

盐胁迫下不同水稻基因型根内 Na^+ 和 Cl^- 的分布情况比较^{*}

郑少玲 严小龙

(华南农业大学植物营养研究室, 广州 510642)

摘要 应用 X-射线显微分析技术比较了基本性状相似、但耐盐性显著不同的 3 组共 6 个水稻基因型的根内 Na^+ 和 Cl^- 分布情况。在盐胁迫下, 耐盐基因型根内中柱的 Na^+ 含量稍高于其它部位, 而盐敏感基因型根中的 Na^+ 则在整个横断面上分布得较为均匀, 显示耐盐基因型根的中柱薄壁细胞对 Na^+ 有相对积累作用, 从而控制 Na^+ 向地上部的运转。 Cl^- 在所有基因型的根横断面上分布都较为均匀, 耐盐与盐敏感基因型之间没有明显的差异。

关键词 盐胁迫; Na^+ ; Cl^- ; 水稻; X-射线显微分析

中图分类号 S 511. 210. 1

高等植物的耐盐性包含着聚盐和排盐两个方面。非盐生植物多属于后者, 限制盐分离子进入地上部是取决其耐盐性大小的一个重要方面 (Greenway et al, 1980; Epstein et al, 1987)。限制盐分离子进入地上部的能力既与根系对盐分的选择吸收控制有关, 也决定于盐分从根部向地上部的运转控制。较早的研究表明, 水稻的耐盐性与地上部排盐作用有关, 耐盐基因型的盐分运转率往往低于其对应的盐敏感基因型, 从而导致了盐分在前者根部的相对累积 (严小龙等, 1992; 郑少玲等, 1992)。

一般认为, 植物控制盐分离子向地上部运转的关键部位在根部, 其中离子从中柱薄壁细胞释放到木质部导管是一个关键的控制过程, 植物可以通过在中柱薄壁细胞中的相对累积达到控制盐分向地上部运转的目的 (Läuchli, 1976)。但是关于水稻对盐分离子运输控制的具体部位还未见有报道。本研究应用 X-射线显微分析方法比较了基本性状相似、但耐盐性显著不同的 3 组共 6 个水稻基因型的根内 Na^+ 和 Cl^- 的分布情况, 探讨控制 Na^+ 和 Cl^- 向上运转的具体部位和可能机理, 从而为水稻耐盐性的遗传改良提供理论基础。

1 材料和方法

1.1 材料

选用国际水稻研究所 (IRRI) 提供的 3 组基本性状相似、但耐盐性显著不同的水稻品种 (或品系) 作为供试材料: 1. Pokkali (耐盐品种), Peta (盐敏感品种); 2. Nona Bokra (简称 N. B., 耐盐品种), Mas (盐敏感品种); 3. IR29725-25-22-3-3-3 (简称 IR29725, 中等耐盐品系), IR5 (盐敏感品种)。上述材料的相对耐盐性已经过反复核实 (严小龙等, 1992; 郑少玲等, 1992)。

1995-12-19 收稿

^{*} 国家自然科学基金资助项目

在室内播种, 催芽, 然后置于玻璃室内, 在自然光温条件下进行水培, 获得水稻幼苗。采用的水培营养液是根据国际水稻研究所推荐的常规营养液配方(西北农学院等, 1980)加以改进, 把配方中含有 Na^+ , Cl^- 的盐类分别以 K^+ 和 SO_4^{2-} 的盐类代替。对 5~6 叶期水稻幼苗进行盐处理, 即将水稻移至含 NaCl $50 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的培养液中处理 5 d, 然后取其根部进行制样。

1.2 样品的制作及上机扫描

选取新根若干条, 对齐根尖, 用线束紧后穿入直径约 3 mm 的塑料管内, 然后往塑料管中灌入即将凝固(约 40°C)的质量百分比浓度为 3% 琼脂液, 待琼脂液完全凝固后, 把根连琼脂一起从塑料管中拉出, 放进装有液氮的容器里, 约 1 min 后, 用钳子在离根尖 3 cm~5 cm 处把根—琼脂掰断, 即得到根横断面。把根段置于样品座上, 放于 DW-250 IV 型真空喷镀仪中抽真空, 使之干燥并喷镀上碳膜。

把制好的样品放于 S-550 型扫描电子显微镜上进行形态的观察, 选取横断面形态较完好的根, 用美国 EXAC-2000 型 X-射线能量色散仪在 20 keV, 10^{-9} A 的条件下测定横断面上 Na^+ 和 Cl^- 的相对含量。

2 结果

应用 X-射线显微分析技术获得了 Na^+ 和 Cl^- 在水稻根横断面上各部位相对含量的分布图(图版 I, 图版 II)。从获得的扫描能谱图, 可以看到 Na^+ 和 Cl^- 在不同基因型根中的分布趋势。在 Na^+ 分布方面, 经盐处理后的根, 耐盐基因型 Pokkali 和 N. B. 的中柱内的 Na^+ 含量高于其他部位, 而它们对应的盐敏感基因型 Peta 和 Mas 则在整个根横断面上分布得比较均匀。在第 3 组中, 中等耐盐基因型 IR29725 和它对应的盐敏感基因型 IR5 中柱内的 Na^+ 含量在根横断面上分布都较为均匀, 两者之间没有明显的差异(图版 I)。在 Cl^- 的分布方面, Cl^- 在所有基因型的根横断面上分布都较为均匀, 耐盐基因型与盐敏感基因型之间也没有明显的差异(图版 II)。

3 讨论

高等植物主要通过两个过程来调节离子由根部向地上部的运输。一是离子通过原生质膜进入共质体的过程; 二是中柱薄壁细胞对离子的释放和再吸收过程(Marschner, 1995)。

离子可以通过质外体途径和共质体途径进入根的输导组织。在根尖很小的区域内, 皮层细胞壁尚未木栓化的地方, 离子可由质外体途径被吸收。而在根的大部分区域, 由于内皮层细胞凯氏带的形成, 阻碍了离子由质外体进入中柱, 这样, 离子只能由原生质膜进入细胞内, 通过共质体途径横过根而进入中柱。在这个过程中, 原生质膜是控制离子吸收的关键部位。以往的试验指出, 无论是在低的还是高的外部 NaCl 浓度条件下, 耐盐基因型根系对 Na^+ 和 Cl^- 的吸收速率都显著地低于其对应的盐敏感基因型, 说明根部对 Na^+ 和 Cl^- 的吸收具有主动控制的能力。

进入中柱内的离子, 先从共质体释放到中柱的细胞壁, 再从细胞壁到木质部导管, 或者通过转移细胞直接从中柱薄壁细胞释放到木质部。一些学者认为, 植物体内离子从中柱薄壁细胞释放到木质部导管的过程并不一定是被动的物理扩散, 而是一个有控制的膜运输过程(Läuchli, 1976)。离子在木质部导管由根向地上部运输过程中, 部分离子可被导管周围薄壁细胞再吸收, 从而减少这些离子到达地上部的数量。由于中柱薄壁细胞对离子释放的控制作用以及其对导管中的离子有再吸收作用, 致使离子在该组织中相对积

累(Marschner, 1995)。据此,应用 X-射线显微分析技术测定了 Na^+ 和 Cl^- 在根横断面的分布情况,以确定中柱薄壁细胞是否有上述的控制作用。结果表明,经过盐处理后,一些具有较高耐盐性的水稻基因型在中柱内的 Na^+ 含量略高于其他部位,而它们对应的盐敏感基因型则在整个根横断面上分布得较为均匀。这个结果表明耐盐基因型根的中柱薄壁组织是滞留 Na^+ 的主要场所,是控制离子由根向地上部运转的重要部位。然而,在 Cl^- 的分布方面, Cl^- 在所有基因型的根横断面上的分布都较为均匀,可能有另外一些部位与 Cl^- 的运转控制有关。

致谢 华南理工大学电镜室的老师协助拍摄扫描能谱图照片,谨表谢意。

参 考 文 献

- 西北农学院,华南农学院主编. 1980. 农业化学研究法. 北京: 农业出版社, 83
- 严小龙, 郑少玲, 连兆煌. 1992 水稻耐盐机理的研究: (I) 不同基因型植株水平耐盐性初步比较. 华南农业大学学报, 13(4): 6~11
- 郑少玲, 严小龙, 连兆煌. 1992 水稻耐盐机理的研究: (II) 不同基因型对 NaCl 吸收和运转的动力学比较. 华南农业大学学报, 13(4): 19~25
- Epstein E, Rains D W. 1987. Advance in salt tolerance. Plant and Soil, 99: 17~29
- Greenway H, Munns R. 1980. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. Ann Rev Plant Physiol, 31: 149~190
- Läuchli A. 1976. Symplasmic transport and ion release to the xylem. In: Wardlaw I F, Passionia J B eds. Transport and transfer processes in plants. New York: Academic Press, 101~112
- Marschner H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2nd ed. London: Academic Press, 6~78

DISTRIBUTION OF Na^+ AND Cl^- IN THE ROOTS OF DIFFERENT RICE GENOTYPES UNDER SALT STRESS

Zheng Shaoling Yan Xiaolong

(Lab of Plant Nutrition, South China Agr. Univ., Guangzhou, 510642)

Abstract

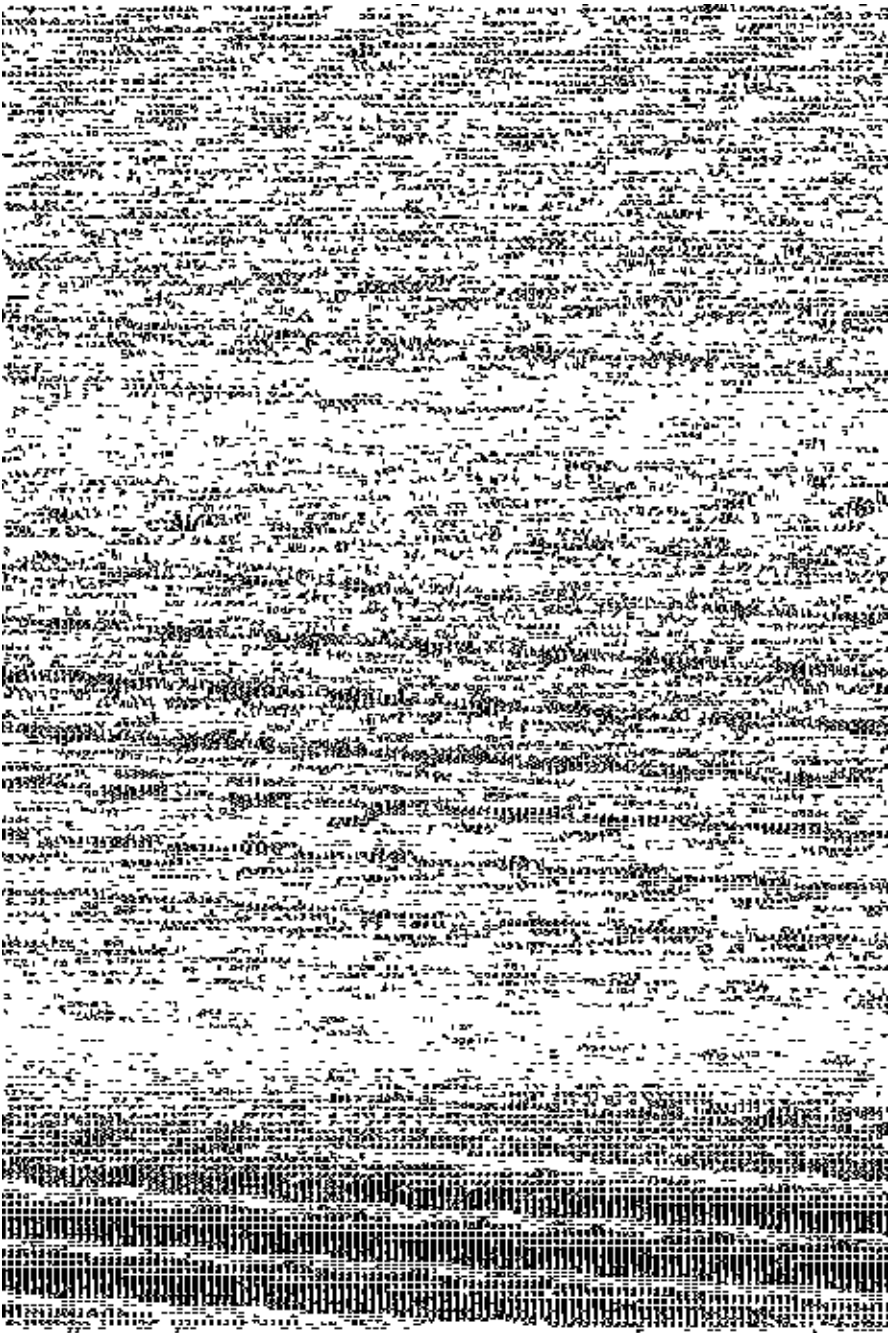
The X-ray microanalysis technique was employed to compare Na^+ and Cl^- distribution in the roots of six different rice genotypes which had similar general characters but marked differences in salt tolerance. Under NaCl stress, the content of Na^+ in the stele parenchyma was relatively higher than in the other parts of the roots for the salt-tolerant genotypes, while the Na^+ content was evenly distributed in the roots for the salt-sensitive genotypes, implying that the stele parenchyma might be the site controlling Na^+ translocation from the root to the shoot. The Cl^- distribution was relatively even across the roots of both salt-tolerant and salt-sensitive genotypes, suggesting that there might be other mechanisms controlling Cl^- translocation.

Key words salt stress; Na^+ ; Cl^- ; rice; X-ray microanalysis



图版I 盐胁迫($50\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaCl}$)下, Na 在水稻根横断面上的分布

1. Pokkali 2. Peta 3. N. B. 4. Mas 5. IR29725 6. IR5



图版II 盐胁迫(50 mmol·L⁻¹ NaCl)下, Cl⁻在水稻根横断面上的分布
1. Pokkali 2. Peta 3. N. B. 4. Mas 5. IR29725 6. IR5