

海盐处理对库拉索芦荟生长和品质的影响*

王 强 郑青松 刘兆普[†] 薛延丰 隆小华 陈万隆

(南京农业大学资源与环境科学学院, 南京 210095)

EFFECTS OF SEA SALT STRESSES ON THE GROWTH AND QUALITY
OF *ALOE VERA* SEEDLINGSWang Qiang Zheng Qingsong Liu Zhaopu[†] Xue Yanfeng Long Xiaohua Chen Wanlong

(College of Resources and Environmental Sciences, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

关键词 海盐处理; 芦荟; 生长; 品质

中图分类号 Q945.78 文献标识码 A

我国水资源稀缺, 人均淡水资源正以惊人速度减少, 而咸水、微咸水量则不断增长。但目前这类水资源基本上未得到利用, 浪费严重, 若能加以利用、转化增值将对区域生态经济产生不可估量的效益^[1]。

芦荟(*Aloe*)是百合科(Liliaceae)多年生肉质草本植物, 是集观赏、美容、食用、医药保健于一身的植物。药学者们至今已发现其含有以芦荟素为主的 100 多种有效成分, 未知成分多达数百种有待研究开发^[2]。有研究表明, 芦荟具有一定的耐盐性^[3]。番茄果实品质因盐分的存在而有所提高^[4,5], 而盐度对大白菜的品质有不利的影响^[4]。海水灌溉或者盐处理对芦荟的品质影响如何还鲜有报道^[6]。本试验就不同浓度海盐处理对库拉索芦荟生长以及可溶性糖、可溶性蛋白、游离氨基酸、有机酸总量、总蒽醌和芦荟甙含量的影响进行研究, 以期为沿海滩涂开发提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料与处理

供试芦荟由海南乐东试验基地提供; 海水为山东莱州三山岛海水样, 其基本性状为: pH 8.30, 矿化度 33.33 g L⁻¹, HCO₃⁻ 0.216 cmol kg⁻¹, SO₄²⁻ 8.057

cmol kg⁻¹, Cl⁻ 49.34 cmol kg⁻¹, Ca²⁺ 3.925 cmol kg⁻¹, Mg²⁺ 8.418 cmol kg⁻¹, K⁺ 1.524 cmol kg⁻¹, Na⁺ 41.22 cmol kg⁻¹; 土壤采自江苏大丰王港试验基地, 其基本理化性状为: 含水量 17.6 g kg⁻¹, 含盐量 0.48 g kg⁻¹, 有机质 13.2 g kg⁻¹, 碱解氮 68.8 mg kg⁻¹, 速效磷 4.7 mg kg⁻¹, 速效钾 159.9 mg kg⁻¹。

取长势一致的一年生库拉索芦荟幼苗移栽入下部具孔透气性良好的紫砂盆(30 cm × 40 cm)中, 每盆装有 10 kg 砂质壤土, 施有机肥(鸡粪) 6.7 g kg⁻¹土, KH₂PO₄ 0.087 g kg⁻¹土, 肥料与土壤混匀后一同置于盆中, 同时每盆下设一塑料托盘以防海水漏出。定植库拉索芦荟幼苗后用海淡水比例为 0:10、1:9、2:8、3:7、4:6 和 5:5 的水(以 W₀、W₁、W₂、W₃、W₄和 W₅表示)按土壤最大持水量的 60% 处理一次, 因此时各盆钵土壤含水量基本一致, 处理后土壤含盐量分别为 0.48、1.25、2.01、2.78、3.55 和 4.31 g kg⁻¹(土壤含盐量(g kg⁻¹) = (加入盐量 + 原始土盐量) / 土壤质量 × 1 000), 此后定期用去离子水加入盆钵至土壤最大持水量的 60%, 同时将清洗托盘水一起加入盆钵内, 以保证没有盐分流失。试验处理 90 d 采样测定各项指标。每处理重复 5 次。

1.2 测定方法

1.2.1 叶片生长速率的测定 叶长用 LOCA 204

* 国家 863 节水农业重大专项计划(2004AA2Z4091)、国家 863 海洋生物技术计划(2003AA627040)和南京农业大学 SRT 项目(0607B21)资助

[†] 通讯作者, Tel: 025-84396678; Fax: 025-84396678; E-mail: sea@njau.edu.cn

作者简介: 王 强(1983~), 男, 安徽宣城人, 硕士研究生, 主要从事植物耐盐生理生态研究。E-mail: wq831016@tom.com

收稿日期: 2006-11-07; 收到修改稿日期: 2007-03-19

型钢尺测量; 叶宽(距基部 5 cm 处)和叶片厚度(距基部 5 cm 处)用 TRICLE 型游标卡尺测量; 以露出土面幼苗为一个萌蘖。

叶片生长速率(mm d^{-1}) = (处理后指标- 处理前指标) / 处理天数(指标分别代表叶长、叶宽和叶厚)

1.2.2 植株干重测定 将芦荟整株取出后用自来水洗净, 去离子水冲洗干净并用吸水纸吸干水分测定地上部及地下部鲜重。烘箱 110℃杀青 10 min 后于 75℃烘箱烘至恒重, 称重。

叶片干重含水量($\%$) = [(鲜重- 干重) / 干重] $\times$ 100

1.2.3 可溶性糖、可溶性蛋白、有机酸总量的测定 可溶性糖含量测定参照李合生等^[7]方法; 可溶性蛋白含量测定参照 Bradford^[8]方法; 有机酸总量测定参照 Pochenuke^[9]方法。

1.2.4 总蒽醌、芦荟甙、各有机酸含量的测定

总蒽醌含量测定参照郭澄等^[10]方法; 芦荟甙含量测定参照陈金东等^[11]方法; 有机酸测定采用国家标准方法^[12]。

2 结果与分析

2.1 海盐处理对芦荟生长的影响

由表 1 可知, 所有处理下, 最大叶长和叶片数净增量差异均未达显著水平。W₁和 W₂处理下的萌蘖数净增量与对照(W₀)没有显著差异, 随着盐度的增加, 萌蘖数净增量极显著下降。在海盐处理下叶片生长速率影响较大。随着海盐盐度的增加, 以叶长、叶宽、叶厚的增加来表示的叶片生长速率均逐渐显著下降, 其中盐度对叶厚的抑制最大, 其次为叶宽, 而对叶长的抑制较小。

表 1 不同海盐处理对芦荟最大叶长、叶片数净增量和叶片生长速率的影响

处理代号	最大叶长(cm)	叶片数净增量 (片株 ⁻¹)	萌蘖数净增量 (个株 ⁻¹)	叶片伸长速率(mm d^{-1})		
				叶长	叶宽	叶厚
W ₀	37.9aA	2.00aA	5.75aA	2.55aAB	0.82aA	0.24aA
W ₁	37.3aA	2.00aA	5.75aA	2.86aA	0.54bB	0.14bB
W ₂	35.9aA	2.00aA	4.00aB	2.38aAB	0.29cC	0.03cC
W ₃	32.6aA	1.50aA	1.25bC	1.28bB	0.19dD	0.03cC
W ₄	32.9aA	1.00aA	0.00bC	1.16bB	0.16dD	0.02dD
W ₅	32.5aA	0.88aA	0.00bC	1.17bB	0.14dD	0.01dD

注: 同列不同小写字母表示 5% 水平差异显著, 不同大写字母表示 1% 水平差异显著

芦荟的干鲜重是芦荟产量的主要指标。由图 1A 可知, 地上部鲜重随着海盐浓度的增加均显著降低, 干重随着海盐浓度的增加逐渐显著下降, 但降低幅度不如鲜重明显(图 1B)。库拉索芦荟地上部干

重含水量在 W₁、W₂处理下与对照没有显著差异, 随处理强度的增加(W₃、W₄和 W₅), 含水量极显著下降(图 1C)。

地下部鲜重(图 1A)和干重(图 1B)在 W₁和 W₂

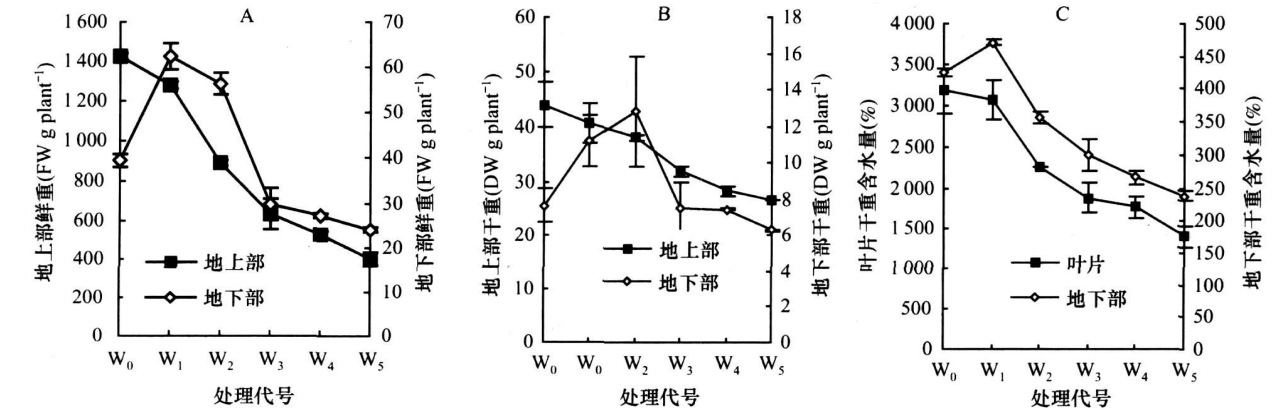


图 1 不同浓度海盐处理对芦荟鲜重(A)、干重(B)和含水量(C)的影响

处理下均较对照显著增加,但随着海水浓度的进一步加大,地下部鲜重逐渐显著下降,而地下部干重一直变化不显著。地下部干重含水量(图 1C)在 W_1 处理下与对照差异不显著,在 W_2 处理下显著下降,在更高盐度(W_3 、 W_4 和 W_5) 下则极显著低于对照(图 2)。

2.2 海盐处理对芦荟品质的影响

由图 2 可知,芦荟幼叶和功能叶中可溶性糖、可溶性蛋白含量明显高于老叶(图 2A,图 2B),老叶中游离氨基酸含量明显高于幼叶和功能叶(图 2C),而有机酸含量不同叶位差异不显著(图 2D)。

随着海盐浓度的增加,幼叶、功能叶和老叶中可溶性糖含量、幼叶中可溶性蛋白含量均呈逐渐显著

上升趋势(图 2A,图 2B),而 $W_1(1.25\text{ g kg}^{-1})$ 处理下功能叶中可溶性蛋白含量显著下降,随着盐度的增加,功能叶中可溶性蛋白含量逐渐显著增加,老叶中可溶性蛋白含量随盐度增加有上升趋势,但差异不显著(图 2A)。 W_1 处理下,幼叶、功能叶中有机酸含量显著下降,但随着盐度增加,有机酸含量呈逐渐显著上升,至高盐(W_5) 处理下,有机酸含量显著降低(图 2D),海盐胁迫对不同叶位的氨基酸含量均没有显著影响(图 2C)。

随着海盐浓度的增加,幼叶、功能叶中总蒽醌和芦荟甙含量均呈上升趋势,但均未达到显著水平(图 2E,图 2F);老叶中总蒽醌、芦荟甙含量与对照差异均不显著(图 2E,图 2F)。

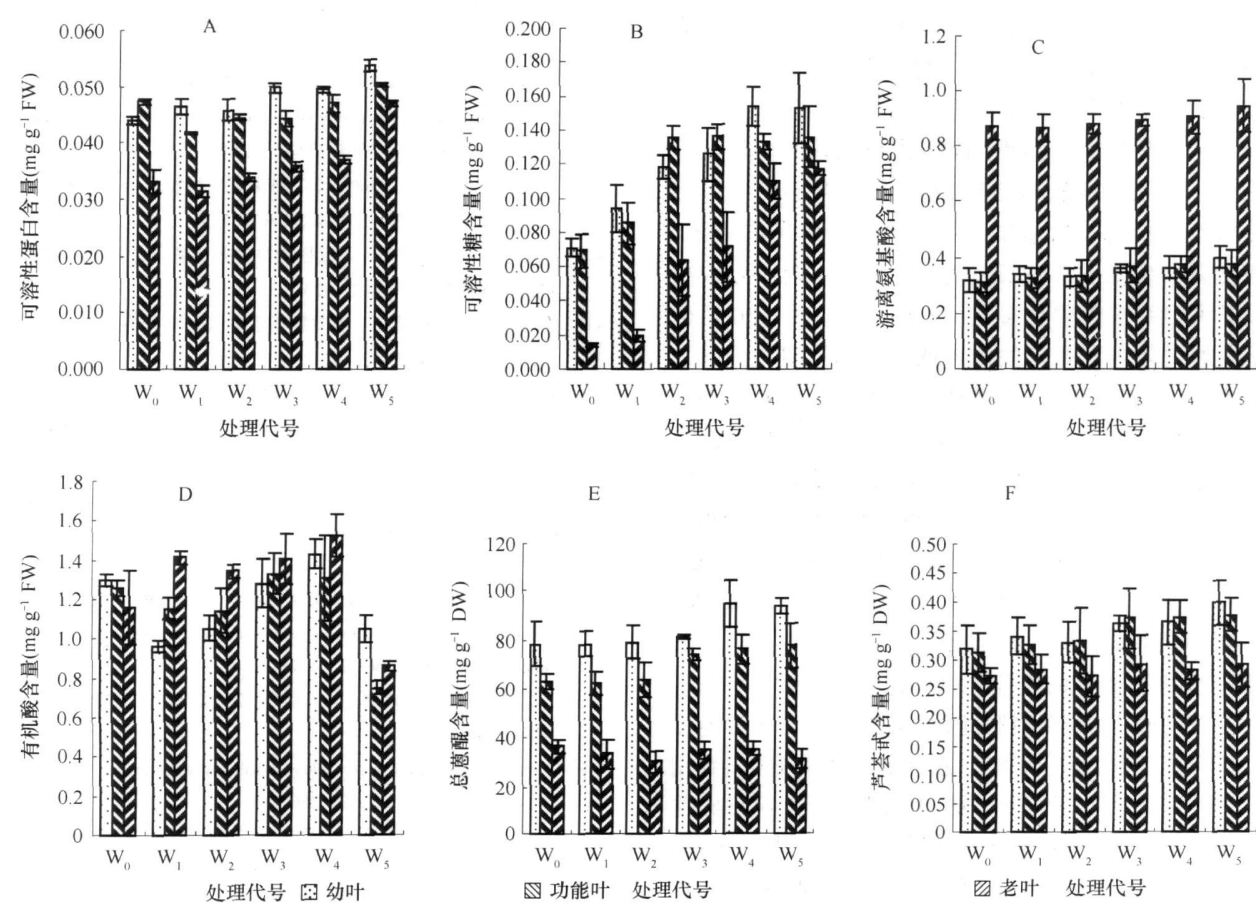


图 2 不同浓度海盐处理对芦荟不同叶位可溶性蛋白(A)、可溶性糖(B)、游离氨基酸(C)、有机酸(D)、总蒽醌(E)和芦荟甙(F)含量的影响

3 讨 论

海水以前被认为是不能用来灌溉作物的,但过

去 20 多年国内外的试验研究表明,海水灌溉这一农业实践是可行的^[3, 13, 14]。由于海水中含有较高浓度的盐分,利用海水浇灌植物易导致植物盐害。盐胁迫对植物的伤害主要表现在渗透胁迫、营养缺乏

胁迫、离子毒害和生理代谢紊乱等方面^[15]。但由于海水中还含有多种营养离子成分,所以表现出海盐胁迫的复杂性。

作为产量的主要指标,地上部干鲜重在不同浓度的海水浇灌下均有所下降(图 1A,图 1B),随着海水浓度的增加,其地上部含水量也逐渐显著下降。而合适的海水浓度处理下芦荟的地下部生物量和含水量反而有所增加(图 1),表现出较地上部更强的适应性^[16]。这一适应性具有很明显的生理意义:耐盐、抗旱植物尤其是旱生植物如芦荟等为了适应面临的低渗透势环境、维持一定的生理代谢会通过扩大地下部的生物量来尽量吸收更多的水分和养分,从而在胁迫解除后,为植株快速的恢复生长创造一个良好的基础^[16]。这与邵晶等^[17]的研究结果相似。旱生植物的这一适应性是有限度的,随着海水胁迫的进一步加剧,地下部生物量也显著下降,但是仍然表现出强于地上部的适应性(图 1)。

芦荟是典型的多年生肉质化旱生植物,其显著的特点就是抗渗透胁迫能力强^[18]。当土壤中可溶性盐的含量过高时,造成植物吸收水分和养分困难,植物为了维持正常生长发育和生存,一方面可以通过扩大根系来吸收更多的水分和养分,另一方面也可以通过体内积累相关的渗透调节物质以降低叶片细胞内的渗透势来适应此类环境胁迫,其中可溶性糖、可溶性蛋白、游离氨基酸和有机酸就是几种重要的渗透调节物质。根据本试验的研究结果可知,各叶位可溶性糖含量均随着海水浓度的增加有所增大(图 2),随海盐处理强度的增加,幼叶、功能叶中的有机酸含量均逐渐显著增加。只有达到最高浓度的 W₅时,有机酸含量才显著降低。叶中游离氨基酸和可溶性蛋白含量差异不大。蒽醌和芦荟甙是芦荟的主要功效成份,具有润肠通便、增加细胞及体液免疫功能和抗辐射损伤等作用,在保健方面有开发、利用的广阔前景^[2,6]。在海盐胁迫下,蒽醌和芦荟甙并没有显著的变化,故而海水处理对芦荟蒽醌类方面的品质基本没有影响。另外,海水胁迫基本没有改变这些物质在叶片不同叶位中的分布规律。海盐处理对芦荟的产量与品质效应的全面研究仍有待于深入探讨。

参 考 文 献

- [1] 黄强,李生秀,宋郁东. 咸水灌溉沙地的水盐运移规律. 土壤学报, 2003, 40(4): 547~ 553
- [2] 熊佑清,姚利. 芦荟. 北京: 中国农业大学出版社, 1998. 1~ 13
- [3] 郑青松,刘兆普,刘友良,等. 盐和水分胁迫对海蓬子、芦荟和向日葵幼苗生长和离子吸收分配的效应. 南京农业大学学报, 2003, 27(2): 16~ 20
- [4] Mizrahi Y, Pastemak D. Effect of salinity on quality of various agricultural crops. Plant and Soil, 1985, 89: 301~ 307
- [5] Mizrahi Y. Effect of salinity on tomato fruit ripening. Plant Physiology, 1982, 69: 966~ 970
- [6] Paez A, Gebre G M, Gonzalez M E, et al. Growth, soluble carbohydrates, and aloin concentration of *Aloe vera* plants exposed to three irradiance levels. Environ. Exp. Bot., 2000, 44: 133~ 139
- [7] 李合生,等. 植物生理生化实验原理和技术. 北京: 高等教育出版社, 2000. 195~ 197
- [8] Bradford M M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein using the principle of protein-dye binding. Ann. Biochem., 1976, 72: 248~ 254
- [9] Pochenuke X H 著. 荆家海,丁钟荣译. 植物生物化学分析方法. 北京: 科学出版社, 1981. 264~ 267
- [10] 郭澄,张纯,邵元福. 大黄蒽醌类成分含量测定方法的探讨. 时珍国药研究, 1998(3): 223
- [11] 陈金东,李蔚,李素云. 高效液相色谱法测定芦荟胶囊中的芦荟甙. 色谱, 2002(20): 367~ 368
- [12] 中华人民共和国卫生部中国国家标准化管理委员会. 中华人民共和国国家标准 GB/T5009. 157-2003. 食品中有机的测定
- [13] Hamdy A, Abdel-Dayem S, Abr-zeid M. Saline water management for optimum crop production. Agricultural Water Management, 1993, 24: 189~ 203
- [14] Qadir M, Ghafoor A, Mortaza G. Use of saline sodic water through phytoremediation of calcareous saline sodic soils. Agricultural Water Management, 2001, 50: 229~ 241
- [15] 武维华,张蜀秋,袁明,等. 植物生理学. 北京: 科学出版社, 2003. 448~ 449
- [16] Munns R. Comparative physiology of salt and water stress. Plant Cell Environment, 2002, 25: 239~ 250
- [17] 邵晶,刘玲,刘兆普,等. 磷对海水抑制芦荟幼苗生长的缓解效应. 中国农业科学, 2005, 38(4): 843~ 848
- [18] 郑青松,刘玲,刘友良,等. 盐分和水胁迫对芦荟幼苗渗透调节和渗透物质积累的影响. 植物生理与分子生物学报, 2003, 29(6): 585 ~ 588