

# 三裂叶蟛蜞菊入侵对三种杂草若干生理特性的影响

许 华, 陈甜甜, 朱敏杰, 李志鹏, 陈 超

(北京师范大学珠海分校 工程技术学院, 广东 珠海 519085)

**摘 要:**以白花鬼针草、芒萁和鸭跖草为试材,研究了三裂叶蟛蜞菊入侵对这3种杂草保护酶活性、渗透调节物质含量以及叶绿素含量的影响。结果表明:在三裂叶蟛蜞菊入侵胁迫下,白花鬼针草、芒萁和鸭跖草叶片过氧化物酶(POD)活性、过氧化氢酶(CAT)活性和超氧化物歧化酶(SOD)活性以及可溶性蛋白质、可溶性糖和叶绿素含量都有不同程度的升高;3种杂草SOD活性、可溶性糖含量和叶绿素含量显著升高;3种杂草通过调节保护酶活性、渗透调节物质含量以及光合色素含量对三裂叶蟛蜞菊的入侵胁迫产生适应性反应。

**关键词:**三裂叶蟛蜞菊;保护酶活性;渗透调节物质;叶绿素

**中图分类号:**Q 945.79 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)07-0072-04

植物生活的环境总是在不断变化,有时变化幅度超过了植物正常生活的范围,即所谓逆境<sup>[1]</sup>。植物的生长发育会受到各种逆境胁迫,干旱、炎热、霜冻、盐碱、涝灾,以及环境污染、病虫害等都会对植物的生长造成不利影响。植物也发展了各种抗逆性机制,如通过改变体内渗透调节物质、脯氨酸和脱落酸的含量以适应变化的环境<sup>[2]</sup>。

三裂叶蟛蜞菊(*Wedelia trilobata* L.)是一种原产于南美洲的菊科多年生草本植物,于20世纪70年代作为地被植物被我国引入,但很快逃逸为野生,且其所到之处,能排挤当地植物,形成单优种群落<sup>[3]</sup>。由于三裂叶蟛蜞菊具有明显的生长优势,其它植物要在其群落内生存下来需要有极强的抗逆能力。近年来,关于植物抗逆生理的研究很多,但大部分集中在非生物因子胁迫即环境因子胁迫对植物生理特性的影响,关于入侵植物这类生物因子胁迫对其它植物生理特性影响的研究尚少。为此,该研究以白花鬼针草(*Bidens alba* L.)、芒萁(*Dicranopteris dichotoma* L.)和鸭跖草(*Commelina communis* L.)3种杂草为试验材料,研究了这3种杂草在三裂叶蟛蜞菊入侵胁迫下保护酶活性、渗透调节物质含量和叶绿素含量的变化,旨在揭示植物在生物入侵胁迫下的

抗逆性生理。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

白花鬼针草、芒萁和鸭跖草均采自北京师范大学珠海分校校园。从株高约为70 cm的白花鬼针草植株上选取若干长度约为7 cm、颜色为绿色的茎上部单叶;从株高约为50 cm且长势相似的芒萁植株上取若干长度约为12 cm、颜色为黄绿色的叶片,试验时剪去叶片部分较粗的茎条;从株高约为60 cm鸭跖草植株上取若干长度约为9 cm、颜色相近的叶片。

### 1.2 试验方法

试验于2013年2~3月在北京师范大学珠海分校工程技术学院实验室进行。在三裂叶蟛蜞菊覆盖率约为80%的杂草群落里选取白花鬼针草、芒萁、鸭跖草各4株,从每株各取1片叶,分别测定其叶片中过氧化物酶(Peroxidase, POD)活性、过氧化氢酶(Catalase, CAT)活性、超氧化物歧化酶(Superoxide dismutase, SOD)活性、可溶性蛋白质含量、可溶性糖含量和叶绿素含量,每个指标均4次重复。同时,在三裂叶蟛蜞菊群落外四周50 cm以内选取白花鬼针草、芒萁和鸭跖草各4株为对照,从每株各取1片叶测定上述各项生理指标,每个指标均为4次重复。

### 1.3 项目测定

**1.3.1 POD、CAT、SOD活性测定** POD活性测定采用愈创木酚法,即在470 nm波长下以1 min内变动0.01为1个酶活性单位<sup>[4]</sup>;CAT活性测定采用紫外分光光度法,在240 nm下以1 min内变动0.1为1个酶活性单位<sup>[5]</sup>;SOD活性测定采用氮蓝四唑(Nitro-blue tetrazolium,

**第一作者简介:**许华(1981-),男,湖北仙桃人,硕士,副教授,研究方向为植物生理生态学。E-mail: xuhua04@mail.nankai.edu.cn.

**责任作者:**陈超(1977-),男,浙江临安人,博士,副教授,研究方向为生物化学与分子生物学。E-mail: chenchao@bnu.edu.cn.

**基金项目:**北京师范大学珠海分校青年教师科研资助项目(201353016);北京师范大学珠海分校质量工程资助项目(201262)。

**收稿日期:**2013-11-13

NBT)光还原法,在 560 nm 下以抑制 NBT 光化还原 50%所需酶含量为 1 个酶活性单位<sup>[6]</sup>。

1.3.2 可溶性蛋白质和可溶性糖含量测定 可溶性蛋白质含量的测定采用考马斯亮蓝法 G-250 染料结合法<sup>[7]</sup>,以牛血清蛋白制作标准曲线,并在 595 nm 下测试吸光度。可溶性糖含量的测定采用蒽酮比色法<sup>[8]</sup>,以葡萄糖制作标准曲线,在波长 620 nm 处测试吸光度。

1.3.3 叶绿素含量测定 叶绿素含量的测定采用比色法<sup>[8]</sup>,用 80%丙酮溶解叶绿素,分别测试波长 663 nm 和波长 645 nm 下的吸光值。Lambert-Beer 定律计算总叶绿素含量。

#### 1.4 数据分析

采用 SPSS 17.0 统计软件进行 one-way ANOVA 方差分析,显著性水平设为 0.05。图中数据均用平均值±标准差表示。

## 2 结果与分析

### 2.1 三裂叶蟛蜞菊入侵对 3 种杂草保护酶活性的影响

由图 1 可知,相对于三裂叶蟛蜞菊群落外,群落内

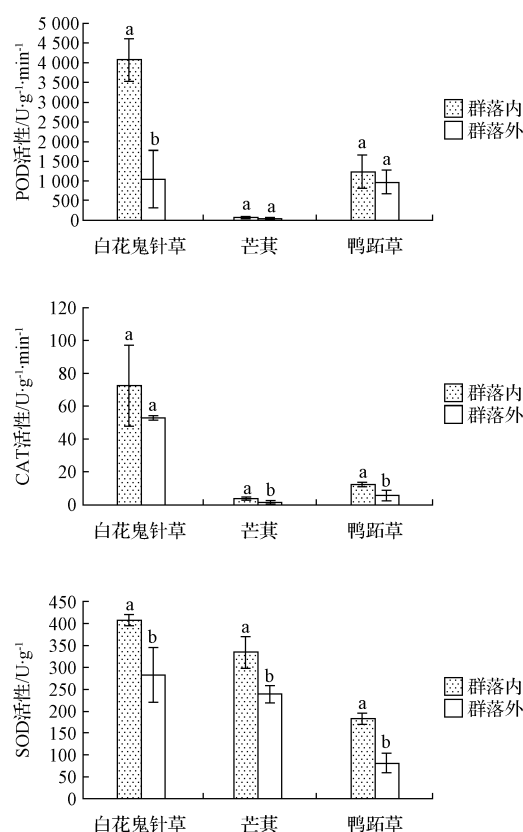


图 1 三裂叶蟛蜞菊入侵对白花鬼针草、芒萁、鸭跖草保护酶活性的影响

Fig. 1 Effect of *Wedelia trilobata* L. invasion on protective enzymes activities of *Bidens alba* L., *Dicranopteris dichotoma* L. and *Commelina communis* L.

白花鬼针草、芒萁和鸭跖草 3 种杂草 POD、CAT、SOD 活性均呈现不同程度的升高。其中,三裂叶蟛蜞菊群落内 3 种杂草 SOD 活性均显著升高;白花鬼针草 POD 活性显著升高,CAT 活性虽有升高但不显著;芒萁和鸭跖草 CAT 活性显著升高,POD 活性虽有升高但不显著。以上结果表明,在受到入侵植物三裂叶蟛蜞菊的胁迫后,白花鬼针草、芒萁、鸭跖草通过提高自身保护酶活性来加强抗氧化酶系统的功能,从而提高生存竞争力,抵抗逆境。

### 2.2 三裂叶蟛蜞菊入侵对 3 种杂草渗透调节物质含量的影响

由图 2 可知,相对于三裂叶蟛蜞菊群落外,群落内白花鬼针草、芒萁和鸭跖草 3 种杂草可溶性糖和可溶性蛋白质含量呈现不同程度升高。三裂叶蟛蜞菊群落内 3 种杂草可溶性糖含量均显著升高;白花鬼针草和鸭跖草可溶性蛋白质含量均显著升高;芒萁可溶性蛋白质含量虽有升高但并不显著。以上结果表明,可溶性糖和可溶性蛋白质 2 种渗透调节物质含量的上升是 3 种杂草抵抗三裂叶蟛蜞菊入侵的一种适应性反应。

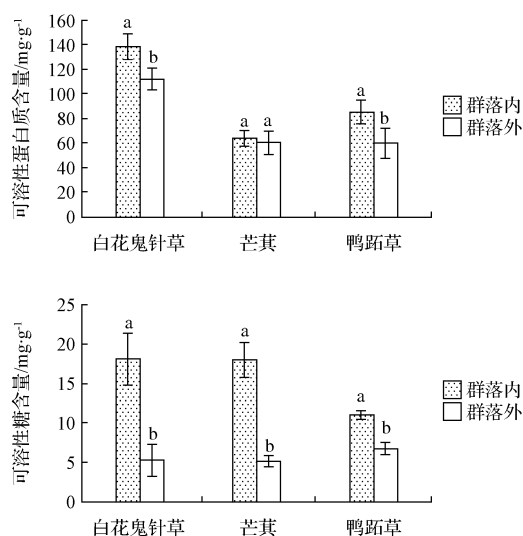


图 2 三裂叶蟛蜞菊入侵对白花鬼针草、芒萁、鸭跖草渗透调节物质含量的影响

Fig. 2 Effect of *Wedelia trilobata* L. invasion on osmotic regulation substances content of *Bidens alba* L., *Dicranopteris dichotoma* L. and *Commelina communis* L.

### 2.3 三裂叶蟛蜞菊入侵对三种杂草叶绿素含量的影响

由图 3 可知,相对于三裂叶蟛蜞菊群落外,群落内白花鬼针草、芒萁和鸭跖草 3 种杂草叶绿素含量均显著升高。以上结果表明,在三裂叶蟛蜞菊入侵胁迫下,这 3 种杂草通过提高叶绿素含量来加强光合能力,提高其在群落内的竞争能力。

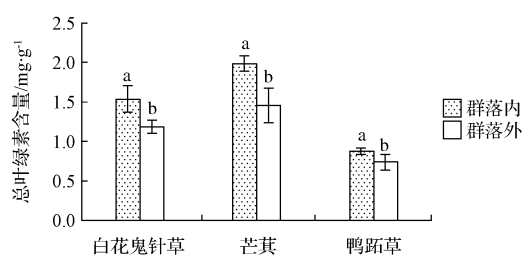


图3 三裂叶蟛蜞菊入侵对白花鬼针草、芒萁、鸭跖草总叶绿素含量的影响

Fig. 3 Effect of *Wedelia trilobata* L. invasion on chlorophyll content of *Bidens alba* L., *Dicranopteris dichotoma* L. and *Commelina communis* L.

### 3 结论与讨论

#### 3.1 3种杂草保护酶系统对三裂叶蟛蜞菊入侵胁迫的响应

有研究表明,在水分胁迫或持续干旱初期,不同品种小麦 SOD、POD、CAT 活性均有所上升<sup>[9-10]</sup>。POD、CAT、SOD 等酶类是细胞抵御活性氧伤害的重要保护酶系统,它们共同构成细胞内防御活性氧(Reactive oxygen species, ROS)毒害的保护体系<sup>[11]</sup>。在正常生理状况下,植物细胞内 ROS 浓度极低,产生后可被植物自身抗氧化系统及时清除,植物体内 ROS 的产生和清除处于动态平衡状态,不会对植物体造成伤害。但随着植物受到外界胁迫的增加,ROS 含量开始上升,对细胞的压力也随之增大。为保证细胞正常的代谢机能,植物本身对 ROS 的氧化伤害具有相应的适应和抵御能力,植物能通过调节自身保护酶等代谢酶系在一定程度上抵抗这种效应。Tian 等<sup>[12]</sup>对万寿菊进行研究,发现其体内的超氧自由基(Superoxide radical,  $O_2^-$ )和  $H_2O_2$  含量随着干旱胁迫的增加均大量上升。而  $O_2^-$  与  $H_2O_2$  反应生成羟自由基(Hydroxyl free radical,  $\cdot OH$ )。 $\cdot OH$  是目前已知的氧化性最强的活性氧物质,化学性质极其活泼,可与植物体内几乎全部生物大分子进行反应,破坏这些大分子的活性构象,影响细胞正常代谢<sup>[13]</sup>。因此,保护酶的作用就是要防止此类自由基的生成。SOD 催化  $O_2^-$  发生歧化反应,  $O_2^-$  产生的毒性  $H_2O_2$  由 POD 或 CAT 催化分解,从而消除阴离子自由基,维持植物体内  $O_2^-$  产生与消除的动态平衡<sup>[14]</sup>。该试验三裂叶蟛蜞菊群落内白花鬼针草、芒萁和鸭跖草 3 种杂草保护酶活性相对于群落外均有不同程度的提高,这说明植物对三裂叶蟛蜞菊入侵胁迫产生了适应性反应,即通过提高自身保护酶活性来加强抗氧化酶系统功能,以此来提高自身生存竞

争力抵抗生物入侵胁迫。

#### 3.2 3种杂草渗透调节系统对三裂叶蟛蜞菊入侵胁迫的响应

植物体内可溶性蛋白质与植物细胞渗透势的调节密切相关,高含量的可溶性蛋白质可帮助维持植物细胞较低的渗透势,抵抗水分胁迫带来的伤害<sup>[15-16]</sup>。有试验表明,抗旱性强的植物种类或品种含有较高的可溶性蛋白质<sup>[17]</sup>。也有研究证实,植物在逆境胁迫情况下有新的蛋白质合成,在增强抗逆方面,其作用与细胞壁糖蛋白相似<sup>[18-19]</sup>。可溶性糖是调节渗透压的小分子物质,是增加渗透性溶质的重要组成成分<sup>[20]</sup>。植物为了减缓由外界胁迫造成的生理代谢不平衡,细胞内大量积累一些小分子有机化合物,以通过渗透调节来降低水势,维持较高的渗透压,保证细胞的正常生理功能。此外,也有研究报道称可溶性糖能促进脯氨酸的合成<sup>[21]</sup>。脯氨酸的作用主要表现在维持细胞的含水量和膨压,通过改善细胞膜和其它高分子物质的水环境来增强细胞结构的稳定性<sup>[22]</sup>。该试验中在受到三裂叶蟛蜞菊入侵胁迫下,白花鬼针草、芒萁和鸭跖草 3 种杂草可溶性蛋白质和可溶性糖含量均有不同程度的升高,说明这三种杂草可能通过增加体内渗透调节物质含量来降低水势以此来增强对土壤水分的吸收能力,从而有利于保持细胞结构的稳定性。

#### 3.3 3种杂草叶绿素含量对三裂叶蟛蜞菊入侵胁迫的响应

植物吸收光能主要是由植物的叶绿素完成的,所以,其含量的高低直接影响植物光合作用的强弱<sup>[23]</sup>。资料表明,植物在逆境胁迫下,会受到两种限制而造成光合作用减弱:一是对  $CO_2$  同化的气孔性限制;二是使叶绿体片层结构受损的非气孔性限制<sup>[24]</sup>。而该试验的研究结果显示三裂叶蟛蜞菊的入侵胁迫使白花鬼针草、芒萁和鸭跖草三种杂草的总叶绿素含量均显著升高,这说明三裂叶蟛蜞菊对其群落内三种杂草的胁迫程度还处于杂草自身可调节的范围内,杂草为了适应三裂叶蟛蜞菊的入侵胁迫,通过提高类囊体中光合色素含量,加强叶绿体的光能吸收功能,缓解因非气孔限制给植物带来的伤害,从而在一定程度上维持细胞光合速率正常化,使有机物的合成不受逆境影响。

该试验的研究结果表明,在三裂叶蟛蜞菊入侵胁迫下,植物可以通过调节其保护酶系统、渗透调节系统和光合色素含量对三裂叶蟛蜞菊入侵做出适应性反应,植物这种适应性反应机制对于深受三裂叶蟛蜞菊入侵地区选择对三裂叶蟛蜞菊入侵具有较高适应能力的绿化植物品种具有一定的参考价值。

## 参考文献

- [1] 孔垂华,徐涛,胡飞,等. 环境胁迫下植物的化感作用及其诱导机制[J]. 生态学报,2000,20(5):849-854.
- [2] 张正斌,山仑. 作物生理抗逆性的若干共同机理研究进展[J]. 作物杂志,1997(4):10-12.
- [3] 吴彦琼,胡玉佳,廖富林. 从引进到潜在入侵的植物—南美蟛蜞菊[J]. 广西植物,2005(5):413-418.
- [4] Maehly A C, Chance B. The assay of catalase and peroxidases [J]. Methods of Biochemical Analysis, 1954, 1: 357-424.
- [5] Aebi H. Catalase *in vitro* [J]. Methods in Enzymology, 1984, 105: 121-126.
- [6] Giannopolitis C N, Ries S K. Superoxide dismutases I. Occurrence in higher plants [J]. Plant Physiology, 1977, 59: 309-314.
- [7] Bradford M M. A rapid and sensitive method for quantization of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein dye binding [J]. Analytical Biochemistry, 1976, 72: 248-254.
- [8] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2000: 134-137, 195-197.
- [9] 张峰, 杨颖丽, 何文亮, 等. 水分胁迫及复水过程中小麦抗氧化酶的变化 [J]. 西北植物学报, 2004, 24(2): 205-209.
- [10] 陈坤明, 张承烈. 干旱期间春小麦叶片多酚含量与作物抗旱性的关系 [J]. 植物生理学报, 2000, 26(5): 381-386.
- [11] Fridovich I. Superoxide dismutases [J]. Annual Review of Biochemistry, 1975, 44: 147-159.
- [12] Tian Z G, Wang F, Zhang W E, et al. Antioxidant mechanism and lipid peroxidation patterns in leaves and petals of marigold in response to drought stress [J]. Horticulture, Environment and Biotechnology, 2012, 53 (3): 183-192.
- [13] 赵保路. 氧自由基和天然抗氧化剂 [M]. 北京: 科学出版社, 1999: 11-12.
- [14] 李雪梅, 何兴元, 张利红, 等. 紫外辐射对菜豆不同叶位叶片光合及保护酶活性的影响 [J]. 生态学杂志, 2006, 25(5): 517-520.
- [15] Turner N C. Concurrent comparisons of stomatal behavior, water status, and evaporation of maize in soil at high or low water potential [J]. Plant Physiology, 1975, 55(5): 932-936.
- [16] 刘建新, 王鑫, 王凤琴. 水分胁迫对苜蓿幼苗渗透调节物质积累和保护酶活性的影响 [J]. 草业科学, 2005, 3(22): 18-21.
- [17] 陈立松, 刘星辉. 水分胁迫对荔枝叶片氮和核酸代谢的影响及其与抗旱性的关系 [J]. 植物生理学报, 1999, 25(1): 49-56.
- [18] Gzik A. Accumulation of praline and pattern of amino acids in sugar beet plants in response to osmotic, water and salt stress [J]. Environmental and Experimental Botany, 1996, 36(1): 29-38.
- [19] 高吉寅, 关建平, 王明珍, 等. 小麦幼苗盐胁迫蛋白研究 [J]. 作物品种资源, 1994(1): 25-27.
- [20] Yokoi S J, Bressan R A, Hasegawa P M. Salt stress tolerance of plants [M]. JIRCAS Working Report, 2002: 25-33.
- [21] Manuel J, Reigosa R. Handbook of plant ecophysiology techniques [M]. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2001: 365-383.
- [22] 彭志红, 彭克勤, 胡家金, 等. 渗透胁迫下植物脯氨酸积累的研究进展 [J]. 中国农学通报, 2002, 18(4): 80-83.
- [23] 叶子飘, 赵则海. 遮光对三叶鬼针草光合作用和叶绿素含量的影响 [J]. 生态学杂志, 2009, 28(1): 19-22.
- [24] 刘孟雨, 陈培元. 水分胁迫条件下气孔与非气孔因素对小麦光合的限制 [J]. 植物生理学通讯, 1990(4): 24-27.

## Effect of *Wedelia trilobata* L. Invasion on Several Physiological Characteristics of Three Weeds

XU Hua, CHEN Tian-tian, ZHU Min-jie, LI Zhi-peng, CHEN Chao

(College of Engineering Technology, Beijing Normal University Zhuhai Campus, Zhuhai, Guangdong 519085)

**Abstract:** Taking *Bidens alba* L., *Dicranopteris dichotoma* L. and *Commelina communis* L. as materials, effect of *Wedelia trilobata* L. invasion on protective enzymes, content of osmotic adjustment substances and chlorophyll content of three weeds were studied. The results showed that under invasion stress of *Wedelia trilobata* L., activities of peroxidase (POD), catalase (CAT) and superoxide dismutase (SOD) as well as content of soluble protein, soluble sugar and chlorophyll in leaves of *Bidens alba* L., *Dicranopteris dichotoma* L. and *Commelina communis* L. increased at different degree. Specially, SOD activities, soluble sugar content and chlorophyll content increased significantly. Three weeds made adaptive reaction to invasion of *Wedelia trilobata* L. through adjusting activities of protective enzymes, content of osmotic adjustment substances and photosynthetic pigment.

**Key words:** *Wedelia trilobata* L.; activities of protective enzymes; osmotic adjustment substances; chlorophyll