

La³⁺对水稻幼根 H⁺跨膜梯度和膜电位的影响*

郑海雷*, 张春光, 赵中秋, 马建华, 李筱泉, 李利

(厦门大学生命科学学院, 福建 厦门 361005)

关键词: 稀土; 水稻; 膜电位; H⁺跨膜梯度

中图分类号: O614.33 文献标识码: A 文章编号: 1000-4343(2002)02-0164-02

稀土有益于植物生长和作物品质,但其作用的机制尚不清楚。一些研究已经证明稀土不能进入到原生质体而只分布在质膜以外^[1]。这意味着质膜可能是稀土生理作用的原初位点。因此,稀土和质膜特征变化的关系十分重要。质膜的重要特征包括膜电位和质子跨膜梯度。膜电位的生理作用是为离子和代谢物的跨膜主动运输提供驱动力^[2]。而跨膜质子梯度除了提供质子驱动力外,在能量和信号转导方面也起着重要的作用^[3]。然而稀土对细胞质膜膜电位和质子跨膜梯度的影响未见有研究。本文揭示稀土对质膜膜电位和质子跨膜梯度的影响。

1 材料和方法

1.1 实验材料 水稻 (*Oryza sativa* cv. Longtezhao)经消毒、吸胀、催芽后排播于尼龙网上,用0, 20, 40, 60, 80, 100 μmol L⁻¹的LaCl₃溶液处理,于室温,光强120 μmol m⁻² s⁻¹,光周期14 h下培养培养1周,幼苗的根用于质膜的纯化。

1.2 实验方法 质膜分离纯化参照 Zheng 等^[4]的方法,用两相分配法纯化质膜。膜电位参照 Rottenberg^[2]和岳才军等^[5]的方法用荧光探针 Safranin O (Sigma)测定。质子跨膜梯度按 Palmgren^[6]和岳才军等^[5]的方法用荧光探针 Acridine Orange (Sigma)测定。

2 结果与讨论

Safranin O 作为膜电位的荧光探针被用来测定水稻幼根的膜电位。膜电位以 Safranin O 相对荧光强度的猝灭值来表示。图 1 给出了不同 La³⁺

浓度对 Safranin O 相对荧光强度猝灭值的影响,即:对膜电位的影响。随着培养液 (CM) 中 La³⁺ 浓度从 0 增加到 60 μmol L⁻¹水稻幼根膜电位从 5% 显著地升高到约 40%,大于 60 μmol L⁻¹以后,膜电位下降。在反应体系 (RM) 中直接用不同 La³⁺ 浓度对来自对照处理 (培养液中的 La³⁺ 为 0 μmol L⁻¹) 幼根的膜微囊进行刺激,其膜电位对反应体系中 La³⁺ 浓度的响应与 CM 类似,只是最适 La³⁺ 浓度变为了 40 μmol L⁻¹。从图 1 也可以看出:在 RM 条件下,低浓度 La³⁺ (0~40 μmol L⁻¹) 刺激下的膜电位要比高浓度 La³⁺ (>60 μmol L⁻¹) 刺激下的膜电位高。与膜电位一样,质子跨膜梯度也与 La³⁺ 密切相关 (图 2)。在低浓度下 (<40 μmol L⁻¹),随着 La³⁺ 浓度的增加,质子跨膜梯度从 10% 升高到 32% (CM),以及从 35% 升高到 72% (RM)。之后在 40~100 μmol L⁻¹ La³⁺ 浓度范围内,两种处理的质子跨膜梯度都随 La³⁺ 浓度的升高而下降。

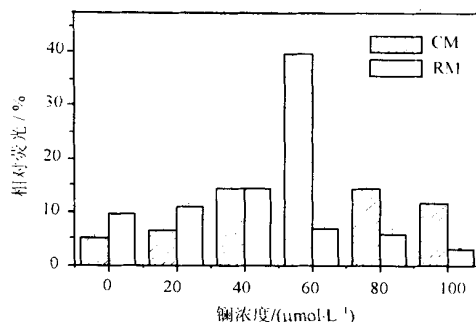


图 1 膜电位对培养体系 (CM) 和反应体系 (RM) 中不同 LaCl₃ 浓度的响应

* 收稿日期: 2002-01-05; 修订日期: 2002-02-05

基金项目: 国家自然科学基金(39970438, 39870630)资助项目; 福建省自然科学基金(C97002)资助项目

作者简介: 郑海雷(1966-), 男, 博士, 教授

* 通讯联系人 (E-mail: zhenghl8@public.xm.fj.cn)

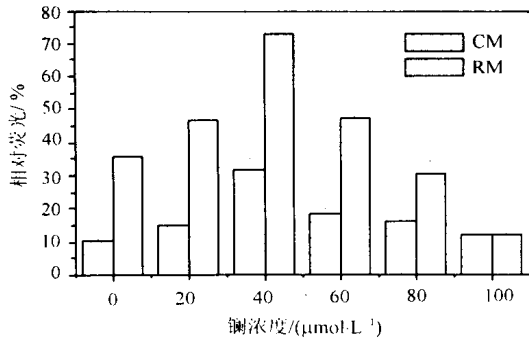


图2 跨膜质子梯度对培养体系(CM)和反应体系(RM)中不同LaCl₃浓度的响应

以上结果表明:适当浓度的La³⁺对膜电位与质子跨膜梯度的产生和维持有利,而过高浓度的La³⁺则相反。膜电位和质子跨膜梯度的作用是为离子和代谢物的跨膜主动运输提供驱动力^[2]以及在能量传递和信号转导中起重要作用^[3]。由于适当浓度的La³⁺对膜电位与质子跨膜梯度的产生和维持有利,因此,这就意味着La³⁺可以影响到水稻幼根矿质营养元素和其他分子的跨膜运输。可见,适当浓度的La³⁺对刺激植物加大吸收钾、钙、镁、锰、锌等元素,从而促进作物生长、增加产量等作用是有分子基础的。

对于膜电位而言,其最适La³⁺浓度从CM条件下的60 $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 下降到了RM条件下的

40 $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。这一结果和两种情况下稀土对水稻幼根质膜ATPase活性等的影响结果十分相似^[4],其原因可能是:在CM条件下,部分La³⁺被植物的细胞壁所束缚。

总之,不同浓度的La³⁺可以影响到水稻幼根质膜膜电位与质子跨膜梯度的产生和维持,并通过此而影响到营养元素和代谢物的跨膜运输甚至植物的生长、发育和品质、产量。

参考文献:

- [1] 高小彦. 研究镧在水稻幼苗组织中分布的冰冻置换法[J]. 植物生理学通讯, 1998, 34(4): 270.
- [2] Rottenberg H. The measurement of membrane potential and pH in cells, organelles, and vesicles [J]. Methods in Enzymology, 1979, (LV): 547.
- [3] Barr R. The possible role of redox-associated protons in growth of plant cells [J]. J Bioenerg. Biomembr., 1991, 23: 443.
- [4] Zheng H L, Zhao Z Q, Zhang C G, et al. Changes in lipid peroxidation, the redox system and ATPase activities in plasma membranes of rice seedling roots caused by lanthanum chloride [J]. Bio. Metals, 2000, 13: 157.
- [5] 岳才军, 陈珈. 以谷胱苷肽为电子供体的质膜氧化还原系统[J]. 植物学报, 1997, 39: 433.
- [6] Palmgren M G. Acridine orange as a probe for measuring pH gradients across membranes: mechanism and limitations [J]. Anal. Biochem., 1991, 192: 316.

Effects of La³⁺ on H⁺ Transmembrane Gradient and Membrane Potential in Rice Seedling Roots

Zheng Hailei*, Zhang Chunguang, Zhao Zhongqiu, Ma Jianhua, Li Xiaoquan, Li Li (School of Life Science, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

Abstract: The effects of LaCl₃ on membrane potential and transmembrane proton gradient for rice (*Oryza sativa*) seedling roots were studied. Highly purified plasma membranes were isolated by aqueous two-phase partitioning method. Both the gradient of transmembrane proton and membrane potential were stimulated by certain low concentration of LaCl₃ and depressed by

high concentration of LaCl₃. The optimal concentration of La³⁺ was around 40 ~ 60 $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ for transmembrane proton gradient and membrane potential. It is suggested that La³⁺ can influence the generations and maintenances of membrane potential and transmembrane proton gradient in rice seedling roots.

Key words: rare earths; rice; membrane potential; transmembrane proton gradient