

中图分类号: S332.6 文献标识码: A 文章编号: 1001-0009(2000)05-0019-02

植物耐盐性研究进展

张¹
淑红

张¹
恩平

庞²
金安

马²
德华

司¹
龙亭

张¹
美华

目前,我国人口众多,人均资源无论是土地或是水都低于世界平均水平。因此在人口、粮食、土地日益加剧的今天,应该合理开发、利用盐渍土资源。世界上一些地区特别是沙漠和干旱地区,淡水资源非常有限而盐水资源丰富。另外,大面积生产的日光温室正面临着一个严重问题即土壤盐渍化程度越来越高,盐害日趋严重。因此要深刻了解植物的耐盐性机理,发掘利用抗盐植物种质资源,可以大幅度提高盐渍土作物产出,丰富植物种类,利于农业的可持续发展。植物耐盐性是多基因控制的复合遗传性状。植物在盐胁迫下的主要表现为生长减慢,代谢受抑制,植物的干重显著降低,叶子转黄,严重时出现盐斑,叶子萎蔫,植物死亡。近年来,人们从不同方面对植物的耐盐性进行广泛的研究,取得了一定的成果。现就国内外研究现状进行简要阐述。

1 植物耐盐机理

盐胁迫的两个基本组成部分是渗透胁迫和离子效应。植物对渗透胁迫和离子效应的耐受能力往往是相互排斥的。吸盐型植物有利于缓和渗透胁迫,但容易引起离子毒害和必需元素的缺乏。拒盐型植物有利于避免离子胁迫,但又可能导致渗透胁迫。许多盐生植物是吸盐型植物,通过细胞层次的区隔化作用,盐分积累在液泡中,细胞质中以有机物质的形式维持渗透平衡,且液泡膜必须具有高效的运输机制,以保持液泡内外的盐分梯度^[1]。淡水植物多为拒盐型,盐分在植物体内的分配取决于器官、组织和细胞层次上区隔化分配的协同作用,在满足细胞渗透调节对离子需求的前提下,保持地上部分相对较低的盐分浓度^[2]。多数情况下,每种植物都不同程度地同时存在着两种机理。

2 盐分吸收、运输和分配

离子的选择吸收、质膜的 k^+ - Na^+ 交换和液泡膜的 Na^+ - k^+ 交换,在调节植物体内的离子平衡、盐分运输和细胞区隔化过程中起重要作用。在低盐浓度下, k^+ 优先被根系吸收,不受 Na^+ 的抑制,而 k^+ 总是抑制 Na^+ 的进入。在高盐浓度下,离子吸收的选择性下降, k^+ 、 Na^+ 相互抑制吸收^[1]。耐盐品种 k^+ 优先向地上部及枝条韧皮部积累,叶片中 k^+/Na^+ 比值较高,表现出耐盐性,这是因为土壤介质中的 Na^+ 和 k^+ 需经过根系韧皮部的选择吸收,内皮层选择性地由木质部释放,木质部薄壁细胞有选择性地再吸收以及枝条木质部有选择性地由 Na^+ 、 k^+ 运输到韧皮部。这一系列过程中 Na^+ - k^+ 选择性相当重要。刘友良等认为 Na^+ 含量及 Na^+ 与 k^+ 平衡是评估植物盐害和耐盐性的重要方面。郭房庆等认为保持胞质中低 Na^+ 水平的能力是检验植物抗盐性提高的一个重要指标。这是因为盐渍化土壤中 Na^+ 是主要的毒害离子,细胞许多代谢活动对 Na^+ 的累积非常敏感。 Na^+ 浓度的升高会引起其它离子吸收的抑制效应,且对细胞代谢活动有直接伤害^[3]。因此在盐胁迫下保持细胞质中较低的 Na^+ 浓度对许多植物是十分重要的。

3 盐分在叶片中的运输和分配

地上部的盐含量取决于木质部的盐浓度和蒸腾速率。盐胁迫时 T_r 有下降的趋势,因此 T_r 下降是植物对渗透胁迫适应的重要机制之一。盐分进入叶片后,其走向包括:经质膜和液泡膜在液泡中积累,起渗透调节作用,液胞增大,肉质性增加;由盐腺或盐泡排出;由木质部或叶肉细胞运到韧皮部,然后再运到新生叶片,或运向根系,并分泌到介质中;积累在细胞质中;积累于质外体中^[1]。不同叶片间含盐量不同。老叶的盐分含量比新叶高,但具有排盐结构植物以及肉质化植物,新老叶片含盐量的差异较小。叶的离子组成反映了韧皮部汁液的组成,其 Na^+/k^+ 比值小,伴随叶子年龄增加, Na^+ 在液泡中积累, Na^+/k^+ 比增加。当叶子成为代谢源时, k^+ 可与同化产物一起运输、分配,而 Na^+ 的再度运输能力比 k^+ 差。盐分在细胞中的区隔化分配是决定植物细胞耐盐的关键因素。区隔化作用是由基因控制的,同时也受细胞质中的渗透调节物质和某些激素的影响。不同植物区隔化作用不同,淡水植物的离子区隔化能力较弱。

收稿日期: 2000-05-10

4 渗透调节物质

甜菜碱: 渗透调节物质在细胞中积累能够提高细胞渗透调节能力, 稳定其内大分子蛋白生物膜的结构和功能。在盐胁迫时, 甜菜碱、脯氨酸和可溶性糖的积累与植物的耐盐性有一定的相关性。脯氨酸的作用是多方面的, 除可作为渗透调节物质外, 还可以作为细胞的氮源和能量的代谢储存库。另外 Ca 可以提高盐胁迫下细胞对 K^+ 吸收的优先选择性, 减少细胞中 Na^+ , 从而提高 K^+/Na^+ 比值^[3]。在盐胁迫下 Ca^{2+} 浓度明显上升, 引起一系列生理变化, 从而提高植物对逆境的适应性^[8]。史跃林等研究认为 Ca 提高植物抗盐性可能是通过增加 CAM 含量, 活化 ACC 合成酶, 促进乙烯合成实现的。也可能是通过增加 CAM 含量, 活化 ATP, 进而维持正常的能量代谢及相关生理生化代谢过程实现的^[4]。此外, 水杨酸在缓解盐害方面也有报导^[5], 但水杨酸是如何减缓盐害其机理方面的研究比较少, 还有待于进一步深入研究。

5 膜脂过氧化作用

膜结构和功能的完整性是控制离子运输和分配的主导因素。膜系统是植物盐害的主要部位。膜脂过氧化作用不仅影响植物细胞的生理功能, 而且影响膜结构和功能^[6,7]。在盐胁迫时, 由于降低了清除活性氧的酶促和非酶促系统的防御能力, 使活性氧含量增加, 诱发膜脂过氧化作用, 引起膜损伤, 膜透性加大, 而且膜脂质过氧化产物反过来对植物防御体系也会产生破坏作用, 从而加剧膜脂过氧化作用。这样不断反复恶性循环使植物受害加重, 直至死亡^[8,9]。陈一舞等 1997 年从盐胁迫对大豆幼苗子叶各细胞器的影响研究可知, 各细胞器对盐胁迫的反应敏感程度不同, 依次为叶绿体 > 线粒体 > 细胞溶质^[10]。龚红梅等研究了两种饱和度不同的脂肪酸对盐胁迫下大麦幼苗的离子吸收、分配和细胞电解质外渗透的影响, 并从膜微囊水平上分析了液泡膜 H^+ -ATPase 和 H^+ -PPase 活性、膜脂组分和脂肪酸不饱和度的变化^[11]。在盐胁迫下, 质膜、液泡膜 H^+ -ATPase 和 H^+ -PPase 活性均上升, 从而提高液泡膜的稳定性, 在一定程度上利于质膜对 Na^+ 等离子的选择吸收和主动排出以及盐分在液泡中的区域化分配。

6 展望

面临土壤严渍化的日趋加重和淡水资源短缺, 培育耐盐性强的优良品种是目前工作的重点。通过组织培养的方式培育耐盐品种, 在水稻、小麦等方面已获取成功, 但是通过这种方式培育的品种, 其遗传稳定性不十分理想。由于植物的耐盐性是由多基因控制的数量性状, 通过转基因的方法也很难得耐盐品种。因此我们只有通过寻找自然界现有的盐生植物直接利用、通过常规的育种

技术选育和增强耐盐品种或应用抗盐碱的 DNA 重组方法培育新的抗盐物种。

重盐胁迫可以导致植株生长减弱直至死亡, 但是关于轻度盐胁迫下蔬菜作物的长势、产量及品质等方面是否降低这方面的研究很少, 盐胁迫时光合作用降低导致作物生长抑制和产量降低的机理研究不够深入, 我们应加强这些方面的研究, 以便能够更好地指导实际生产, 从而提高蔬菜的产量和品质, 服务于社会。

植物对不同的胁迫如干旱、高温、低温及盐渍等有“交叉适应”现象, 但植物对这些胁迫是否存在同样的抗性机理还需加深研究。我们应该对不同植物的耐盐性机理进行深入研究, 找出共同点和差异。

总之, 植物耐盐性是由多种因素共同调节和控制的, 各种因素之间的相互作用机理目前还不十分清楚, 需要进一步深入研究, 全面了解植物耐盐性机理, 以服务于植物的抗盐育种。

参考文献

- [1] J. H. Li, M. SAGI, J. GALE. Response of tomato plants to saline water as affected by carbon dioxide supplementation. I. Growth yield and fruit quality. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 1999, 74(2): 232 ~ 237.
 - [2] 曹仪植, 吕忠恕. 天然生长抑制物质的积累与植物对不良环境适应性的关系[J]. *植物学报*, 1983, 3: 123 ~ 130.
 - [3] 郭房庆, 汤章城. NaCl 胁迫下抗盐突变体和野生型小麦 Na^+ 、 K^+ 累积的差异分析[J]. *植物学报*, 1999, 41(5): 515 ~ 518.
 - [4] 史跃林, 罗庆熙, 刘佩瑛. Ca 对盐胁迫下黄瓜幼苗中 CaM、MDA 含量和质膜透性的影响[J]. *植物生理学通讯*, 1995, 31(5): 347 ~ 349.
 - [5] Colmer TD, Fan TWM, Higashi RM, Lachli A. Interactive effects of Ca^{2+} and NaCl salinity on the ionic relations and proline accumulation in the primary root tip of sorghum bicolor. *Physiol Plant*, 1996, 97: 421 ~ 424.
 - [6] 赵可夫, 卢元芳. Ca 对小麦幼苗降低盐害效应的研究[J]. *植物学报*, 1993, 35(1): 51 ~ 54.
 - [7] Jeschke W. D. Zn Salinity Tolerance in Plants (eds Staples R. C., Toennissen G. A.) PP: 1984, 37 ~ 66.
 - [8] 刘宛, 胡文玉, 谢甫锦, 等. NaCl 胁迫及外源自由基对离体小麦叶片和膜脂过氧化的影响[J]. *植物生理学通讯*, 1995, 31(1): 26 ~ 29.
 - [9] Robert R. Lipid peroxidation associated with accelerated aging of soybean axes. *Plant Physiol*, 1980, 65: 245 ~ 248.
 - [10] 陈一舞. 盐胁迫对大豆幼苗子叶各细胞器超氧化物歧化酶的影响[J]. *作物学报*, 1997, 3: 214 ~ 219.
 - [11] 龚红梅, 於丙军, 刘友良. 脂肪酸对盐胁迫大麦幼苗液泡微囊膜脂组分及功能的影响[J]. *植物学报*, 1999, 41(4): 414 ~ 419.
- (1. 沈阳农业大学园艺系, 110161; 2. 天津市黄瓜研究所 300192)

声
明

为适应我国信息化建设的需要, 扩大作者学术交流渠道, 本刊已加入《中国学术期刊(光盘版)》和《中国期刊网》全文数据库, 其作者著作权使用费与本刊稿酬一次性给付。免费提供作者文章引用统计分析资料。如作者不同意将文章编入该数据库, 请在来稿时声明, 本刊将做适当处理。