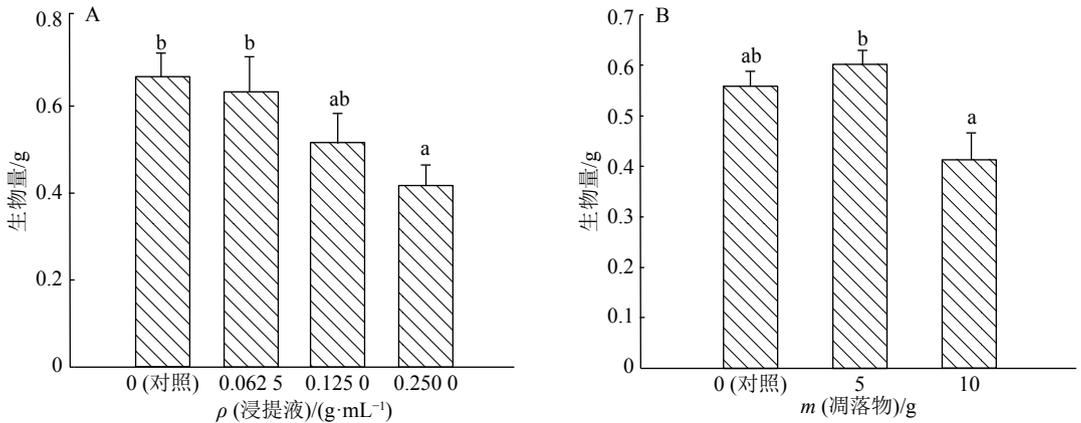
提液显著降低了青葙生物量, 比对照降低了 37.5%; 而 0.062 5 和 0.125 0 g·mL⁻¹ 水浸提液处理对青葙的生物量无显著影响 (图 2A)。在盆栽土壤中添加 0、5 和 10 g 青葙新鲜叶片, 35 d 后发现, 添加 10 g 青葙叶片的处理可显著降低盆栽青葙的生物量, 比对照降低了 25.9%(图 2B)。可见, 浇灌青葙水浸提液或添加青葙叶片处理降低了盆栽青葙的生物量。



各图中相同植物部位、不同柱子上凡是有一个相同小写字母者, 表示处理间差异不显著 ($P>0.05$, Duncan's 法)

图 1 不同浓度青葙水浸提液对青葙、三叶鬼针草、萝卜和油菜幼苗根长和苗高的影响

Fig. 1 Effects of different concentrations of *Celosia argentea* aqueous leachate on root and shoot growth of *Celosia argentea*, *Bidens pilosa*, *Brassica campestris* and *Raphanus sativus*



各图中柱子上凡是有一个相同小写字母者, 表示处理间差异不显著 ($P>0.05$, Duncan's 法)

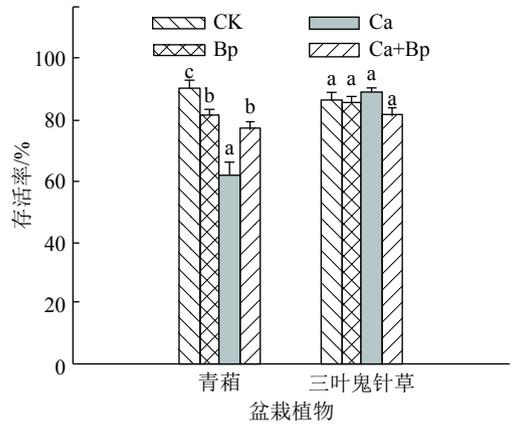
图 2 青葙叶片水浸提液及凋落物对盆栽青葙生物量的影响

Fig. 2 Effects of leaf aqueous leachate and litter of *Celosia argentea* on the biomass of pot-cultured *C. argentea*

2.4 青葙与三叶鬼针草的相互化感作用

2.4.1 覆盖自然晾干的植物叶片对植株存活率的影响 覆盖自然晾干的植物叶片对青葙和三叶鬼针草植株存活率的影响见图3。由图3可知,覆盖三叶鬼针草、青葙自然晾干的叶片以及它们的混合物40 d后均显著降低了青葙幼苗的存活率,尤其覆盖青葙叶片显著降低了青葙幼苗的存活率,与对照相比,存活率降低31.8%;但这3种处理对三叶鬼针草的存活率并无显著影响。

2.4.2 覆盖自然晾干的植物叶片对植株生物量的影响 覆盖三叶鬼针草、青葙以及青葙和三叶鬼针草混合后自然晾干的叶片40 d后均抑制了青葙地下部、地上部以及总生物量,除三叶鬼针草叶片覆盖物对青葙地下部生物量的影响不显著外,其余差异均达到显著水平。3种处理使得青葙地下部分生物量分别比对照降低了5.9%、42.4%和38.3%,地上部生物量分别比对照降低了14.5%、28.2%和23.1%,总生物量分别比对照降低了12.7%、31.1%和26.2%。3种处理对三叶鬼针草地下部生物量无影响,而覆盖青葙自然晾干叶片处理后显著降低了

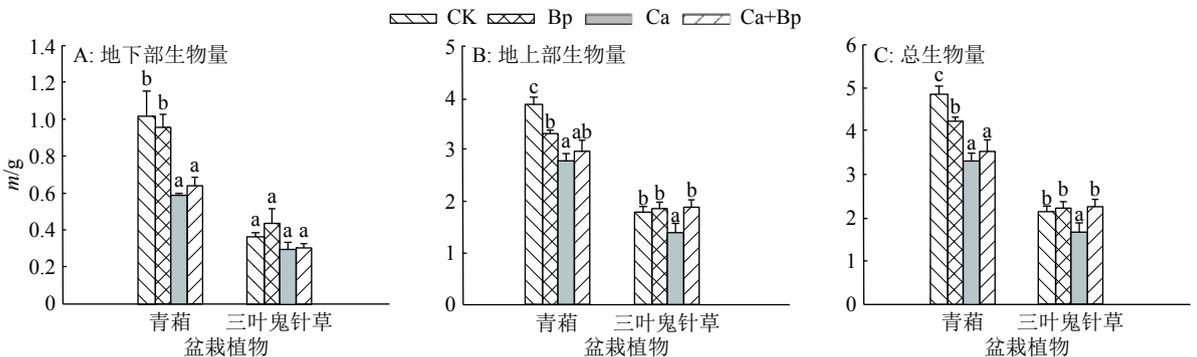


CK: 对照, Bp: 三叶鬼针草 20 g, Ca: 青葙 20 g, Ca+Bp: 青葙 10 g+三叶鬼针草 10 g; 相同植物、不同柱子上凡是有一个相同小写字母者,表示不同处理间差异不显著 ($P>0.05$, Duncan's 法)

图3 覆盖不同植物叶片凋落物对盆栽青葙和三叶鬼针草幼苗存活率的影响

Fig. 3 Effects of mulching leaf litter of different plants on the survival rates of pot-cultured seedlings of *Celosia argentea* and *Bidens pilosa*

三叶鬼针草地上部和总生物量,与对照相比,分别下降了23.0%和22.2%(图4)。



CK: 对照, Bp: 三叶鬼针草 20 g, Ca: 青葙 20 g, Ca+Bp: 青葙 10 g+三叶鬼针草 10 g; 各图中相同植物、不同柱子上凡是有一个相同小写字母者,表示不同处理间差异不显著 ($P>0.05$, Duncan's 法)

图4 覆盖不同植物叶片凋落物对盆栽青葙和三叶鬼针草生物量的影响

Fig. 4 Effects of mulching leaf litter of different plants on the biomass of pot-cultured plants of *Celosia argentea* and *Bidens pilosa*

3 讨论与结论

3.1 青葙的化感自毒作用

植物的化感作用是指一种活体植物(供体)产生并以挥发、淋溶、分泌和分解等方式向环境释放次生代谢物而影响邻近伴生植物(受体)生长发育的化学生态学现象^[25]。自毒作用是化感作用的一种特殊类型,即供体与受体属于同一种植物,是种内的化感作用。自毒物质广泛存在于植物的根际土壤、各组织器官及凋落物中,并通过不同的途径直接或间接影响自身或周围同种植物及后代生物的

生存及生长发育^[26],并进一步影响群落演替和格局更新^[27]。

本研究中,不同质量浓度的青葙水浸提液显著抑制青葙种子的萌发以及幼苗根的生长。盆栽青葙浇灌青葙水浸提液或在培养基质(沙土)中添加青葙新鲜叶片,青葙的幼苗生长均受到不同程度的抑制,生物量显著减少。在种植青葙或三叶鬼针草的盆栽沙土表面直接覆盖不同种类植物的干叶(叶片凋落物)后,青葙的生长均受到显著抑制,表现为青葙的存活率和生物量下降。本研究结果表明,青葙是一种具有化感自毒效应的植物,且随着处理浓度

的升高自毒效应增强。

在青葙的化感自毒作用下,其单一群落可能存在周期性的衰退现象。青葙的化感物质不仅存在于自身的浸提液中,还将分泌并积累于根际土壤中。当青葙出现在裸露地表的早期时,土壤中的化感物质处于积累初期,较低浓度的化感物质或许能够提高自身种子的发芽率,以提高竞争力,从而获得群落中的种间竞争优势。但是,青葙种子具有休眠特性、发芽率低等弱点,随着时间的延长和单一群落中青葙数量的增加,土壤中的化感物质不断积累当达到自我抑制的浓度时,自我促进作用将转变为自毒作用。青葙自毒作用可能是其不能长期成为优势种的原因之一,在连续的人工栽培中甚至可能出现连作障碍。

3.2 青葙对其他植物的化感作用

在较高质量浓度的青葙水浸提液处理下,三叶鬼针草、萝卜和油菜3种植物种子的萌发以及根和幼苗的生长均受到显著抑制,且随着浸提液浓度的增加,抑制作用增强,其中,对萝卜根长的抑制作用最强,对三叶鬼针草的抑制作用较弱。一方面可能由于三叶鬼针草具有繁殖快、竞争能力强等特点,其受青葙的化感抑制作用较弱;另一方面青葙可能存在较强的自毒作用,因而在三叶鬼针草与青葙长期竞争的过程中,三叶鬼针草更易于在竞争中保存下来并成为优势种。试验结果表明,田间生长出大量的青葙很可能影响农作物的生长。

有研究表明,乡土植物对外来入侵植物的化感作用不敏感,这对于其自身在外来植物入侵进程中的幸存甚至反向侵入具有重要意义^[28]。李愈哲等^[28]发现,在芦苇 *Phragmites australis* 和加拿大一枝黄花 *Solidago canadensis* 浸提液处理下,芦苇种子发芽率在单优群落中均显著大于共优群落。也有学者认为,如果每一个个体对其自身种群增长的抑制作用超过对其竞争者的抑制作用,那么这2个竞争的物种在其群落中也能够共存^[29]。有模拟研究表明,一个种内竞争并不大于种间竞争的物种可以通过产生化感作用而实现物种共存^[30]。对于一些我们通常认为竞争力较弱的物种,如繁殖力低的非优势物种,通过其化感作用可以局部抑制优势物种的生长,使自身在不具有竞争优势的情况下获得与优势物种共存的机会。本研究中,入侵种三叶鬼针草鲜叶覆盖处理会抑制青葙的生长,降低青葙存活率和生物量,表明青葙对三叶鬼针草的化感作用更为敏感;青葙鲜叶覆盖处理也会抑制三叶鬼针草的生长,从而降低入侵种的竞争力,这可为残存的青葙

获得有利的繁殖机会,也使青葙不至于完全退出群落。

植物凋落物分解是化感作用物质产生的途径之一,也是自然生态系统养分循环的主要来源^[31-32],本文采用鲜叶覆盖的方法研究青葙与三叶鬼针草的相互化感作用正是模拟化感物质通过这种方式进入环境从而影响自身和其他植株生长。本研究中覆盖了青葙或三叶鬼针草鲜叶处理后,鲜叶分解产生的化感物质可能直接对青葙和三叶鬼针草的生长起到抑制作用,或者通过促进共生而间接地影响物种共存。

3.3 结论

青葙作为一种野生药食两用植物,其药用价值以及生态习性、引种与栽培、植物修复、预防病虫害等方面的研究已被广泛报道,但鲜见从化感作用的角度探讨其生理生态方面的适应机制。青葙属于偶见种,在群落中出现频率很低,这多半是由于种群本身数量稀少的缘故。偶见种在群落中具有重要的生态学意义,也可作为地方性特征种来看待。研究青葙化感和自毒作用,对合理栽种青葙以及保护其药用价值具有重要意义。青葙对油菜和萝卜有较强的化感作用,也有自毒作用,应控制田间青葙的大量生长。在栽种和引进青葙时,应避免单一化或连续种植青葙导致自毒作用增强,影响青葙产量;在与其他植物间种时,应考虑青葙对其他作物可能的化感作用。

参考文献:

- [1] 钟宝珠,吕朝军,孙晓东,等.青葙提取物对螺旋粉虱的杀虫活性研究[J].热带作物学报,2010,31(11):2025-2029.
- [2] 余轲,刘杰,尚伟伟,等.青葙对土壤锰的耐性和富集特征[J].生态学报,2015,35(16):5430-5436.
- [3] 任建军.黄淮海麦茬夏大豆杂草防效研究[D].北京:中国农业科学院,2012.
- [4] JIE L, SHANG W, ZHANG X, et al. Mn accumulation and tolerance in *Celosia argentea* Linn.: A new Mn-hyperaccumulating plant species[J]. J Hazard Mater, 2014, 267(1): 136-141.
- [5] RUB R A, PATI M J, SIDDIQUI A A, et al. Characterization of anticancer principles of *Celosia argentea* (Amaranthaceae)[J]. Pharmacogn Res, 2016, 8(2): 97-104.
- [6] 姜杰,郭美丽,王小燕,等.青葙子药理作用及鉴别研究概况[J].药学实践杂志,2008,26(5):337-339.
- [7] 李洪亮,程齐来,孙立波,等.青葙子苷A对AHNP诱导肝损伤的保护作用研究[J].湖北农业科学,2014,53(15):3588-3591.
- [8] 姚诗音,刘杰,王怡璇,等.青葙对镉的超富集特征及累积动态研究[J].农业环境科学学报,2017,36(8):1470-

- 1476.
- [9] 尚伟伟, 刘杰, 张学洪, 等. 锰胁迫对青葙生长及叶绿素荧光特性的影响[J]. 生态环境学报, 2013, 22(8): 1353-1357.
- [10] 余轲, 刘杰, 尚伟伟, 等. 青葙对土壤锰的耐性和富集特征[J]. 生态学报, 2015, 35(16): 5430-5436.
- [11] 文珂, 刘文胜. 锰胁迫对青葙种子萌发和幼苗生理的影响[J]. 广东农业科学, 2017, 44(6): 78-83.
- [12] WEZEL A. Weed vegetation and land use of upland maize fields in north-west Vietnam[J]. GeoJournal, 2000, 50(4): 349-357.
- [13] 许良政, 罗来辉, 刘惠娜, 等. 野生药食两用植物青葙种子萌发的初步研究[J]. 植物生理学报, 2009, 45(6): 583-585.
- [14] 马尧, 庄云, 姚运生, 等. 不同播种期对青葙种子的影响[J]. 吉林农业科技学院学报, 2009, 18(1): 5-7.
- [15] TANDA S. Two new species of Erysiphaceae from Japan[J]. Mycoscience, 2000, 41(2): 155-160.
- [16] 周兵, 闫小红, 蒋平, 等. 青葙根氯仿提取物对多种植物的生物活性及抑菌作用[J]. 华中农业大学学报, 2010, 29(2): 143-147.
- [17] KOLLÁROVÁ K, HENSELOVÁ M, LIŠKOVÁ D. Effect of auxins and plant oligosaccharides on root formation and elongation growth of mung bean hypocotyls[J]. Plant Growth Regul, 2005, 46(1): 1-9.
- [18] 周兵, 闫小红, 肖宜安, 等. 青葙根乙酸乙酯相提取物化感活性及抑菌活性的研究[J]. 江西师范大学学报(自然版), 2010, 34(4): 391-396.
- [19] ENS E J, FRENCH K, BREMNER J B. Evidence for allelopathy as a mechanism of community composition change by an invasive exotic shrub, *Chrysanthemoides monilifera* spp. *rotundata*[J]. Plant Soil, 2009, 316: 125-137.
- [20] 彭少麟, 邵华. 化感作用的研究意义及发展前景[J]. 应用生态学报, 2001, 12(5): 780-786.
- [21] ZENG R S, MALLIK A U, LUO S M. Allelopathy in sustainable agriculture and forestry[M]. New York: Springer, 2008.
- [22] BAINS G, KUMAR A S, RUDRAPPA T, et al. Native plant and microbial contributions to a negative plant-plant interaction[J]. Plant Physiol, 2009, 151: 2145-2151.
- [23] FAROOQ M, JABRAN K, CHEEMA Z A, et al. The role of allelopathy in agricultural pest management[J]. Pest Manag Sci, 2011, 67(5): 493-506.
- [24] ZHANG D J, ZHANG J, YANG W Q, et al. Potential allelopathic effect of *Eucalyptus grandis* across a range of plantation ages[J]. Ecol Res, 2010, 25(1): 13-23.
- [25] 张重义, 林文雄. 药用植物的化感自毒作用与连作障碍[J]. 中国生态农业学报, 2009, 17(1): 189-196.
- [26] TESAR M B. Delayed seeding of alfalfa avoids autotoxicity after plowing or glyphosate treatment of established stands[J]. Agron J, 1993, 85(2): 256-263.
- [27] 蒋智林. 入侵杂草紫茎泽兰与非入侵草本植物竞争的生理生态机理研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2007.
- [28] 李愈哲, 樊江文, 尹昕, 等. 入侵植物加拿大一枝黄花与乡土植物芦苇的相互化感作用[J]. 应用生态学报, 2011, 22(5): 1373-1380.
- [29] BENGTTSSON J, FAGERSTROEM T, RYDIN H. Competition and coexistence in plant communities[J]. Trends Ecol Evol, 1994, 7: 246-250.
- [30] 刘迎湖. 植物化感物质影响下的种群关系模拟研究[D]. 广州: 华南农业大学, 2007.
- [31] MEIER C L, BOWMAN W D. Links between plant litter chemistry, species diversity, and below-ground ecosystem function[J]. Proc Natl Acad Sci USA, 2008, 105(50): 19780-19785.
- [32] RUPRECHT E, DONATH T W, OTTE A, et al. Chemical effects of a dominant grass on seed germination of four familial pairs of dry grassland species[J]. Seed Sci Res, 2008, 18: 239-248.

【责任编辑 周志红】