

盐胁迫对大米草幼苗某些生理指标的影响

秦丽凤^{1,2}, 石贵玉^{1*}, 李佳枚¹, 宜丽娜¹

(1. 广西师范大学 生命科学学院, 广西 桂林 541004; 2. 桂林市林业科学研究所, 广西 桂林 541004)

摘要: 研究了大米草幼苗在不同培养盐度(0、20、30、50、100 mmol/L NaCl)下,MDA、游离脯氨酸、可溶性糖、可溶性蛋白质含量以及保护酶(SOD、POD、CAT)活性等生理指标的变化情况。结果表明:保护酶(SOD、POD、CAT)活性在盐胁迫40d前逐渐上升且达显著差异。随着胁迫时间延长,MDA含量与CK相比逐渐降低。随着盐分胁迫浓度的增加及盐胁迫时间延长,大米草叶片中游离脯氨酸、可溶性糖、可溶性蛋白质含量呈上升趋势。在盐胁迫下,渗透调节物质的积累作用是大米草对盐胁迫的主要响应过程,其体内的抗氧化保护酶在此过程中也发挥了重要的作用。

关键词: 大米草; 盐胁迫; 保护酶; 生理指标

中图分类号: Q945.78 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2010)02-0265-04

Effects of salt stress on some physiological characteristics of *Spartina anglica* seedling

QIN Li-Feng^{1,2}, SHI Gui-Yu^{1*}, LI Jia-Mei¹, YI Li-Na¹

(1. College of Life Sciences, Guangxi Normal University, Guilin 541004, China;

2. Forestry Science Institute of Guilin, Guilin 541004, China)

Abstract: Under different salinity conditions(0,20,30,50,100 mmol/L NaCl),variations of some physiological indicators including MDA,free praline,soluble sugar,soluble protein contents and antioxidative enzymes(SOD,POD,CAT)activity of *Spartina anglica* seedlings were investigated. The results were showed as follows;the antioxidative enzymes(SOD,POD,CAT)activity was gradually increasing during the forty days under salt stress and there were significant differences with the prolongation of time salt stress. Compared with ckeck,the MDA contents generally decreased with the prolongation of time salt stress. The free proline,soluble sugar and soluble protein contents in leaves showed an increasing trend with increasing salinity and the prolongation of time salt stress. Accumulation of osmoprotectants was the key response of *S. anglica* salinity stress,and the antioxidative enzymes played important roles in it.

Key words: *Spartina anglica*; salt stress; cell defense enzymes; physiological indicator

大米草(*Spartina anglica*)为禾本科植物,分布于英国南海岸和法国,是以欧洲米草(*S. maritima*)为父本、美洲互花米草为母本的天然杂交种(1860~1870年间造种)(曹豪等,1985)。我国1963年从英国、丹麦和荷兰引进,在江苏及福建海滨试种,用于沿海护堤和改良土样,同时生产饲料和造纸原料(仲

崇信,1983)。然而,大米草在保护我国海岸生态环境中发挥积极作用的同时,由于其繁殖力强、根系发达、草籽可随风四处飘扬,而又缺少天敌,因而在我国南方某些地区过度繁殖。对海岸红树林的更新繁殖、潮间带物种多样性、河道畅通及滩涂养殖业等方面带来许多负面影响(彭少麟等,1999;林如求,

收稿日期:2008-07-22 修回日期:2009-06-16

基金项目:国家自然科学基金(30660036)[Supported by the National Natural Science Foundation of China(30660036)]

作者简介:秦丽凤(1974-),女,广西桂林人,硕士,从事植物生理生态方面的研究。

*通讯作者(Author for correspondence,E-mail:glshigy@163.com)

1997;阮少江,2002)。有些地区一些宜林滩涂已被大米草侵占,部分大米草还迅速侵占了红树林区的边缘地域或林间空隙地,造成了大米草与红树林争夺生存空间的严峻问题。

作为全球性的入侵物种,大米草的生理生态学特性已在国际上广泛开展(Colmer等,1996;Baerischer等,2004;Bergholz等,2001),如何有效管理成为各国近年来研究的焦点之一(Kriwoken & Hedge,2000)。目前我国关于大米草的研究主要集中在大米草促淤造陆、保滩护岸等生态工程效益及综合开发利用方面(曹豪等,1985;仲崇信,1983),而有关大米草的生理生态学特性方面的研究尚不多见。本实验以广西北海滨海滩涂的大米草盆栽幼苗为研究对象,对植物叶的保护酶超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)、过氧化氢酶(CAT)和叶绿素、丙二醛(MDA)、游离脯氨酸、可溶性糖进行了分析,为从生理生态学角度认识大米草种群对滨海潮间带环境的适应机制提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验用材料取自广西北海合浦滨海滩涂。选取长势基本一致,生长健壮,无病虫害的大米草幼苗进行盆栽试验。盆的规格为30 cm×20 cm×26 cm,试验选用洗净的河沙,每盆盛沙5 kg,2007年4月初定植,以1/2 Hoagland营养液浇灌,6月上旬将苗木进行防雨措施保护。

1.2 盐胁迫处理

本试验设立5个盐分浓度,分别为CK(0)、S1(20)、S2(30)、S3(50)、S4(100 mmol/L),每盆种植10株大米草苗,每个处理3次重复。栽培50 d后开始加盐,每7 d加盐1次,每次每盆加1 L NaCl溶液,加盐过程中尽量减少盐分的损失。

1.3 测试指标与方法

盐胁迫10 d后取大米草幼苗叶片对各项生理指标进行测定。MDA含量的测定采用硫代巴比妥酸(TBA)氧化法,SOD活性的测定采用氮蓝四唑(NBT)法,POD活性的测定采用愈创木酚氧化法(郝再彬等,2004),游离脯氨酸含量测定采用茚基水杨酸法,可溶性糖测定采用蒽酮比色法,可溶性蛋白质含量用Folin酚法(李合生,2000)测定,CAT活性的测定采用过氧化氢酶测定试剂盒(可见光)法。

采用Excell软件对数据进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 盐分胁迫对幼苗膜脂过氧化作用的影响

MDA是膜脂过氧化作用的最终产物,是膜系统受伤害的重要标志之一(石贵玉等,2007),MDA积累越多表明组织的保护能力越弱。由图1可知,本实验中各盐浓度处理与CK相比,在盐胁迫初期波动幅度较大,随着胁迫时间的延长,波动幅度逐渐减小。盐胁迫37 d时,S2处理比CK降低了46.88%,达最低值,胁迫至66 d时,各处理波动幅度最小。通过方差分析,大米草叶片MDA含量在盐胁迫时间水平上达显著差异($P < 0.05$),在盐浓度水平上差异不显著($P > 0.05$)。

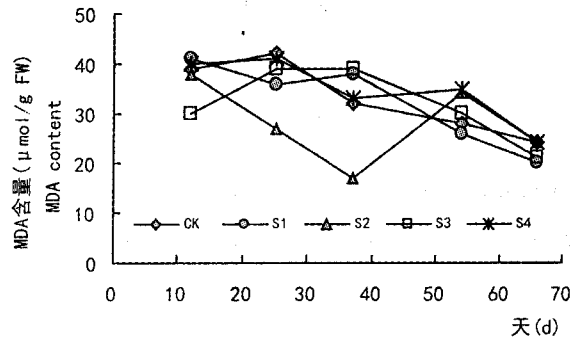


图1 不同盐度下大米草叶片 MDA 含量的变化
Fig.1 Changes of MDA contents of *Spartina anglica* on different salinity conditions

2.2 盐分胁迫对幼苗保护酶活性的影响

2.2.1 对 SOD 活性的影响 SOD 是膜脂过氧化防御系统的主要保护酶,它能催化活性氧发生歧化反应产生无毒分子氧和过氧化氢,从而避免植物遭受伤害(高岩等,1997)。由图2可知在整个试验过程中,随着胁迫时间增加,大米草幼苗叶片中 SOD 的活性都呈先下降后上升的趋势。大米草幼苗在盐胁迫28 d前 SOD 活性下降的幅度较大,说明盐分胁迫不久大米草叶片 SOD 清除膜脂过氧化产物能力大大下降,而胁迫28 d以后 SOD 活性基本趋于稳定,说明大米草对逆境迅速作出调节,已能适应这种盐分胁迫。在盐分胁迫67 d时,S2处理 SOD 活性达到最高值。通过方差分析,大米草叶片 SOD 活性在盐胁迫时间水平上达显著差异($P < 0.05$),在盐浓度水平上差异不显著($P > 0.05$)。

2.2.2 对 POD 活性的影响 POD 也是植物体内保

护酶的一种(高岩等,1997),它能分解植物体内过多的过氧化物。实验表明,在盐分胁迫下,大米草幼苗叶片中 POD 的活性与对照比较,基本呈先下降后上升再下降的趋势;在胁迫 28 d 时,4 种盐胁迫处理的酶活性有一低峰,但 28 d 后酶活性趋向于提高,在胁迫 41 d 时,4 种处理达到最大值,后又缓慢下降(图 3)。实验说明 POD 活性在盐分胁迫下经短期的适应后可被激活,从而适应盐分胁迫的环境。通过方差分析,大米草叶片 POD 活性在盐胁迫时间水平上达显著差异($P < 0.05$),在盐浓度水平上差异不显著($P > 0.05$)。

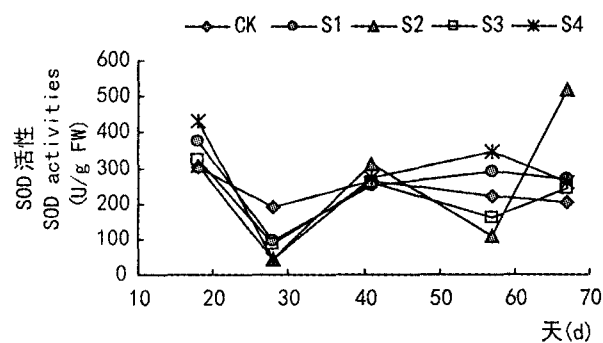


图 2 不同盐度下大米草 SOD 活性的变化
Fig. 2 Changes of SOD activities of *Spartina anglica* on different salinity conditions

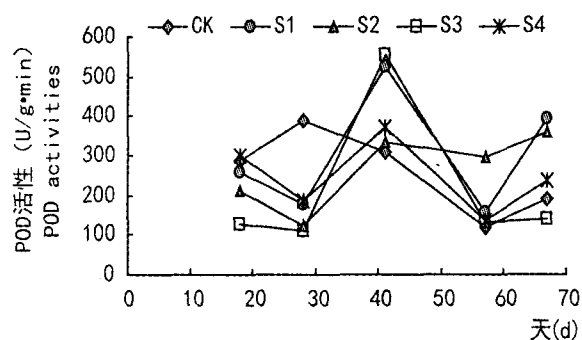


图 3 不同盐度下大米草 POD 活性变化
Fig. 3 Changes of POD activities of *Spartina anglica* on different salinity conditions

2.2.3 对 CAT 活性的影响 CAT 也是植物体内重要的保护酶,它能清除细胞内过多的 H_2O_2 ,使其维持在低水平上,进而保护膜的结构(高岩等,1997)。大米草幼苗叶片中 CAT 的活性随着胁迫时间的增加,表现出先上升再下降的趋势;在胁迫 57 d 时,S1 处理达最大值,在胁迫 67 d 时,S4 处理有最大值(图 4)。通过方差分析,大米草叶片 CAT 活性在盐

胁迫时间水平上达显著差异($P < 0.05$),在盐浓度水平上差异不显著($P > 0.05$)。

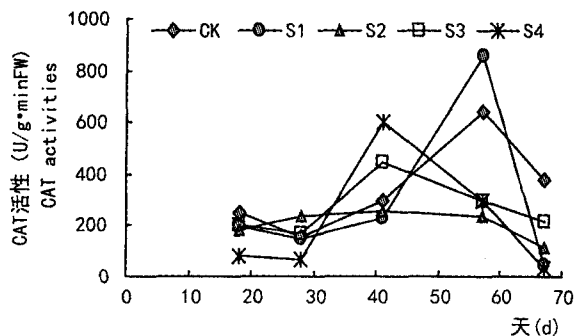


图 4 不同盐度下大米草 CAT 活性变化
Fig. 4 Changes of CAT activities of *Spartina anglica* on different salinity conditions

2.3 盐分胁迫对幼苗游离脯氨酸含量的影响

脯氨酸含量可以作为植物抗盐的一个很好指标,脯氨酸是一种重要的渗透调节剂,叶细胞内脯氨酸含量高,不仅有利于吸水和保水,而且对一些酶类具有保护作用(彭志红等,2002)。随着盐胁迫时间的延长,大米草叶片内游离脯氨酸含量也随之提高,S4 处理升高的幅度最大(图 5)。通过方差分析,大米草叶片游离脯氨酸含量在盐胁迫时间水平上达显著差异($P < 0.05$),在盐浓度水平上差异不显著($P > 0.05$)。

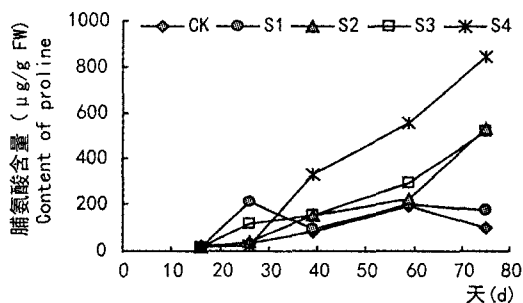


图 5 不同盐度下大米草脯氨酸含量变化
Fig. 5 Changes of proline content of *Spartina anglica* on different salinity conditions

2.4 盐分胁迫对幼苗可溶性糖含量的影响

可溶性糖作为渗透调节物质之一,可延缓盐的胁迫作用(张海燕等,1998)。图 6 表明,随着盐胁迫时间的延长,大米草叶片内可溶性糖含量也随之提高,S3 处理在第 75 d 所测数据急剧降低,原因有待分析。通过方差分析,大米草叶片可溶性糖含量在

盐胁迫时间水平上达显著差异($P < 0.05$),在盐浓度水平上差异不显著($P > 0.05$)。

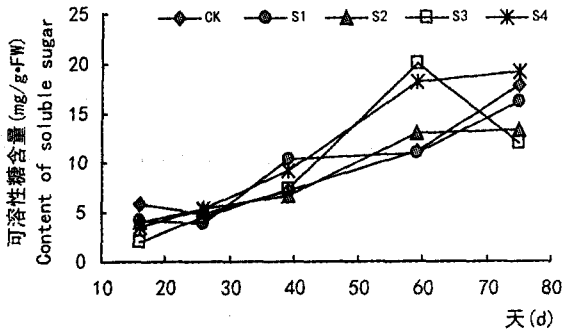


图6 不同盐度下大米草可溶性糖含量的变化
Fig. 6 Changes of soluble sugar content of *Spartina anglica* on different salinity conditions

2.5 盐分胁迫对幼苗可溶性蛋白含量的影响

可溶性蛋白也可起到渗透调节作用,其含量与植物的保水能力有一定的关系(张海燕等,1998)。从图7可看出,随着盐胁迫时间的延长,大米草叶片内可溶性蛋白含量呈先降后升再降,逐渐趋于稳定的趋势。通过方差分析,大米草叶片可溶性蛋白含量在盐浓度水平上达显著差异($P < 0.05$),在盐胁迫时间水平上差异不显著($P > 0.05$)。

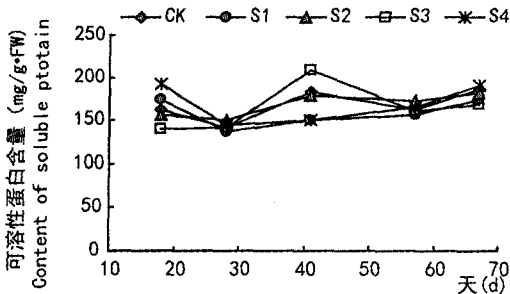


图7 不同盐度下大米草可溶性蛋白质含量的变化
Fig. 7 Changes of soluble protein content of *Spartina anglica* on different salinity conditions

3 讨论

在植物的正常生命过程中,细胞存在着活性氧的产生和清除两个过程。在逆境胁迫时,活性氧产生会增加,其结果一方面诱导有关的保护酶如SOD、POD、CAT等活性升高,消除活性氧对植物的伤害;另一方面可以直接破坏生物大分子,使酶活性

丧失(高岩等,1997)。本实验中,大米草叶片SOD、POD活性在盐胁迫过程中呈先降后升再降趋势,CAT呈先升后降趋势,反映了保护酶在盐胁迫的前期其适应盐胁迫所起的保护作用。

MDA是植物在环境胁迫下膜脂过氧化而产生的一种具有细胞毒性的物质,普遍作为一种伤害指标(彭志红等,2002)。游离脯氨酸是植物体内有效的渗透调节剂,保护蛋白质分子和酶活性,是植物抵抗渗透胁迫的有效方式之一(赵可夫,1993)。可溶性糖在许多盐生植物体内作为渗透调节剂,同时也是合成其它有机溶质的碳架和能量来源,对细胞质膜和原生质胶体有稳定作用,还可在细胞内无机离子浓度高时起保护酶类的作用(张海燕等,1998;赵可夫,2005)。可溶性蛋白也可以起到渗透调节作用。本实验中,MDA含量与CK相比,随着盐胁迫时间延长,波动幅度逐渐减小,在盐胁迫时间水平上差异显著,而渗透调节物质脯氨酸、可溶性糖和可溶性蛋白则表现为后期含量升高的趋势。

实验结果反映了大米草在滨海滩涂和高盐环境等逆境中,体内保护酶SOD、POD、CAT活性和渗透调节物质脯氨酸、可溶性糖和可溶性蛋白(含逆境蛋白)含量能适应盐分胁迫迅速作出调节,从而使细胞膜的氧化伤害减少,利于大米草在滨海滩涂和高盐环境中生长。分析推测,大米草对逆境能迅速在体内做出适应调节,40d前以提高SOD、POD、CAT等活性适应盐分胁迫,后期则以提高渗透调节物质脯氨酸、可溶性糖和可溶性蛋白(含逆境蛋白)含量适应盐分胁迫,这可能是大米草在滨海滩涂和高盐环境等逆境环境中生长良好的因素之一。

参考文献:

- 石贵玉,秦丽凤,陈耕云. 2007. 铬对烟草组培苗生长和某些生理指标的影响[J]. 广西植物, 27(6): 899-902
- 阮少江. 2002. 闽东外来生物入侵的初步研究[J]. 宁德师专学报:自然科学版, 14(3): 196-198
- 李合生. 2000. 植物生理生化试验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社
- 林如求. 1997. 三都湾大米草和互花米草的危害及治理研究[J]. 福建地理, 12(1): 16-19
- 仲崇信. 1983. 大米草的引种和利用[J]. 自然资源, (1): 43-50
- 张海燕,赵可夫. 1998. 盐分和水胁迫对盐地碱蓬幼苗渗透调节效应的研究[J]. 植物学报, 40(1): 56-61
- 郝再彬,苍晶,徐仲. 2004. 植物生理实验[M]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社
- 高岩,张汝民,姚云峰,等. 1997. 盐胁迫对梭梭幼苗体内保护酶(下转第279页 Continue on page 279)

- Hao NB(郝乃斌), Ge QY(戈巧英). 1999. Development and application of plant-based pesticides in China(中国植物源杀虫剂的研制与应用)[J]. *Chin Bull Bot(植物学通报)*, **16**(5):495—503
- Jaenson TGT, Palsson K, Borg-Karlson AK. 2006. Evaluation of extracts and oils of mosquito(Diptera: Culicidae) repellent plants from Sweden and Guinea-Bissau[J]. *J Medical Entomology*, **43**(1):113—119
- Murugan K, Murugan P, Noortheen A. 2007. Larvicidal and repellent potential of *Albizia amara* Boivin and *Ocimum basilicum* Linn against dengue vector, *Aedes aegypti*(Insecta: Diptera: Culicidae)[J]. *Bioresource Tech*, **98**:198—201
- Nathan SS, Savitha G, George DK, et al. 2006. Efficacy of *Melia azedarach* L. extract on the malarial vector *Anopheles stephensi* Liston(Diptera: Culicidae)[J]. *Bioresource Tech*, **97**:1 316—1 323
- Odalo JO, Omolo MO, Malebo H, et al. 2005. Repellency of essential oils of some plants from the Kenyan coast against *Anopheles gambiae*[J]. *Acta Trop*, **95**:210—218
- Peng YH(彭映辉), Chen FF(陈飞飞), Zhang Y(张云), et al. 2007. Research actualities of plants' repellency and toxicity against blood-feeding mosquitoes and suggestions for future studies(植物对吸血蚊虫的驱避毒杀作用研究现状及展望)[J]. *J Central South Univ Fore Tech(中南林业科技大学学报)*, **27**(6):187—192
- Peng YH(彭映辉), Zhang Y(张云), Zeng DQ(曾冬琴), et al. 2009. Bioactivity and chemical composition of essential oil from *Zanthoxylum beecheyanum* var. *alatum* leaves against *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae) (一摸香叶精油对致倦库蚊的生物活性及其成分分析)[J]. *Chin J Appl Ecol(应用生态学报)*, **20**(6):1 488—1 494
- Prabakar K, Jebanesan A. 2004. Larvicidal efficacy of some Cucurbitaceous plant leaf extracts against *Culex quinquefasciatus* (Say)[J]. *Bioresource Tech*, **95**:113—114
- Prajapati V, Tripathi AK, Aygarwal KK, et al. 2005. Insecticidal, repellent and oviposition-deterrent activity of selected essential oils against *Anopheles stephensi*, *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus*[J]. *Bioresource Tech*, **96**:1 749—1 757
- Rajkumar S, Jebanesan A. 2004. Mosquitocidal activities of octacosane from *Moschosma polystachyum* (Lamiaceae)[J]. *J Ethnopharmacol*, **90**:87—89
- Traboulsi AF, Elhaj S, Tueni M, et al. 2005. Repellency and toxicity of aromatic plant extracts against the mosquito *Culex pipiens molestus* (Diptera: Culicidae)[J]. *Pest Management Sci*, **61**:597—604
- Tripathi AK, Prajapati V, Ahmad A, et al. 2004. Piperitenone oxide as toxic, repellent, and reproduction retardant toward malarial vector *Anopheles stephensi* (Diptera: Anophelinae)[J]. *J Med Entomol*, **41**(4):691—698
- Vahitha R, Venkatachalamb MR, Murugan K, et al. 2002. Larvicidal efficacy of *Pavonia zeylanica* and *Acacia ferruginea* against *Culex quinquefasciatus* Say[J]. *Bioresource Tech*, **82**:203—204
- Yang P(杨频), Ma YJ(马雅军), Lian ZM(廉振民). 2004. Fumigating insecticidal activity of 5 essential oils against *Culex pipiens quinquefasciatus* (五种植物精油熏杀致倦库蚊的效果)[J]. *Academic J Second Military Med Univ(第二军医大学学报)*, **25**(10):1 094—1 096
- Zhang Y(张云), Peng YH(彭映辉), Chen FF(陈飞飞), et al. 2009. Bioactivity and components of essential oil from *Zanthoxylum ailanthoides* fructification against two mosquito species(樟叶花椒果实精油对两种蚊虫的生物活性及成分分析)[J]. *Acta Entomol Sin(昆虫学报)*, **52**(9):1 028—1 033
- Zhou T(周天), Guo JX(郭继勋), Han DF(韩德复), et al. 2006. Chemical components of *Artemisi uscoparia* volatile oil and its poison activity to mosquito(黄蒿挥发油对蚊虫的毒杀活性及其化学成分)[J]. *Chin J Appl Ecol(应用生态学报)*, **17**(5):907—910
- 系统活性的影响[J]. 内蒙古大学学报:自然科学版, **28**(2):253—256
- 赵可夫. 1993. 植物抗盐生理[M]. 北京:中国科学出版社
- 赵可夫. 2005. 盐生植物及其对盐渍生境的适应生理[M]. 科学出版社
- 彭志红, 彭克勤, 胡家金等. 2002. 渗透胁迫下植物脯氨酸积累的研究进展[J]. 中国农学通报, **18**(4):80—83
- 曹豪, 卓荣宗. 1985. 启东县海滩大米草群体生态及其生产力的研究:米草研究的进展——22年来的研究成果论文集[C]. 南京:(出版者不详)
- 彭少麟, 向言词. 1999. 植物外来种入侵及其对生态系统的影响[J]. 生态学报, **19**(4):560—568
- Baeriocher MO, Campbell DA, Ireland RJ. 2004. Developmental progression of photosystem II electron transport and CO₂ uptake in *Spartina alterniflora*, a facultative halphyte, in a northern salt marsh[J]. *Canadian J Bot*, **82**:365—375
- Bergholz PW, Bagwell CE, Lovell CR. 2001. Physiological diversity of rhizoplane diazotrophs of the saltmarsh cordgrass, *Spartina patens*; Implications for host specific ecotypes[J]. *Microbial ecology*, **42**:466—473
- Colmer TD, Fan TW-M, Lanchli A, et al. 1996. Interactive effects of salinity, nitrogen and sulphur on the organic solutes in *Spartina alterniflora* leaf blades[J]. *J Experimental Bot*, **47**(296):369—375
- Kriwoken LK, Hedge PH. 2000. Exotic species and estuaries; managing *Spartina anglica* in Tasmania [J]. *Australia Ocean & Coastal Management*, **43**:573—584

(上接第 268 页 Continue from page 268)