

库拉索芦荟幼苗对海水胁迫的响应

王强, 刘兆普*, 陈浩, 隆小华, 郑青松

南京农业大学资源与环境科学学院, 南京 210095

本文探讨库拉索芦荟(*Aloe vera*)对海水胁迫的响应, 以研究海水灌溉芦荟的可行性。采自海南省乐东试验基地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 10 kg 的砂性壤土, 土壤中含水量 17.6 g·kg⁻¹ (土)、含盐量 0.48 g·kg⁻¹ (土)、有机质 13.2 g·kg⁻¹ (土)、碱解氮 68.8 g·kg⁻¹ (土)、速效磷 4.7×10⁻³ g·kg⁻¹ (土)和速效钾 159.9 g·kg⁻¹ (土), 施 6.7 g·kg⁻¹ (土)有机肥(鸡粪)和 0.087 g·kg⁻¹ (土) KH₂PO₄, 每盆下设 1 个塑料托盘以防海水漏出。定植后用海淡水比例(海水中各离子含量分别为 15.3 mmol·L⁻¹ K⁺、412.2 mmol·L⁻¹ Na⁺、19.6 mmol·L⁻¹ Ca²⁺、42.8 mmol·L⁻¹ Mg²⁺、493.4 mmol·L⁻¹ Cl⁻、40.3 mmol·L⁻¹ SO₄²⁻ 和 2.2 mmol·L⁻¹ HCO₃⁻)为 0:10、1:9、2:8、3:7、4:6 和 5:5 的水按土壤最大持水量的 60% 浇灌 1 次, 各盆钵土壤含水量基本一致。浇灌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, 此后定期测定盆内土壤含水量, 用 60% 土壤最大持水量的去离子水浇灌幼苗, 同时清洗托盘合并入盆内, 以防止盐分流失。每处理重复 5 次, 实验处理 90 d 时采样测定各项指标。

测定干重时取出整株芦荟用自来水洗净, 再以去离子水冲洗干净后, 用吸水纸吸干水分, 测定地上部和地下部鲜重。于 110 ℃ 烘箱中杀青 10 min 后, 放入 75 ℃ 烘箱中烘至恒重, 称重。按含水量(%)=(鲜重-干重)/干重×100 计算。根系活力测定采用李合生等(2000)书中方法; 叶绿素含量测定参照 Wellbure (1994)的方法; 相对电导率参照 Lutts 等(1996)文中方法测定; 丙二醛(malondialdehyde, MDA)含量测定参照 Buege 和 Aust (1978)方法; 可溶性糖含量测定参照李合生等(2000)书中方法; 可溶性蛋白含量测定参考 Bradford (1976)方法; 有机酸含量测定参照波钦诺克

(1981)书中的方法。得到以下结果(表 1)。

1. 芦荟的地上部鲜重、干重和含水量随着海水比例的增加而减少, 而合适浓度(10%~20%)海水处理的芦荟地下部鲜重和含水量反而有所增加, 但在高浓度(30%~50%)的海水胁迫下的地下部生物量下降也严重, 这与邵晶等(2005)的结果一致。

2. 海水胁迫下芦荟根系活力下降, 海水浓度比例越大, 下降程度也越大。

3. 在海水胁迫下芦荟叶片中叶绿素的含量有所下降, 但低海水浓度下的叶绿素下降幅度不很大; 只有海水浓度达到 40% 时下降才达到极显著水平。说明芦荟具有一定的耐盐能力。

4. 在海水胁迫下芦荟叶片的相对电导率上升, 和生物量相似的是, 在低海水浓度下其下降不明显, 当海水浓度达到 20% 时差异才显著。MDA 含量则先下降后上升。

5. 芦荟幼叶和功能叶中可溶性糖和可溶性蛋白含量高于老叶, 而有机酸含量与老叶的差异不显著。随着海水浓度的增加, 各叶位叶中可溶性糖含量均呈上升趋势。可溶性蛋白含量除功能叶外, 都随着海水浓度的增加而增加。在浓度 50% 海水胁迫下, 功能叶和老叶中的有机酸含量严重下降; 幼叶中有机酸含量对海水胁迫的响应规律性不很明显。

收稿 2007-02-05 修定 2007-04-13

资助 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)。

致谢 中国农业大学生物学院张蜀秋先生对本实验给予帮助。

* 通讯作者(E-mail: sea@njau.edu.cn; Tel/Fax: 025-84396678)。

表1 海水处理对芦荟相关指标的影响

海水浓度 / %	地上部			地下部			根系活力 / $\times 10^2 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$	叶绿素 / $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ (FW)	叶片相对电导率 / %	MDA 含量 / $\times 10^2 \mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1}$ (FW)
	鲜重 / $\text{kg} \cdot \text{株}^{-1}$	干重 / $\text{g} \cdot \text{株}^{-1}$	含水量 / $\times 10^3 \%$	鲜重 / $\text{kg} \cdot \text{株}^{-1}$	干重 / $\text{g} \cdot \text{株}^{-1}$	含水量 / $\times 10^2 \%$				
0	1.43 ^{Aa}	43.89 ^{Aa}	3.15 ^{Aa}	39.47 ^{Bb}	7.69 ^{Aa}	4.13 ^{ABa}	2.55 ^{Aa}	7.73 ^{Aa}	12.76 ^{Bc}	8.24 ^{ABbc}
10	1.28 ^{Aa}	40.56 ^{ABab}	3.05 ^{Aa}	62.41 ^{Aa}	11.20 ^{ABab}	4.57 ^{Aa}	2.47 ^{ABab}	7.28 ^{ABa}	22.31 ^{Bb}	6.05 ^{Bc}
20	0.89 ^{Bb}	37.92 ^{ABab}	2.24 ^{ABb}	56.32 ^{Aa}	12.82 ^{Aa}	3.39 ^{BCb}	2.42 ^{ABab}	7.27 ^{ABa}	55.50 ^{Aa}	6.32 ^{Bc}
30	0.63 ^{Cc}	31.86 ^{ABbc}	1.88 ^{Bbc}	29.83 ^{BCc}	7.56 ^{ABab}	2.95 ^{CDc}	2.02 ^{ABbc}	6.71 ^{ABab}	55.61 ^{Aa}	12.92 ^{ABab}
40	0.52 ^{Ccd}	28.21 ^{ABc}	1.76 ^{Bbc}	27.31 ^{BCc}	7.48 ^{ABab}	2.65 ^{Dcd}	1.86 ^{Bc}	5.61 ^{Bbc}	56.70 ^{Aa}	14.04 ^{ABa}
50	0.40 ^{Cd}	26.58 ^{Bc}	1.40 ^{Bc}	22.16 ^{Cc}	6.31 ^{Ab}	2.51 ^{Dd}	1.03 ^{Cd}	5.31 ^{Bc}	59.35 ^{Aa}	16.11 ^{Aa}

海水浓度 / %	幼叶			功能叶			老叶		
	可溶性糖 / $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ (FW)	可溶性蛋白 / $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ (FW)	有机酸 / % (DW)	可溶性糖 / $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ (FW)	可溶性蛋白 / $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ (FW)	有机酸 / % (DW)	可溶性糖 / $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ (FW)	可溶性蛋白 / $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ (FW)	有机酸 / % (DW)
0	70.79 ^{Cd}	0.438 ^{Cd}	0.130 ^{ABa}	69.10 ^{Bb}	0.473 ^{ABb}	0.126 ^{Aa}	13.69 ^{Cc}	0.330 ^{BCd}	0.116 ^{ABb}
10	93.15 ^{BCcd}	0.465 ^{BCcd}	0.097 ^{Cb}	85.38 ^{Bb}	0.416 ^{Cd}	0.116 ^{Aa}	19.53 ^{BCc}	0.313 ^{Cd}	0.146 ^{Aab}
20	118.19 ^{ABCbc}	0.458 ^{BCd}	0.106 ^{BCb}	135.27 ^{Aa}	0.444 ^{BCc}	0.114 ^{Aa}	63.07 ^{ABCb}	0.339 ^{BCcd}	0.135 ^{Aab}
30	125.91 ^{ABabc}	0.498 ^{ABb}	0.128 ^{ABa}	136.31 ^{Aa}	0.444 ^{BCc}	0.133 ^{Aa}	71.32 ^{ABb}	0.358 ^{Bbc}	0.141 ^{Aab}
40	153.82 ^{Aa}	0.495 ^{ABbc}	0.143 ^{Aa}	133.16 ^{Aa}	0.469 ^{Bb}	0.131 ^{Aa}	109.63 ^{Aa}	0.368 ^{Bb}	0.152 ^{Aa}
50	152.70 ^{Aab}	0.537 ^{Aa}	0.105 ^{BCb}	135.75 ^{Aa}	0.502 ^{Aa}	0.075 ^{Bb}	116.95 ^{aA}	0.469 ^{Aa}	0.086 ^{Cb}

表中数据为平均值 \pm 标准差。同一列不同大写字母表示 1% 水平差异显著性, 小写字母表示 5% 水平差异显著性。

参考文献

- 李合生, 孙群, 赵世杰, 章文华(2000). 植物生理生化实验原理和技术. 北京: 高等教育出版社, 119~120, 195~197
- 邵晶, 刘玲, 刘兆普, 郑青松, 宁建凤(2005). 磷对海水抑制芦荟幼苗生长的缓解效应. 中国农业科学, 38 (4): 843~848
- 波钦诺克 XH (1981). 荆家海, 丁钟荣译. 植物生物化学分析方法. 北京: 科学出版社, 264~267
- Bradford MM (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein using the

- principle of proteindye binding. Ann Biochem, 72: 248~254
- Buege JA, Aust SD (1978). Microsomal lipid peroxidation. Methods Enzymol, 52: 302~310
- Lutts S, Kinet JM, Bouharmont J (1996). NaCl-induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. Ann Bot, 78: 389~398
- Wellburn AR (1994). The spectral determination of chlorophylls a and b, as well as total carotenoids using various solvents with spectrophotometers of different resolution. J Plant Physiol, 144: 307~313