

## 不同生境下喜旱莲子草营养器官中 抗氧化物质含量的比较

刘 华, 吴国荣\*, 陆长梅, 宰学明, 徐勤松, 陈景耀

(南京师范大学生命科学学院, 江苏南京 210097)

**摘 要:** 以水陆两种生境下生长的喜旱莲子草为实验材料, 分别测定并比较了根、茎、叶可溶性蛋白及 SOD、POD、Vc、GSH 及绿原酸和类黄酮等抗氧化物质活性和含量, 结果表明可溶性蛋白在叶中含量最高, 并且水生环境中叶的含量高于陆生环境。除 Vc 外生态环境对各抗氧化物质含量影响具有一致性。水生环境下喜旱莲子草营养器官的抗氧化物质含量高于陆生环境下喜旱莲子草相应营养器官的含量。这是植物体内一种生理生化的生态适应。

**关键词:** 喜旱莲子草; 可溶性蛋白; 抗氧化物质

**中图分类号:** Q945 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2003)03-0279-03

## Comparision of contents of anti-oxidant compounds of *Alternanthera philoxeroider* in aquatic and terrestrial environments

LIU Hua, WU Guo-rong, LU Chang-mei, ZAI Xue-ming,  
XU Qin-song, CHEN Jing-yao

(College of Life Science, Nanjing Normal University, Nanjing 210097, China)

**Abstract:** Contents of soluble protein, SOD, POD, Vc, GSH, flavonoid and chlorogenic acid etc, from different organs of *Alternanthera philoxeroider* in aquatic and terrestrial environments were assayed. Results showed that soluble protein content from leaves was the highest, especially from the plant in aquatic environment. Effects of environment on the contents of different anti-oxidant compounds were the same except for that of Vc, and contents of different anti-oxidant compounds from organs in aquatic environment were higher than that from corresponding organs in terrestrial environment.

**Key words:** *Alternanthera philoxeroider*; soluble protein; anti-oxidant compounds

喜旱莲子草 (*Alternanthera philoxeroider*), 又名水花生、空心苋、革命草, 属多年生苋科植物。生于湖滩浅水中或湖州低湿地及池沼、水沟边(文明, 1993)。喜旱莲子草除可作绿肥和家畜饲料外还有药用价值。全草入药可清热凉血, 利尿解毒(江苏新

医学院, 1997; 曹岚等, 2000)。喜旱莲子草分布较广, 特别是长江以南广大农村乡田, 繁殖能力强, 生长旺盛。本文选取水生、陆生两种典型生境下生长的喜旱莲子草, 分别测定比较了其根、茎、叶中的抗氧化物质及可溶性蛋白的含量, 旨在为环境植物学

收稿日期: 2002-03-22 修订日期: 2002-08-12

基金项目: 国家自然科学基金项目(39770046); 江苏省自然科学基金项目(BK97107)共同资助。

作者简介: 刘 华(1976-), 女, 山东阳谷县人, 在读硕士生, 主要从事植物生理生化等研究。\* 为联系作者

及水生植物资源的开发提供有价值的资料。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验材料

水生喜旱莲子草采自南京江心洲生态保护区无污染河流中。陆生喜旱莲子草采自南京师范大学校园。实验设5组重复。

### 1.2 试验方法

可溶性蛋白含量采用 Bradford(1976)的考马斯亮蓝 G-250 法测定;SOD 活性参照 Stewert 和 Bewley(1980)的 NBT 法测定;POD 活性采用 Maehly(1955)的愈创木酚氧化法测定;Vc 含量参照易现峰等(2000)的方法测定;GSH 含量参照 Ellman

(1959)的 DTNB 方法测定;绿原酸含量参照胡景江等(1992)的方法测定;类黄酮含量参照刑建民等(1998)的方法测定。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同生境下喜旱莲子草可溶性蛋白含量的比较

从表1可以看出水生和陆生喜旱莲子草营养器官中可溶性蛋白含量均以叶中最高。陆生喜旱莲子草叶的可溶性蛋白含量甚至可达到根的3.58倍。两种生境下的喜旱莲子草叶中可溶性蛋白以水生条件下的含量更高,是陆生的1.225倍。由此可见生态环境对植物细胞内可溶性蛋白含量有明显的影

表1 喜旱莲子草不同营养器官可溶性蛋白及抗氧化酶活性比较

Table 1 Comparison of the contents of soluble protein and activities of anti-oxidant isozymes from different organs of *Alternanthera philoxeroides* in aquatic and terrestrial environments

项目 Items	水生 Aquatic environment			陆生 Terrestrial environment		
	根 Root	茎 Stem	叶 Leaf	根 Root	茎 Stem	叶 Leaf
可溶性蛋白 Soluble protein(mg. g <sup>-1</sup> FW)	9.37	12.62	16.36	3.78	9.32	13.35
SOD 活性 SOD activity(U. g <sup>-1</sup> FW)	115.26	206.74	240.32	102.34	180.57	207.48
POD 活性 POD activity(A <sub>470</sub> . min <sup>-1</sup> . g <sup>-1</sup> FW)	4.47	12.61	26.98	10.82	8.67	20.43

### 2.2 不同生境下喜旱莲子草抗氧化酶活性的比较

SOD 是植物体内抗氧化酶系统的一个关键酶,其活性与植物的抗逆性及氧化胁迫适应关系密切。测定的结果表明喜旱莲子草不同器官中以叶中 SOD 含量最高,茎次之,根中最少。水生的又明显高于陆生的,也以叶最为显著(表1)。POD 也是植物体内抗氧化酶系统中的组成部分,主要清除 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>。POD 的活性在茎、叶中含量相差达2倍以上。水、陆生环境对 POD 活性影响与 SOD 基本一致(表1)。这表明:水生的喜旱莲子草 SOD、POD 等抗氧化酶活性较陆生的高,是一种生态适应。

### 2.3 不同生境下喜旱莲子草非酶抗氧化物质的比较

抗坏血酸(Vc)是生物体内重要的小分子抗氧化物质,能清除损伤膜和酶分子结构的自由基。试验数据表明两种生境下的 Vc 含量相差无几(表2),表明生态环境对 Vc 含量影响不大,但 Vc 在各器官的分布明显不均,水、陆生喜旱莲子草根中 Vc 含量最高分别为同一生境叶的2.8倍和2.2倍。GSH 是维持蛋白质空间结构的重要因子,可保护-SH 基团,并能与二硫键相互作用从而减少变性蛋白中二硫键的形成(陈少裕,1993)。水生喜旱莲子草叶中 GSH 含量最高,为茎中的2.87倍,根中的2.25倍。

陆生环境喜旱莲子草与此情况相似,叶中 GSH 含量分别为茎、根的2.66倍和2.23倍。两种生境中喜旱莲子草 GSH 含量相比较,水生的要高于陆生的(表2)。

绿原酸和类黄酮均具有抗氧化作用,其中绿原酸还具广谱抗菌作用,都是重要的药用成份。不同生境对喜旱莲子草绿原酸含量影响显著。水生喜旱莲子草根、茎、叶中绿原酸含量分别为陆生环境中相应器官的2.09倍、1.26倍和1.67倍(表2)。生境对类黄酮含量的影响不如对绿原酸含量的影响那样显著。水生喜旱莲子草根、茎、叶含量分别为陆生喜旱莲子草相应器官的1.09倍、1.19倍和1.04倍。总体说来水生环境下喜旱莲子草叶中的绿原酸和类黄酮均高于根和茎的含量,并高于陆生植株各器官中的含量。水生喜旱莲子草叶中的绿原酸和类黄酮具开发潜能,这也可能是喜旱莲子草较少遭受虫害的原因。

## 3 讨论

植物种间耐、厌氧性的遗传差异是植物根系长期适应不同氧分压的结果,水生植物的这一适应能

力强于旱生植物,水生植物在自然状态下有较强的抵御缺氧后伤害的机能(王文泉等,2001);Crawford 和 Braendle(1996)将这种内在机理归纳为诱导酶和抗氧化剂的存在。作者的实验结果支持上述观点,水生环境下喜旱莲子草各营养器官中的 SOD、POD 活性均高于陆生环境中的喜旱莲子草相应器官中酶活性。这可能是浸水环境下喜旱莲子草体内易产生了较多的活性氧,从而启动了机体内的抗氧化机制,诱导 SOD、POD 等抗氧化酶基因的表达,以便及时清除在水分胁迫条件下机体代谢过程中产生的过多

的  $O_2^-$  和  $H_2O_2$  等自由基,以适应水环境。

除 Vc 外,生态环境对喜旱莲子草体内 GSH、绿原酸、类黄酮含量的影响效应与对 SOD、POD 含量影响具一致性。Vc、GSH 等小分子的抗氧化物质是机体内抗氧化系统的另一支路,未被 SOD 及时清除的  $O_2^-$  可以由 Vc 和 GSH 清除。水生环境下的喜旱莲子草由于水渍胁迫产生的 Vc、GSH、类黄酮物质都较陆生的更丰富,这是对水生环境的特殊适应而形成的。可以认为,对同一种植物生长在不同的生态环境下其生理生化机制上的适应具有重要的意义。

表 2 喜旱莲子草不同器官小分子抗氧化物质的含量比较

Table 2 Comparison of the contents of small molecule anti-oxidant ingredients from different organs of *Alternanthera philoxeroides* in aquatic and terrestrial environments

项目 Items	水生 Aquatic environment			陆生 Terrestrial environment		
	根 Root	茎 Stem	叶 Leaf	根 Root	茎 Stem	叶 Leaf
维生素 C Vc(mg. g <sup>-1</sup> FW)	0.39	0.20	0.14	0.26	0.18	0.12
谷胱甘肽 GSH(mg. g <sup>-1</sup> FW)	0.817	0.640	1.835	0.654	0.548	1.459
绿原酸 Chlorogenic acid (mg. g <sup>-1</sup> FW)	0.23	0.29	0.92	0.11	0.23	0.55
类黄酮 Flavonoid(mg. g <sup>-1</sup> FW)	0.58	0.51	0.85	0.53	0.43	0.82

Vc、绿原酸、类黄酮等都是极有价值的植物来源药用原料,SOD、GSH 等也随着对氧自由基致病机制认识的深入成为医药界关注的新型药物。分布广泛的水生植物特别是喜旱莲子草有望成为提取这些药物成分的最廉价的原料。不同的生境对药用成分形成和积累的影响,使今后药用植物的种植优化其品质,提出了环境调控的新措施。

与其它水生高等植物相比,水中生长的喜旱莲子草叶中的可溶性蛋白较多。资料表明喜旱莲子草叶中除含有很高的蛋白质外,还含有适量的脂肪、纤维素、可溶性糖和淀粉以及多种矿物和维生素。目前对喜旱莲子草叶蛋白的研究投入量很少,因此应加速植物叶蛋白的研究。太湖水域近期由于富营养化日趋严重导致喜旱莲子草生长的失控,积极开发利用喜旱莲子草的叶蛋白不仅为人类提供新的植物蛋白的来源还能促进水环境的治理。同时,随着人们保健意识的增强,对天然药物需求与日俱增,合理开发利用药用水生植物资源也势在必行。

#### 参考文献:

- 文 明. 1993. 长江中下游水域洲滩野生经济植物[M]. 湖南: 湖南科学技术出版社, 118—119.  
江苏新医学院. 1997. 中药大辞典[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1 470—1 471.  
Bradford MA. 1976. Rapid and sensitive method for the

quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein dye binding[J]. *Anal Biochem*, 72(1): 248—254.

Cao L(曹 岚), Pei JG(裴建国). 2000. The resource of the medicinal aquatic plant in Jiangxi Province(江西省药用水生植物资源考察)[J]. *Lishizhen Medicine and Materia Medica Research*(时珍国医国药), 11(6): 574—576.

Chen SY(陈少裕). 1993. Physiological roles of glutathione in plant and its significances(植物谷胱甘肽的生理作用及其意义)[J]. *Plant Physiology Communications*(植物生理学通讯), 29(3): 210—214.

Ellman GL. 1959. Tissue suifhydryl groups[J]. *Arch Biochem. Biophys*, 32: 70—77.

Crawford RMM, Braendle R. 1996. Drogen deprivation stress in a changing environment[J]. *JourExp Bot*, 47(295): 145—159.

Hu JJ(胡景江), Wen JL(文建雷), Jing H(景 辉), et al. 1992. The relation between metabolism of phenylalanine in poplar trees and resistance of poplar to poplar canker(杨树体内苯丙烷代谢与其对溃疡抗性的关系)[J]. *Acta Phytopathologica Sinica*(植物病理学报), 22(2): 185—188.

Machly AC. 1955. Plant peroxidase[J]. *Meth Enzym*, 2: 801—813.

Stewart RC, Bewley JD. 1980. Lipid peroxidation associated with accelerated aging of soybean axes[J]. *Plant Physiol*, 65: 245—248.

(下转第 236 页 Continue on page 236)

于欧、亚、美、澳洲。曾有染色体数目  $2n=48$ 、 $2n=42$  和  $2n=64$  的报道 (Fujishima, 1986; Godbltt, 1990)。多倍体是该种广泛分布和强侵入性的原因。核型分析结果显示,其核型公式为  $2n=8x=64=10m+22sm+28st+4t$ ,核型类型 3A。从图 1-F:c-6,11,13,18 及 d-20,21,23,28 中核型图来看,8 组染色体着丝点类型是 4t:4st 及 2m:6sm,故 8 倍体是由两种不同染色体形态的染色体组构成。与日本产的 *R. muricatus* 核型公式不同 (Fujishima, 1986),日本居群核型公式为  $2n=8x=64=16m+18sm+26st+4t$ ,后者 m 型的染色体更多,而 st 和 sm 型染色体更少。

### 参考文献:

- Arano H. 1963. Cytological studies in subfamily carduoideae (Compositae) of Japan, IX. The karyotype analysis and phylogentic considerations on *Pertya* and *Ainsliea*(2) [J]. *Bot Mag Tokyo*, **76**: 32-39.
- Fujishima H. 1986. A new chromosome Number of *Ranunculus muricatus* L. [J]. *L Kromosomo*, II-43-44: 1 367-1 371.
- Fujishima H. 1990. Karyotypical studies on *Ranunculus sardous* Crantz, a new alien herb to Japan [J]. *La Kromosomo*, II-59-60: 2 013-2 017.
- Godbltt P. 1990. Index to plant chromosome numbers 1975-1987 [M]. St. Louis, Missouri Botanical Garden.
- Gregory WC. 1941. Phylogenetic and cytological studies in the Ranunculaceae Juss. [J]. *Trans Amer Phil Soc n s*, **31**: 443-521.
- Kurita M. 1955. Cytological studies in Ranunculaceae I. The karyotype analysis in the genus *Ranunculus* [J]. *Bot Mag Tokyo*, **68**(801): 94-97.
- Kurita M. 1958. Chromosome studies in Ranunculaceae VIII. Karyotype and phylogeny [J]. *Rep Biol Inst Ehime Univ*, **5**: 1-14.
- Kurita M. 1961. Chromosome studies in Ranunculaceae XIX. Chromosome size in *Ranunculus* species in the eight chromosome series [J]. *Mem Ehime Univ sect 2 ser B*, **4**(2): 263-268.
- Kurita M. 1966. Chromosome studies in Ranunculaceae XX-IV [J]. *Mem Ehime Univ sect 2 ser B*, **4**(3): 31-36.
- Langlet O. 1927. Beitrage zur zytologie der Ranunculaceae [J]. *Svensk Bot Tidsdr*, **21**: 1-17.
- Li MX(李懋学), Chen RY(陈瑞阳). 1985. A suggestion on the standardization of karyotype analysis in plants (关于植物核型分析的标准化问题) [J]. *Journal of Wuhan Botanical Research (武汉植物学研究)*, **3**(4): 297-302.
- Liao L(廖亮), Xu LL(徐玲玲), Yang DQ(杨涤清). 1991. Studies on karyotypes of species in *Ranunculus* from Jiangxi (江西 5 种毛茛属植物核型) [J]. *Acta Phytotaxonomica Sinica (植物分类学报)*, **29**(2): 178-183.
- Liao L(廖亮), Xu LL(徐玲玲), Chen Y(陈晔), et al. 1995. Studies on karyotypes of *Ranunculus cantoniensis* polyploidy complex and its allied species (禺毛茛多倍体复合体及近缘种核型研究) [J]. *Acta Phytotaxonomica Sinica (植物分类学报)*, **33**(3): 230-239.
- Liao L(廖亮), Xu LL(徐玲玲), Fang L(方亮). 1996. Study on the karyotypes of two species and one variety in *Ranunculus* from China (三种毛茛的核型研究) [J]. *Acta Botanica Yunnanica (云南植物研究)*, **18**(3): 331-335.
- Wang WC(王文采). 1995. A revision of the genus *Ranunculus* in China (I)(II) (中国毛茛属修订) [J]. *Bulletin of Botanical Research (植物研究)*, **15**(2): 137-180, **15**(3): 275-329.
- Yang QE(杨亲二), Luo YB(罗毅波), Hong DY(洪德元). 1994. A karyotypic study of six species in the Ranunculaceae from Hunan, China (湖南 6 种毛茛科植物核型研究) [J]. *Guihaia (广西植物)*, **14**(1): 27-36.

(上接第 281 页 Continue from page 281)

- Wang WQ(王文泉), Zhang FS(张福锁). 2001. The physiological and molecular mechanism of adaptation to anaerobiosis in higher plants (高等植物厌氧适应的生理及分子机制) [J]. *Plant Physiology Communications (植物生理学通讯)*, **37**(1): 63-71.
- Xing JM(荆建民), Zhao DX(赵得修), Li MY(李茂寅), et al. 1998. Cell growth and flavonoids production in suspension culture of saussurea medusa (水母雪莲悬浮培养细胞生长和黄酮类活性成分合成) [J]. *Acta Botanica Sinica (植物学报)*, **40**(9): 836-842.
- Yi XF(易现峰), Ben GY(贲桂英). 2000. Seasonal variation in antioxidants of *Polygonum viviparum* and its relation to solar radiation in alpine meadow (高寒草甸珠芽蓼抗氧化物质含量的季节变化与太阳辐射的关系) [J]. *Acta Bot -Occident Sin (西北植物学报)*, **20**(2): 201-205.