

三种苹果属植物幼苗拒 Na^+ 机理的研究

杨洪兵 韩振海 许雪峰*

(中国农业大学果树逆境生理与分子生物学实验室, 北京 100094)

摘 要: 以苹果属耐盐性不同的山定子、小金海棠和珠眉海棠的幼苗为试材, 通过拒 Na^+ 能力的测定确定了盐敏感种的整体拒 Na^+ 能力为 65 % 左右, 中等耐盐种的整体拒 Na^+ 能力为 80 % 左右, 耐盐种的整体拒 Na^+ 能力为 90 % 左右, 根部和茎基部的拒 Na^+ 能力是苹果属植物幼苗整体拒 Na^+ 能力的主要部分, 耐盐种根部和茎基部的拒 Na^+ 能力明显大于盐敏感种。耐盐种侧根、茎基木质部和老叶的 Na^+ 累积效应明显, 是主要的聚 Na^+ 部位。耐盐种通过地上部 Na^+ 的重新分配和再转运, 使幼叶和成熟叶 Na^+ 含量更低。

关键词: 苹果属; 抗盐性; 钠离子; 盐分胁迫; NaCl 处理; 拒 Na^+ 能力

中图分类号: S 661.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 0513-353X (2004) 02-0143-06

Studies on Na^+ Exclusion Mechanism of Three *Malus* Seedlings

Yang Hongbing, Han Zhenhai, and Xu Xuefeng*

(Fruit Stress Physiology and Molecular Biology Lab, China Agricultural University, Beijing 100094, China)

Abstract: Using seedlings of *Malus baccata*, *M. xiaojinensis* and *M. zumi* as the experimental materials. Na^+ exclusion capability was determined to affirm the whole Na^+ exclusion capability, and the whole Na^+ exclusion capability of salt-sensitive species was about 65 %, middle salt-tolerant species about 80 %, salt-tolerant species about 90 %. Na^+ exclusion capability of roots and stem base was the main parts of the whole Na^+ exclusion capability in *Malus* seedlings. Na^+ exclusion capability in roots and stem base of salt-tolerant species was obviously higher than that of salt-sensitive species. Lateral roots, stem base xylem and old leaves of salt-tolerant cultivar obviously occurred Na^+ accumulative effect, and were main Na^+ accumulative localizations. Through shoot Na^+ re-distribution and re-transportation, Na^+ content became even less in young leaves and mature leaves of salt-tolerant species.

Key words: *Malus*; Salt resistance; Sodium ion; Salt stress; NaCl treatment; Na^+ exclusion capability

拒盐植物能通过结构或生理上的作用部分阻止盐分进入植物体内, 并将进入体内的盐分常积累在根部^[1-8]和茎基部^[9,10]等主要聚 Na^+ 部位, 以减少盐分向地上部运输, 维持地上部较低的 Na^+ 含量, 从而表现出拒 Na^+ 特性。耐盐性强的无花果品种, 其根系截留 Na^+ 的能力强, 运至茎中的盐离子较多留存于茎基部, 茎顶端的 Na^+ 则较少^[11]。果树的拒 Na^+ 机理是果树抗盐机理研究的重要组成部分之一, 目前, 对于苹果属植物拒 Na^+ 机理的研究较少, 作者对苹果属植物幼苗的拒 Na^+ 机理及其主要聚 Na^+ 部位做了初步探讨。

1 材料与方法

1.1 材料培养与 NaCl 处理

试验材料为苹果属植物山定子 [*Malus baccata* (L.) Borkh.]、小金海棠 (*M. xiaojinensis* Cheng et Jiang) 和珠眉海棠 (*M. zumi* Mats)。山定子是一种不适于盐碱地栽培的盐敏感种^[12,13]。小金海棠能耐 0.3% 左右的盐度^[13], 是一种中等耐盐种。珠眉海棠能在盐含量 0.6% 的滨海地和内陆盐碱地正常

收稿日期: 2003-09-15; 修回日期: 2003-11-06

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (39740027)

* 通讯作者 Corresponding author

生长,是一个耐盐性强的优良种质^[14]。三种植物均采用多次继代后基因型一致的组培苗,生长培养基为 MS + IAA $0.2 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$,生根培养基为 MS + IAA $1 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$,组培苗生根后移入营养液中通气培养。培养室白天温度 $22 \sim 28^\circ\text{C}$;夜间 $15 \sim 20^\circ\text{C}$,相对湿度白天为 $45\% \sim 50\%$,夜间为 $60\% \sim 70\%$,叶面光强约为 $800 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,光照时间为 $12 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$ 。

幼苗长至 10 cm 时开始 NaCl (营养液配制) 处理。为避免盐冲击效应,NaCl 浓度每 12 h 递增 $25 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$,终浓度分别为 50、100 和 $150 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

1.2 木质部汁液的收集及 Na^+ 含量的测定

NaCl 处理达终浓度后 5 d,分别截取幼苗的根部、茎基部、茎中部和茎端,用等于该部位水势绝对值的压力抽取木质部汁液,这种“压力室”法抽取的木质部汁液与自然蒸腾流相似^[15,16]。抽取收集的木质部汁液 $20 \mu\text{L}$,重蒸水稀释至 2 mL,摇匀后用日立 Z-8000 原子吸收分光光度计测 Na^+ 含量,每个处理重复 3 次。

1.3 根和地上各部分拒 Na^+ 能力及整体拒 Na^+ 能力的计算

根部的拒 Na^+ 能力用外界处理液 Na^+ 与根部木质部汁液 Na^+ 含量之差占外界处理液 Na^+ 浓度的百分数 $\{1 - [\text{Na}^+]_{\text{木液}} / [\text{Na}^+]_{\text{外液}}\} \times 100\%$ 表示^[17],用茎基部木质部汁液 Na^+ 浓度计算出的拒 Na^+ 能力减去根部的拒 Na^+ 能力表示茎基部拒 Na^+ 能力,依次算出茎中部和茎端的拒 Na^+ 能力。整体拒 Na^+ 能力 = 根部拒 Na^+ 能力 + 茎基部拒 Na^+ 能力 + 茎中部拒 Na^+ 能力 + 茎端拒 Na^+ 能力。

1.4 幼苗根、茎基部和叶 Na^+ 含量的测定

NaCl 处理达终浓度后 5、10 和 15 d,分别取苹果属植物幼苗的主根、侧根、茎基韧皮部、茎基木质部、幼叶 (位于顶端生长发育中的叶)、成熟叶 (位于中间形态建成的叶)、老叶 (位于下部功能日渐衰退的叶),快速用去离子水洗净并用吸水纸吸干表面水分, 100°C 烘箱中杀青 10 min 后, 70°C 烘至恒重。

分别取烘干磨细的材料 10 mg 放于坩埚中,在马孚炉内 500°C 灰化 20 h 后取出坩埚,冷却至室温,加 1~2 滴浓硝酸溶解灰分,去离子水定容至 50 mL,日立 Z-8000 原子吸收分光光度计测定 Na^+ 含量,每个处理重复 3 次。

2 结果与分析

2.1 NaCl 处理对三种苹果属植物幼苗根和地上各部分拒 Na^+ 能力的效应

在 50、100 和 $150 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaCl 处理下,三种苹果属植物幼苗的根部和茎基部明显大于茎中部和茎端的拒 Na^+ 能力 (图 1),根部拒 Na^+ 能力是茎中部或茎端的 4~8 倍,茎基部拒 Na^+ 能力是茎中部或茎端的 2~3 倍。随着处理盐度的增加,根部和茎基部的拒 Na^+ 能力呈下降趋势,珠眉海棠下降幅度最小。另外,50 和 $100 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaCl 处理下,珠眉海棠、小金海棠根部和茎基部的拒 Na^+ 能力均明显大于山定子 ($P < 0.01$ 和 $P < 0.05$), $150 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaCl 处理下,根部拒 Na^+ 能力:珠眉海棠 > 小金海棠 > 山定子 ($P < 0.01$),茎基部拒 Na^+ 能力:珠眉海棠 > 小金海棠 > 山定子 ($P < 0.05$)。

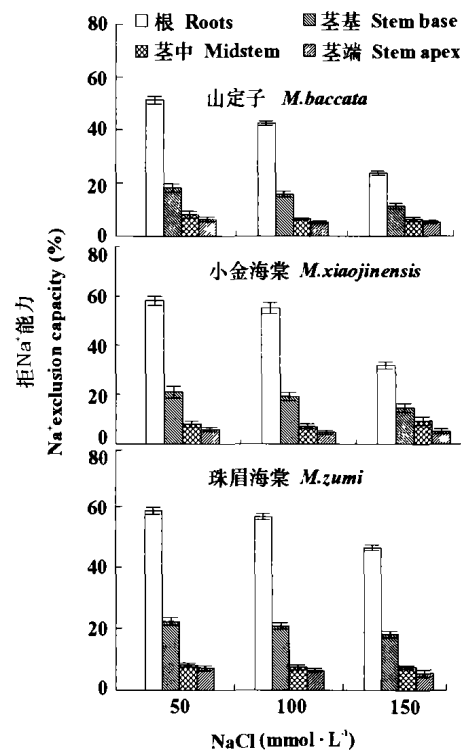


图 1 不同 NaCl 处理条件下苹果属植物幼苗根和地上各部分拒 Na^+ 能力的比较

Fig. 1 Comparison of Na^+ exclusion capability of *Malus* seedling roots and shoot parts under different NaCl treatment

2.2 NaCl 处理对三种苹果属植物幼苗整体拒 Na^+ 能力的效应

由图 2 可见, 随着处理盐度的增加, 三种苹果属植物幼苗的整体拒 Na^+ 能力呈下降趋势, 100 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaCl 处理下, 山定子和小金海棠的整体拒 Na^+ 能力明显下降 ($P < 0.01$ 和 $P < 0.05$), 珠眉海棠下降不明显 ($P > 0.05$)。在 150 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaCl 处理下, 三种植物幼苗均明显下降 ($P < 0.01$), 山定子和小金海棠分别下降了 44.60% 和 34.50%, 珠眉海棠下降了 19.29%。3 种苹果属植物幼苗的整体拒 Na^+ 能力表现为: 珠眉海棠 (平均 90%) > 小金海棠 (平均 80%) > 山定子 (平均 65%)。

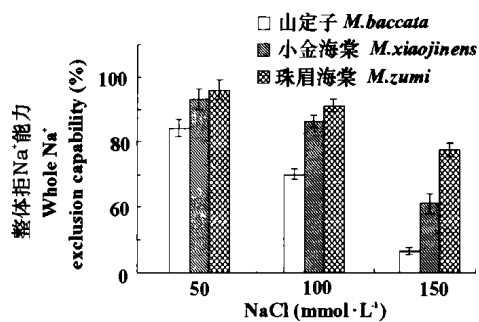


图 2 NaCl 处理对三种苹果属植物幼苗整体拒 Na^+ 能力的效应

Fig. 2 Effect of NaCl treatment on whole Na^+ exclusion capability of three *Malus* seedlings

2.3 NaCl 处理对三种苹果属植物幼苗主根和侧根总 Na^+ 含量的影响

如图 3 所示, 50、100 和 150 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaCl 处理下, 小金海棠主根总 Na^+ 含量呈明显递增效应 ($P < 0.01$), 山定子在 5 d 后增加幅度较小, 珠眉海棠在 5 d 后呈下降趋势, 但仍保持较高水平, 特别是 100 和 150 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaCl 处理 5 d 和 10 d 时, 珠眉海棠明显大于小金海棠和山定子 ($P < 0.01$)。三种植物幼苗侧根的总 Na^+ 含量均呈递增趋势, 表现出累积效应, 珠眉海棠增加明显大于小金海棠和山定子 ($P < 0.01$), 说明珠眉海棠侧根对 Na^+ 的累积能力明显大于小金海棠和山定子, 这对限制 Na^+ 向地上部运输有重要意义。

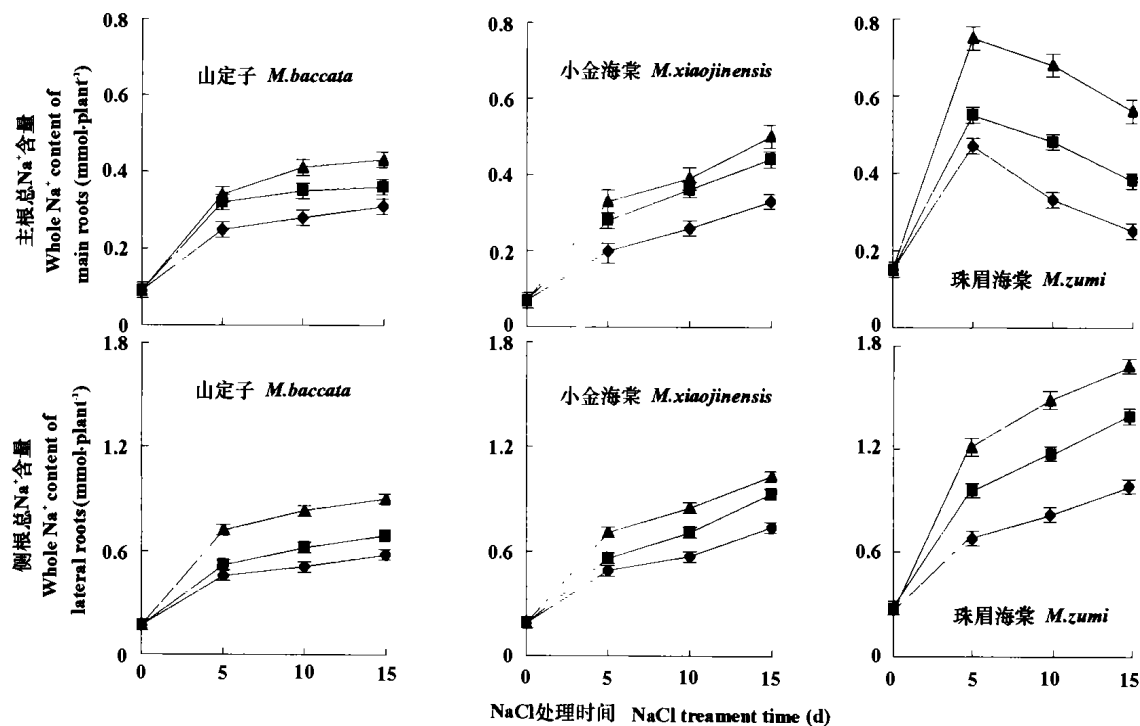


图 3 NaCl 处理对三种苹果属植物幼苗主根和侧根总 Na^+ 含量的影响

Fig. 3 Effect of NaCl treatment on whole Na^+ content in main roots and lateral roots of three *Malus* seedlings

2.4 NaCl 处理对三种苹果属植物幼苗茎基韧皮部和木质部总 Na^+ 含量的影响

由图 4 可见, 随着 NaCl 处理天数的增加, 三种植物幼苗茎基韧皮部总 Na^+ 含量在 5 d 后均呈下降趋势, 但珠眉海棠和小金海棠仍保持较高水平。三种植物幼苗茎基木质部的总 Na^+ 含量均呈递增趋势, 表现出累积效应, 珠眉海棠和小金海棠的增加明显大于山定子 ($P < 0.01$), 特别是在 150 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaCl 处理下, 珠眉海棠累积趋势明显增强。

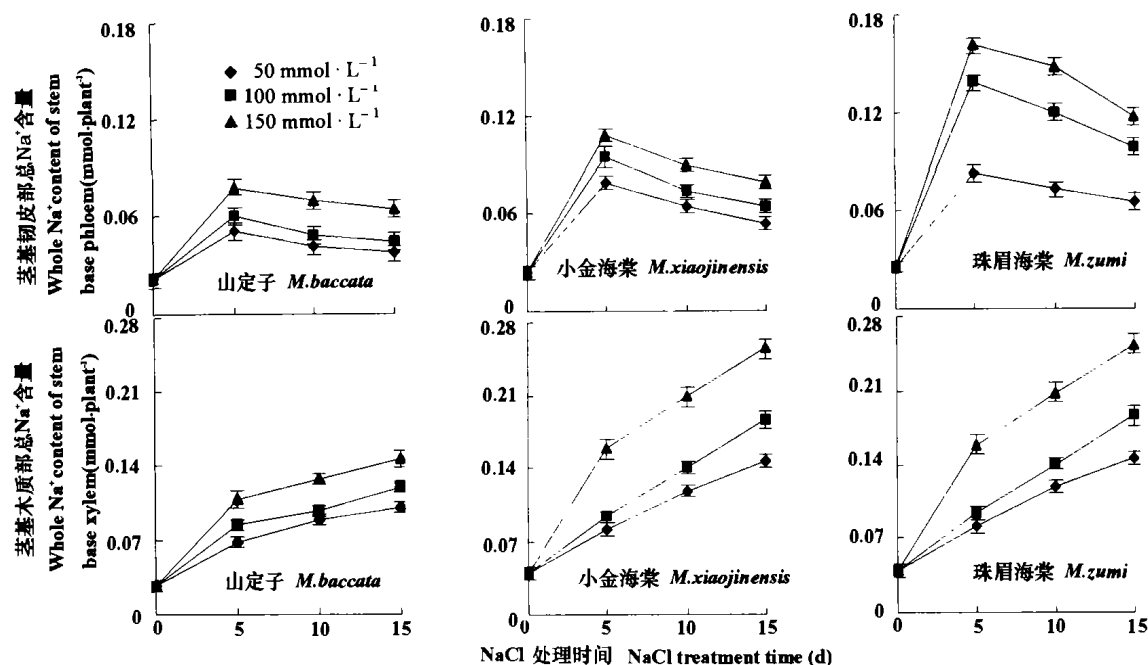


图4 NaCl处理对三种苹果属植物幼苗茎基韧皮部和木质部总Na⁺含量的影响

Fig. 4 Effect of NaCl treatment on whole Na⁺ content of stem base phloem and xylem in three *Malus* seedlings

2.5 NaCl处理对苹果属植物幼苗幼叶、成熟叶和老叶Na⁺含量的影响

在100和150 mmol·L⁻¹的NaCl处理下,山定子幼叶Na⁺含量在15 d时明显增加($P < 0.01$),珠眉海棠和小金海棠幼叶均在10 d后明显下降($P < 0.05$) (图5)。在3种盐度处理下,山定子成熟叶Na⁺含量在15 d时明显增加($P < 0.05$),小金海棠在15 d时明显下降($P < 0.05$),珠眉海棠在10 d后就明显下降($P < 0.05$)。相同天数处理时(10 d和15 d),珠眉海棠幼叶和成熟叶Na⁺含量最

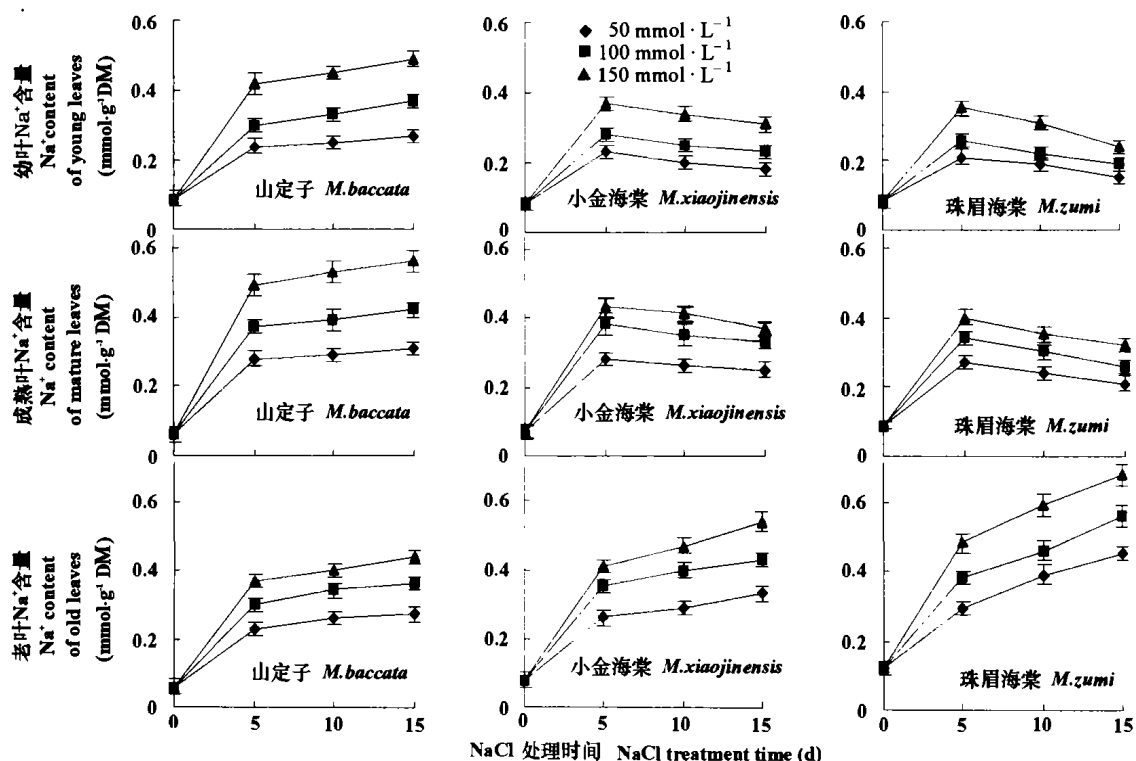


图5 NaCl处理对三种苹果属植物幼苗幼叶、成熟叶和老叶Na⁺含量的影响

Fig. 5 Effect of NaCl treatment on Na⁺ content in young leaves, mature leaves and old leaves of three *Malus* seedlings

低, 山定子最高。另外, 山定子老叶 Na^+ 含量在 15 d 时明显增加 ($P < 0.01$), 珠眉海棠和小金海棠均在 10 d 后明显增加 ($P < 0.05$), 珠眉海棠增加幅度最大。

3 讨论

耐盐种幼苗根部和茎基部的拒 Na^+ 能力明显大于盐敏感种 (图 1), 特别是在高盐度 ($150 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$) 处理时, 耐盐种珠眉海棠的根部和茎基部仍维持较高的拒 Na^+ 能力, 这对耐盐种维持较高的整体拒 Na^+ 能力起到重要作用, 从而能在高盐度下有效地限制 Na^+ 向地上部运输。

不同耐盐植物的聚 Na^+ 部位是不同的, 大麦和红花菜豆的聚 Na^+ 部位主要在根部^[3]; 大豆的聚 Na^+ 部位主要在茎基部^[10]或根部和根茎部^[8], 转运至叶中的 Na^+ 较少, 茎基部能从木质部汁液中强烈吸取并积累 Na^+ , 这种对 Na^+ 的再吸收是由于其茎基部维管组织细胞对 Na^+ 具有累积作用^[9,10]; 小麦的聚 Na^+ 部位主要在根部和根茎结合部并表现出 Na^+ 的累积效应^[7]; 苹果砧木 M26 也能把 Na^+ 保持在根中^[5]。由试验结果看出, 耐盐种珠眉海棠的侧根和茎基木质部表现出 Na^+ 累积效应 (图 3, 图 4), 是主要的聚 Na^+ 部位, 且在高盐度处理时, Na^+ 累积效应更为明显, 这种聚 Na^+ 作用对限制 Na^+ 向地上部运输有重要意义。珠眉海棠主根和茎基韧皮部虽没有 Na^+ 累积效应, 但在高盐条件下保持较高的 Na^+ 含量水平, 对 Na^+ 在植株体内的循环起重要作用。另外, 相对于茎基而言, 根系 (特别是侧根) 无论从体积或重量上都占很大的比例, 它是一个大的 Na^+ 累积库; 茎基部 Na^+ 累积的总量不多, 而茎基部的拒 Na^+ 能力是整体拒 Na^+ 能力的主要部分之一, 因此它很可能在将 Na^+ 转运至根的过程中起重要作用。珠眉海棠主根的 Na^+ 含量逐渐下降可能是因为主根将一部分 Na^+ 排到根外或转运到侧根累积造成的。盐敏感种山定子侧根和茎基木质部的 Na^+ 含量增加相对较少, Na^+ 累积趋势较弱, 从而不能有效地限制 Na^+ 向地上部运输。

水稻的生长叶和幼叶具有拒 Na^+ 作用, 成熟叶逐渐积累 Na^+ 而保护幼叶, 老叶把 Na^+ 进行区隔化累积^[4], 当老叶细胞壁或共质体中的 Na^+ 浓度快速增加, 液泡不能再区隔化 Na^+ 时, 老叶会死亡^[18]。本试验表明 (图 5), 耐盐种珠眉海棠和小金海棠幼叶、成熟叶的 Na^+ 含量明显低于盐敏感种山定子, 且随着 NaCl 处理时间的延长, 耐盐种幼苗幼叶和成熟叶中的 Na^+ 含量明显降低, 说明耐盐种幼苗地上部的 Na^+ 可以重新分配和再转运, 幼叶和成熟叶可能通过泌 Na^+ 作用将 Na^+ 渗出、 Na^+ 运出分配到老叶或通过“脉内再循环”将 Na^+ 转运至根部, 以保证幼叶和成熟叶较低的 Na^+ 含量, 使得细胞正常代谢, 这也是地上部一种拒 Na^+ 表现; 耐盐种幼苗老叶的 Na^+ 累积效应明显, 是耐盐苹果属植物幼苗地上部的一个聚 Na^+ 部位。相反, 盐敏感种山定子幼叶和成熟叶中的 Na^+ 含量呈明显增加趋势且明显高于耐盐种, 而老叶中 Na^+ 的累积量较少。

总之, 耐盐种苹果属植物幼苗通过主要聚 Na^+ 部位——侧根和茎基木质部的 Na^+ 累积效应, 减少盐分向地上部运输, 这种 Na^+ 累积效应在高盐度处理下仍维持较高趋势, 从而使进入木质部蒸腾流的 Na^+ 减少, 地上部 Na^+ 含量低, 此外, 耐盐种幼苗通过地上部 Na^+ 的重新分配和再转运, 使得幼叶和成熟叶 Na^+ 含量更低, 耐盐性强。

参考文献:

- 1 Huffaker R C, Wallace A. Sodium absorption by different plant species at different potassium levels. *Soil Sci.*, 1959, 87: 130 ~ 134
- 2 Huffaker R C, Wallace A. Effect of potassium and sodium levels on sodium distribution in some plant species. *Soil Sci.*, 1959, 88: 80 ~ 82
- 3 Nassery H, Baker D A. Extrusion of sodium ions by barley roots. Localization mechanism and its relation to long-distance sodium ion transport. *Ann. Bot.*, 1972, 36: 889 ~ 895
- 4 Yeo A R, Flowers T J. Accumulation and localisation of sodium ions within the shoots of rice (*Oryza sativa*) varieties differing in salinity resistance. *Physiol. Plant Copenhagen*, 1982, 56: 343 ~ 348
- 5 Dinkelbury W, Ludders P. Influence of seasonally different sodium treatment on mineral content in leaves of apple trees. *Angewandte Botanik*, 1990, 64 (3 ~ 4): 237 ~ 246

- 6 吕芝香, 王正刚. NaCl 对小麦根生长和无机离子分布的影响. 植物资源与环境, 1993, 2 (4): 34~39
- 7 杨洪兵, 陈 敏, 王宝山, 等. 小麦幼苗拒 Na⁺ 部位的拒 Na⁺ 机理. 植物生理与分子生物学学报, 2002, 28 (3): 181~186
- 8 於丙军, 罗庆云, 刘友良. NaCl 胁迫下野生和栽培大豆幼苗体内离子的再转运. 植物生理与分子生物学学报, 2003, 29 (1): 39~44
- 9 Jacoby B. Function of bean roots and stems in sodium retention. Plant Physiol., 1964, 39: 445~449
- 10 Jacoby B. Sodium retention in excised bean stems. Physiol. Plant., 1965, 18: 730~739
- 11 姜卫兵, 马 凯, 朱建华, 等. 盐离子的吸收和分布及其与无花果品种耐盐性的关系. 江苏农业学报, 1994, 10 (3): 18~22
- 12 马如池, 韩淑艳, 李义福. 滨海盐碱地苹果早期丰产栽培技术. 中国果树, 1992, (2): 32~34
- 13 翟 衡, 杜中军, 罗新书. 苹果砧木耐盐性鉴定. 山东农业大学学报, 1999, 30 (3): 296
- 14 顾迺良, 赵惠祥, 马继龙, 等. 珠眉海棠盐碱地适应范围应用. 天津农学院学报, 1996, 3 (3): 48~52
- 15 植物生理学会编. 植物生理学实验手册. 上海: 上海科技出版社, 1985. 57~59
- 16 Zhang J H, Davies W J. Does AISA in the xylem control the rate of leaf growth in soil-dried maize and sunflower plants? J. Exp. Bot., 1990, 41: 1125~1132
- 17 杨洪兵, 丁顺华, 邱念伟, 等. 耐盐性不同的小麦根和根茎结合部的拒 Na⁺ 作用. 植物生理学报, 2001, 27 (2): 179~185
- 18 Munns R. Physiological processes limiting plant growth in saline soil: some dogmas and hypotheses. Plant Cell and Environment, 1993, 16: 15~24

欢 迎 购 阅 下 列 新 书

- | | | |
|--|--|---|
| <p>1-1 《英汉生物学词汇》(第二版) 99 元</p> <p>1-2 《英汉/汉英生物化学词汇》30 元</p> <p>1-3 《拉汉英农业害虫名称》90 元</p> <p>1-7 《PCR 技术实验指南》(译) 110 元</p> <p>1-8 《植物生理与分子生物学》94 元</p> <p>1-9 《汉英生物学词汇》106 元</p> <p>1-10 《新英汉病毒学词典》36 元</p> <p>1-11 《蛋白质结构分析》(译) 46 元</p> <p>1-12 《生物化学制备技术》39 元</p> <p>1-13 《蛋白质电泳实验技术》29 元</p> <p>1-14 《分子遗传学》70 元</p> <p>1-17 《植物分子遗传学》(第二版) 88 元</p> <p>1-22 《英汉化学化工词汇》(第四版) 110 元</p> <p>1-24 《精编分子生物学实验指南》(译) 123 元</p> <p>1-25 《植物分子生物学实验指南》(译) 52 元</p> <p>1-26 《蛋白质纯化与鉴定实验指南》(译) 52 元</p> <p>1-27 《实用分子生物学方法手册》32 元</p> <p>1-31 《被子植物有性生殖图谱》96 元</p> <p>1-32 《基因工程原理》(第二版) 上册 58 元</p> <p>1-33 《基因工程原理》(第二版) 下册 78 元</p> <p>1-34 《基因及其表达》24 元</p> <p>1-38 《植物生殖遗传学》30 元</p> <p>1-39 《蛋白质技术手册》33 元</p> <p>1-41 《英汉生物化学及分子生物学词典》88 元</p> <p>1-42 《生物技术概论》23 元</p> <p>1-43 《分子细胞生物学》78 元</p> <p>1-44 《现代遗传学原理》77 元</p> <p>1-45 《分子克隆实验指南》(第三版英文原版) 1300 元</p> <p>1-48 《细胞信号转导》(第三版) 55 元</p> <p>1-50 《细胞实验指南》(译)(上、下) 244 元</p> <p>1-51 《拉汉英种子植物名称》(第 3 版) 134 元</p> <p>1-52 《分子克隆实验指南》(第三版) 187 元</p> <p>1-53 《生物信息学: 序列与基因组分析》82 元</p> <p>1-54 《生物化学技术原理及应用》(第三版) 45 元</p> <p>1-55 《基因工程》49 元</p> <p>1-56 《分子生物学》89 元</p> | <p>1-57 《微注射和转基因实验指南》66 元</p> <p>1-58 《真核生物转录调控——概念、策略和方法》86 元</p> <p>1-59 《DNA 与 RNA 基本操作技术》52 元</p> <p>1-60 《蛋白质组学: 从序列到功能》50 元</p> <p>1-62 《植物基因工程》(第 2 版) 97 元</p> <p>1-63 《基因组》55 元</p> <p>1-64 《植物数量性状遗传体系》57 元</p> <p>1-65 《体外培养的原理与技术》165 元</p> <p>2-1 《英汉农业大词典》218 元</p> <p>2-2 《英汉园艺学词典》23 元</p> <p>2-3 《花卉资源原色图谱》218 元</p> <p>2-5 《农业百科全书·观赏园艺卷》165 元</p> <p>2-6 《农业百科全书·果树卷》61 元</p> <p>2-8 《葡萄学》141 元</p> <p>2-9 《苹果学》176 元</p> <p>2-10 《柑橘学》207 元</p> <p>2-12 《中国水生蔬菜》62 元</p> <p>2-13 《花卉病虫害防治手册》42 元</p> <p>2-14 《花卉病虫害防治彩色图说》20 元</p> <p>2-15 《中国蔬菜花粉扫描电镜图解》40 元</p> <p>2-17 《中国科学技术专家传略》(农学编园艺卷 2) 57 元</p> <p>2-18 《中国科学技术专家传略》(农学编综合卷 2) 66 元</p> <p>2-27 《芽苗蔬菜生产技术图册》32 元</p> <p>3-4 《新编拉汉英植物名称》185 元</p> <p>3-6 《中国蔬菜品种志》(上、下) 卷 490 元</p> <p>4-1 《花卉无土栽培》23 元</p> <p>4-2 《花卉组织培养》23 元</p> <p>4-3 《花卉化学控制》23 元</p> <p>4-4 《花卉贮藏保鲜》23 元</p> <p>4-5 《月季》27 元</p> <p>4-6 《菊花》29 元</p> <p>4-7 《香石竹》31 元</p> <p>4-8 《球根类》37 元</p> | <p>4-9 《多浆花卉》48 元</p> <p>4-10 《宿根花卉》44 元</p> <p>4-11 《温室花卉》52 元</p> <p>4-12 《藤蔓花卉》37 元</p> <p>4-13 《中小型苗圃林木繁育实用技术手册》25 元</p> <p>4-14 《中国果树志·枣卷》56 元</p> <p>4-15 《中国果树志·李卷》100 元</p> <p>4-16 《中国果树志·核桃卷》76 元</p> <p>4-17 《中国果树志·山楂卷》56 元</p> <p>4-18 《中国果树志·荔枝卷》67 元</p> <p>4-19 《中国果树志·龙眼、枇杷卷》80 元</p> <p>4-20 《中国果树志·梅卷》68 元</p> <p>4-21 《中国果树志·苹果卷》134 元</p> <p>4-22 《中国果树志·桃卷》110 元</p> <p>4-29 《中国果树志·杏卷》165 元</p> <p>4-23 《中国木本植物种子》200 元</p> <p>4-24 《新型芽苗菜——体芽菜生产技术图册》40 元</p> <p>4-25 《室内观赏植物(装饰、养护、欣赏)》76 元</p> <p>4-26 《室内观赏植物及装饰》(第二版) 21 元</p> <p>4-27 《苹果树整形修剪和病虫害防治技术》(第二版) 16 元</p> <p>4-28 《枣树丰产栽培管理技术》(第二版) 21 元</p> <p>5-1 《中国蔬菜病虫原色图谱》(第三版·无公害) 69 元</p> <p>5-2 《中国蔬菜病虫原色图谱续集》(第二版) 89 元</p> <p>5-3 《中国果树病虫原色图谱》60 元</p> <p>5-4 《中国花卉病虫原色图鉴》(上、下) 158 元</p> <p>5-5 《中国果树病虫原色图谱》(第二版) 101 元</p> <p>* 《园艺学报》2000 增刊 10 元</p> <p>* 《园艺学报》2001 增刊 10 元</p> <p>* 《园艺学报》2002 增刊 10 元</p> |
|--|--|---|

以上价格已含邮资。购书者请通过邮局汇款至北京中关村南大街 12 号《园艺学报》编辑部, 邮编: 100081。