

施磷对海水灌溉下一年生芦荟氮磷吸收
及糖分积累的影响^{*}

邵 晶 刘 玲 刘兆普[†] 宁建凤 郑青松
(南京农业大学资源与环境科学学院, 南京 210095)

EFFECTS OF P APPLICATION ON N AND P ABSORPTION AND SUGAR
ACCUMULATION BY 1-YEAR-OLD *ALOE VERA* IRRIGATED WITH SEAWATER

Shao Jing Liu Ling Liu Zhaopu[†] Ning Jianfeng Zheng Qingsong
(College of Resources and Environmental Sciences, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

关键词 磷; 海水胁迫; 芦荟; 营养; 芦荟多糖
中图分类号 Q945.78 文献标识码 A

在对大田海水灌溉试验的基础上^[1-2], 进行海水灌溉下的肥料试验。库拉索芦荟 (*Aloe vera*) 是一种 CAM 光合碳同化途径的多年生旱生经济植物, 具有一定的耐盐性^[3-4]。在国外, 芦荟研究的成果被广泛应用在医药、保健、食品等行业, 已形成一大产业。最近的研究报告表明, 与其他植物一样, 盐分胁迫造成芦荟体内盐分积累、营养元素缺失, 破坏了离子平衡, 通过施用磷肥增加植株含磷量能够提高植物耐盐性^[5]。因此, 作者以一年生库拉索芦荟为材料, 研究了海水胁迫下磷对其营养状况和糖分积累的影响, 以期为沿海滩涂和滨海地区发展海水农业、合理施用磷肥提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料及试验处理

选取大小、生长一致的六叶龄库拉索芦荟 (*A. vera*) 幼苗移栽于中型米氏盆中, 各盆加入 8 kg 的栽

培介质。以海水与淡水比例为 0(淡水)和 30% 的水灌溉; 磷肥设 4 个水平: P_2O_5 为 0 30 90 150 $mg\ kg^{-1}$, 分别以 P_1 P_2 P_3 P_4 表示; 所有处理均施氮 92 $mg\ kg^{-1}$ 、 K_2O 98 $mg\ kg^{-1}$ 、干鸡粪 3.75 $g\ kg^{-1}$ 。采用 2×4 完全设计, 8 个处理分别为 C_1 (淡水 P_1)、 C_2 (淡水 P_2)、 C_3 (淡水 P_3)、 C_4 (淡水 P_4)、 S_1 (海水 P_1)、 S_2 (海水 P_2)、 S_3 (海水 P_3)、 S_4 (海水 P_4)。干鸡粪和磷肥以基肥方式施入, 其余化肥在移栽缓苗 30 d 后结合灌水方式以追肥方式施入。每处理重复 7 次, 每处理随机取 3 盆埋设张力计用来指导浇水, 张力计埋深均为 15 cm。土壤水势隔天用 TensiCheck 测定一次, 当所测数值低于 -160 kPa 时进行浇水。浇水至 -80 kPa 为止。处理 12 个月采样, 供分析使用。

海水为山东莱州三山岛海水样, 其性质见表 1。供试土壤基本理化性质见表 2。干鸡粪水分和养分含量见表 3。

表 1 供试海水主要离子含量 ($mmol\ L^{-1}$)

样品	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	Na^+
海水	2.2	40.3	493.4	19.6	42.8	15.3	412.2

^{*} 国家支撑项目计划 (2006BAD09A04 2006BAD09A08) 资助
[†] 通讯作者, Tel 025- 84396678 E-mail sea@njau.edu.cn
作者简介: 邵 晶 (1979~), 女, 汉族, 山东济宁人, 硕士研究生, 现在山东省济宁市质量技术监督局工作
收稿日期: 2006- 11- 28; 收到修改稿日期: 2007- 04- 02

表 2 供试土壤基本理化性状

样品	含水量 (g kg ⁻¹)	含盐量 (g kg ⁻¹)	有机质 (g kg ⁻¹)	碱解氮 (mg kg ⁻¹)	有效磷 (mg kg ⁻¹)	速效钾 (mg kg ⁻¹)
土壤	17. 6	0. 48	13. 2	68. 8	4. 7	159. 9

表 3 干鸡粪水分和养分含量 (g kg⁻¹)

样品	含水量	有机质	全氮	P ₂ O ₅	K ₂ O
干鸡粪	508	237	15. 8	15. 7	8. 8

1. 2 干重和含水量测定

植株鲜样经蒸馏水洗净、滤纸吸干后称鲜重, 110℃杀青 20 min, 70℃烘至恒重称量得干重。本试验中植株含水量以含水量 (占干重%) 计, 按下列公式计算:

含水量 (占干重%) = { (鲜重 - 干重) / 干重 } × 100

1. 3 全氮、全磷和全钾含量测定

取芦荟全叶烘干, 经磨碎、过筛 (50目) 后, 称取一定量, H₂SO₄-H₂O₂消煮后, 用流动分析仪法测定全氮含量; 钼锑抗比色法测全磷含量, 火焰光度计法测全钾含量。

1. 4 芦荟多糖含量和可溶性总糖含量测定

全叶汁的制备: 用小刀沿芦荟叶根部小心切取健壮叶片, 用清水洗净, 揩干外表层水分, 用削皮器切除外表皮层, 用食品加工机搅碎, 200目尼龙网过滤, 真空消泡。称取一定量全叶汁, 采用苯酚硫酸法测定芦荟多糖含量^[6-7]。取芦荟全叶烘干、磨碎、过筛 (50目) 后, 称取一定量采用蒽酮比色法测定可溶性总糖含量。

2 结果与分析

2. 1 施磷对海水灌溉下芦荟植株含水量和干重的影响

30%海水灌溉下, 施磷量在 P₂O₅ 90 mg kg⁻¹ 范围内, 随着施磷量增加, 一年生库拉索芦荟干重显著增加, 而施磷量达 P₂O₅ 150 mg kg⁻¹ 时, 芦荟干重与不施磷肥无显著差异; 淡水灌溉下, 施用磷肥效果不明显, 磷肥用量达到 P₂O₅ 150 mg kg⁻¹ 时, 库拉索芦荟干重反而下降; 低磷水平下, 海水灌溉处理芦荟干重显著低于淡水处理, 当施磷量达到 P₂O₅ 90 mg kg⁻¹ 时, 海水灌溉与淡水灌溉芦荟干重无显著差异 (图 1A)。30%海水灌溉下施磷对一年生芦荟含水量的影响与对干重的影响相同: 施磷量达 P₂O₅ 150 mg kg⁻¹ 时, 芦荟干重、含水量显著降低; 而淡水灌溉下, 施磷对芦荟干重、含水量的影响没有海水灌溉显著, 只是高磷处理芦荟干重、含水量显著低于低磷处理 (图 1B)。

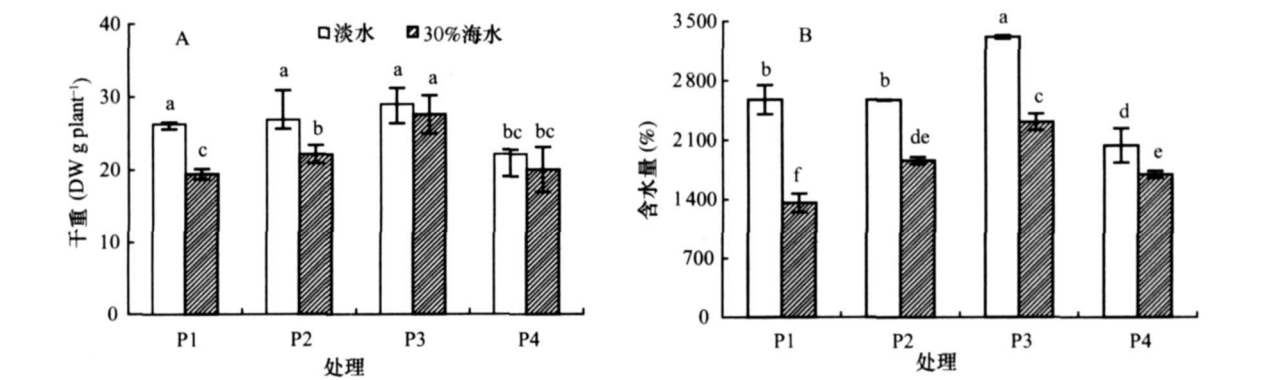


图 1 30%海水胁迫下施磷对芦荟植株干重 (A)和含水量 (B) 的影响

2.2 施磷对海水灌溉下芦荟植株氮含量的影响

30% 海水灌溉低磷处理下一年生芦荟叶片氮含量较淡水灌溉显著降低 (图 2A), 表明 $P_2O_5 \leq 90\text{ mg kg}^{-1}$ 时, 海水灌溉抑制了植株地上部对氮素的吸收、积累; 当施磷量达到 $P_2O_5\ 150\text{ mg kg}^{-1}$ 时, 海水灌溉对一年生库拉索芦荟氮的吸收、积累无显著影

响。海水灌溉下, 随着施磷量的增加, 库拉索芦荟叶片氮含量呈上升趋势, 表明施磷肥达 P_3 水平有助于提高海水胁迫下芦荟叶片氮的含量。施磷对一年生库拉索芦荟根部氮含量的影响如图 2B 所示, 施磷水平对海水胁迫下一年生库拉索芦荟根部氮含量无显著影响, 但其根部氮含量较叶片要低。

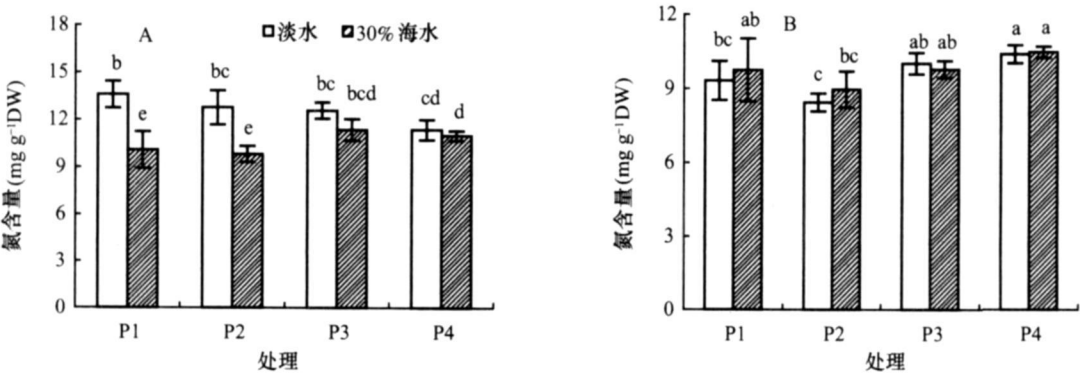


图 2 30% 海水胁迫下施磷对芦荟叶片 (A) 与根 (B) 氮含量的影响

2.3 施磷对海水灌溉下芦荟植株磷含量的影响

30% 海水灌溉低磷水平下 ($P_2O_5 \leq 90\text{ mg kg}^{-1}$) 一年生芦荟叶片磷含量较淡水灌溉显著降低 (图 3A)。当施磷量达 $P_2O_5\ 150\text{ mg kg}^{-1}$ 时, 其叶片中的磷含量与淡水处理没有显著差异; 施磷水平在 P_2O_5

150 mg kg^{-1} 范围内, 海水灌溉处理随着施磷量的增加, 芦荟叶片磷含量呈显著增加趋势。一年生芦荟根部磷含量高于叶片磷含量, 且各处理芦荟根部含磷量无明显差异 (图 3B)。

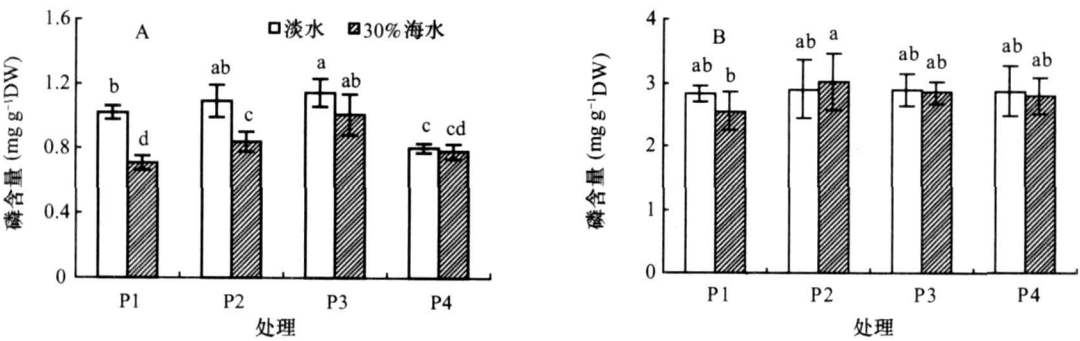


图 3 30% 海水胁迫下施磷对芦荟叶片 (A) 与根 (B) 磷含量的影响

2.4 施磷对海水灌溉下芦荟叶片芦荟多糖和可溶性总糖含量的影响

芦荟多糖是芦荟中重要的活性物质之一, 其含量是衡量芦荟品质的一个重要指标。淡水灌溉下, 施磷量 $P_2O_5 \leq 90\text{ mg kg}^{-1}$ 时, 磷对库拉索叶片多糖含量无显著影响, 当施磷量达 $P_2O_5\ 150\text{ mg kg}^{-1}$ 时, 其叶片多糖含量显著下降。30% 海水灌溉下, 随施

磷量增加, 库拉索芦荟叶片的多糖含量显著增加; 除不施磷处理外, 海水灌溉芦荟叶片中的多糖含量总是高于淡水灌溉 (图 4A)。海水灌溉下, 芦荟叶中可溶性总糖含量随着施磷量增加呈下降趋势, 当施磷量达 $P_2O_5\ 150\text{ mg kg}^{-1}$ 时, 其叶片可溶性总糖含量又急剧上升 (图 4B)。

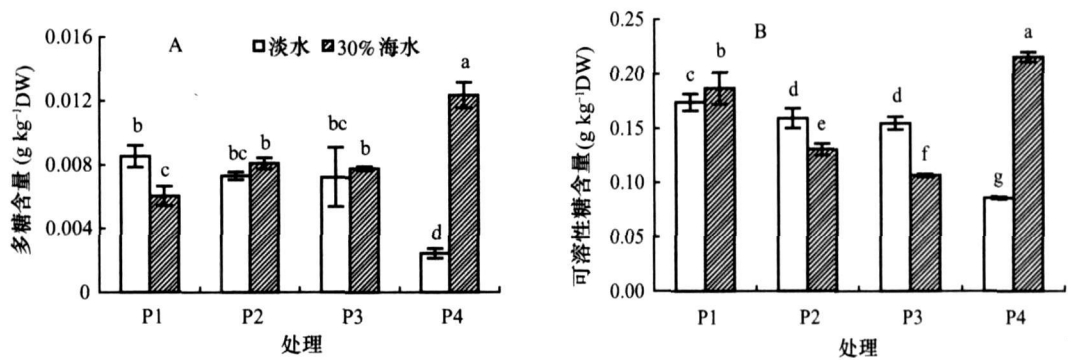


图 4 30% 海水胁迫下施磷对芦荟叶片芦荟多糖含量 (A)和可溶性总糖含量 (B)的影响

3 结 论

海水灌溉下施磷显著提高库拉索芦荟叶片中的氮、磷含量, 促进氮、磷由根部向地上部的转移, 以缓解盐胁迫导致植株的营养亏缺^[8]。30% 海水灌溉下, 低磷下库拉索芦荟含水量显著低于淡水处理, 而随着施磷量的增加, 芦荟含水量显著增加; 施磷量为 P_2O_5 90 mg kg⁻¹时, 无论是淡水灌溉, 还是 30% 海水灌溉, 芦荟干重达到最大, 且淡水处理与 30% 海水处理间芦荟干重没有差异, 而该处理水平芦荟含水量分别为 3 313% (淡水) 与 2 312% (30% 海水), 含水量下降至 2 032% 时, 芦荟干重又迅速下降。

海水胁迫下, 施磷量为 P_2O_5 90 mg kg⁻¹时, 可促进一年生芦荟对活性物质——芦荟多糖在植株体内的积累。而施磷过多 (P_2O_5 150 mg kg⁻¹), 对芦荟的生长和营养状况产生了不良影响。

参 考 文 献

[1] 赵耕毛, 刘兆普, 陈铭达, 等. 海水养殖废水灌溉条件下

SPAC系统中水盐肥通量研究. 土壤学报, 2006, 43(6): 961~ 965

[2] Zhao G M, Li Z P, Chen M D, et al. Use of saline aquaculture effluent to irrigate a salt tolerant crop (*Helianthus tuberosus* L.) in a coastal semi arid area of China. Pedosphere 2006 16(6): 762~ 769

[3] 刘联, 刘玲, 刘兆普, 等. 南方海涂海水灌溉库拉索芦荟的试验研究. 自然资源学报, 2003, 18(5): 590~ 596

[4] 郑青松, 刘兆普, 刘友良, 等. 等渗的盐分和水胁迫对芦荟幼苗生长和离子分布的效应. 植物生态学报, 2004, 28(6): 823~ 827

[5] 隆小华, 刘兆普, 陈铭达, 等. 半干旱地区海涂海水灌溉菊芋盐肥耦合效应的研究. 土壤学报, 2005 42(1): 91~ 97

[6] 常秀莲, 王长海, 冯咏梅, 等. 4种芦荟的物理性质及多糖含量的测定. 食品与发酵工业, 2003 29(9): 1~ 5

[7] 常秀莲, 王长海, 冯咏梅, 等. 库拉索芦荟凝胶黏度及多糖的热稳定性研究. 精细化工, 2004 21(7): 506~ 509

[8] Gratton SR, Grieve M. Mineral element acquisition and growth response of plants grown in saline environments. Agriculture Ecosystem and Environment 1992 38 275~ 300