

作物抗盐机制研究

II. 小麦对盐分离子的吸收与运移*

杨劲松^{1,2} 陈德明² 沈其荣¹

(1 南京农业大学资源与环境科学学院, 南京 210095; 2 中国科学院南京土壤研究所, 南京 210008)

STUDY ON MECHANISMS OF SALT RESISTANCE OF CROP

II. IONIC ABSORPTION AND TRANSLOCATION OF FIVE WHEAT VARIETIES

Yang Jing-song^{1,2} Chen De-ming² Shen Qi-rong¹

(1 College of Natural Resources and Environmental Sciences, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095;

2 Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008)

关键词 离子运移, 小麦, 抗盐性, 机制

中图分类号 S156.4

我国有着包括沿海滩涂在内的丰富的盐渍土资源。盐渍土开发利用后, 通过自然淋盐、人工加速淋盐过程, 其总体上向脱盐化方向演进。随着盐渍土脱盐过程的进一步发展, 盐渍土的农业种植利用逐渐成为可能。而利用作物的抗性^[1, 2]可促进盐渍土的农业利用。

作物在适应盐渍环境的过程中能产生较强的抗盐力, 并形成特定的抗盐机制。盐分胁迫下, 作物除易感受盐分离于过多产生的直接毒害外, 还易感受土壤溶液中盐分离于浓度过高造成植物生理干旱与作物生长代谢所必需的矿质营养元素竞争性吸收^[3, 4], 从而影响营养元素选择性吸收的有效性。K/Na 的选择性与抗盐力有着联系, 而这种选择性与盐分胁迫下作物膜系统的稳定性和完整性有关, 因此可通过盐分胁迫下作物的 K/Na 选择性及其与抗盐力的联系来分析作物膜系统的稳定性及与之相联系的作物抗盐机制。K⁺ - Na⁺ 交换对抗盐性的意义因植物而异。滨藜属植物等, 其地上部分含有大量的 Na⁺, 并能在 Na⁺ 存在条件下有良好的生长表现, 这些植物中 K⁺ - Na⁺ 交换对抗盐性的意义不大; 而一些抗盐植物则通过限制 Na⁺ 进入地上部分来获得抗盐性。本文通过盐渍条件下小麦对土壤盐分离于吸收与转运规律的研究, 阐明作物的抗盐机制, 为抗盐作物进一步研究与应用提供依据。

* 国家重点基础研究发展规划项目(G1999011803)资助

收稿日期: 2001-07-29; 收到修改稿日期: 2002-03-27

1 材料与方法

1.1 试验材料和设计

参见文献[5]。

1.2 分析测试

植株样品用沸水浸提制备待测液^[6]。待测液中的 Cl^- 用莫尔法测定, Na^+ 用火焰光度法测定。

2 结果和分析

2.1 盐渍条件下小麦干物质积累速率与抗盐性

随土壤含盐量增加, 苗期各小麦相对干物质积累速率呈降低趋势。在土壤含盐量为

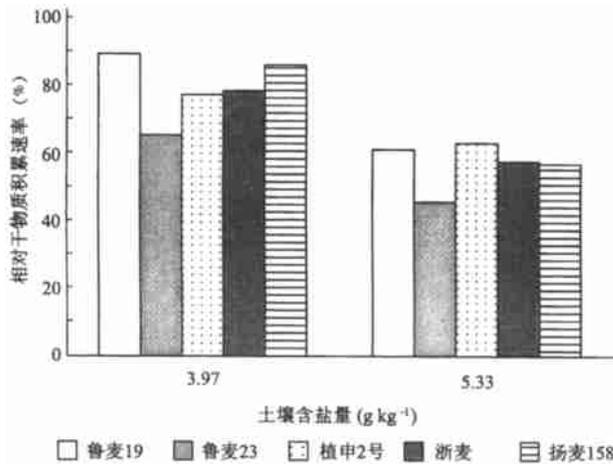


图1 不同小麦相对干物质积累速率

3.97 g kg^{-1} 时,“鲁麦 19”和“扬麦 158”相对干物质降低幅度最小;而在土壤含盐量为 5.33 g kg^{-1} 时,“植申 2号”和“鲁麦 19”相对干物质降低幅度较小;土壤含盐量为 3.97 g kg^{-1} 和 5.33 g kg^{-1} 时,均以“鲁麦 23”相对干物质降低幅度最大(图 1)。作物相对干物质积累速率基本上可以反映出其表观抗盐性,即土壤含盐量为 3.97 g kg^{-1} 和 5.33 g kg^{-1} 时,分别以“鲁麦 19”和“扬麦 158”或“植申 2号”和“鲁麦 19”地上部相对生物量降幅较小,而“鲁麦 23”地上部相对生物量降幅

最大。

2.2 不同小麦品种离子吸收运移特征与抗盐机制

土壤盐分胁迫下,作物除易感受土壤高浓度含盐基质产生的渗透压胁迫外,还易感受盐分离子过多产生的毒害作用。抗盐作物在适应土壤盐分胁迫过程中,能通过各种层次的膜系统限制离子的根系吸收或限制根系吸收后的运移以及运移后在作物地上部器官中的分布,从而形成各种适合作物自身特点的避盐或拒盐机制。

2.2.1 不同小麦品种对盐离子的渗透性与抗盐性

由于作物根细胞质膜特定的组成,或在盐渍生态环境中改变其膜组成,减少对外界盐离子的渗透性,阻止外界盐离子进入作物体内,因而表现为根部较强的拒盐与抗盐特性。图 2-1, 2, 3 表明土壤含盐量为 1.25~ 3.97~ 5.33 g kg^{-1} 时土壤与不同小麦品种整株 Cl^- 含量状况,由此可反映出小麦根系对 Cl^- 的渗透性与整株拒 Cl^- 特性。在土壤含盐量为 1.25 g kg^{-1} 时,“鲁麦 23”整株 Cl^- 含量最高,表明其根系对 Cl^- 的渗透性最大,其根部拒 Cl^- 能力较差;而“鲁麦 19”与“鲁麦 23”则完全相反。当土壤含盐量为 3.97 g kg^{-1} 和 5.33 g kg^{-1} 时,以“鲁麦 23”整株 Cl^- 含量较高,表明其根系对 Cl^- 的渗透性均最大,其根部拒 Cl^- 能力均较差;而随着土壤含盐量的增加,“植申 2号”根系对 Cl^- 的渗透性增大,其根部拒 Cl^- 能力减小,但仍耐受较

高的 Cl^- 。而“鲁麦19”整株 Cl^- 含量较低,表明其根系对 Cl^- 的渗透性较小,其根部拒 Cl^- 能力较强,因而抗盐性较强。

图2-4表明土壤含盐量为 1.25 g kg^{-1} 时土壤与不同小麦品种整株 Na^+ 含量状况,由此可反映出小麦根系对 Na^+ 的渗透性与整株拒 Na^+ 特性。同样的,不同作物对 Na^+ 的渗透性也存在差异。 Na^+ 在各小麦品种中的渗透性与 Cl^- 完全相同。

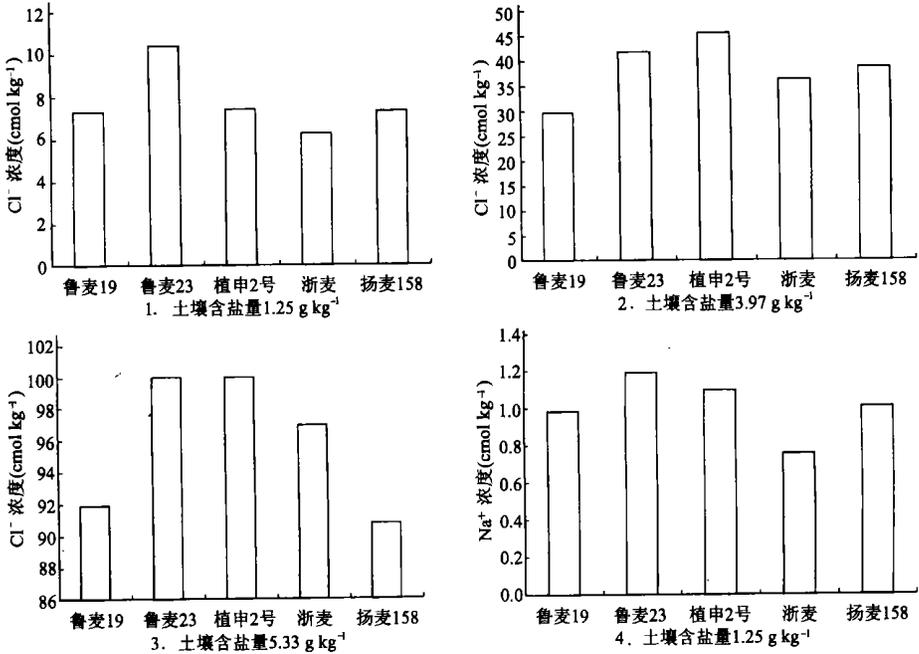


图2 小麦整株 Cl^- 和 Na^+ 浓度

2.2.2 盐离子从根部向地上部的运移与抗盐性 图3-1, 2, 3表明土壤含盐量为 $1.25\sim 3.97\sim 5.33\text{ g kg}^{-1}$ 时不同小麦品种根部与地上部 Cl^- 含量状况,由此可反映 Cl^- 由小麦根部向地上部运移及地上部拒 Cl^- 特性。由此可以看出不同小麦品种对 Cl^- 的运移存在差异。在土壤含盐量为 1.25 g kg^{-1} 时,“鲁麦23”地上部 Cl^- 含量远较根部 Cl^- 含量高,表明有较多的 Cl^- 由根部向地上部运移,其地上部拒 Cl^- 能力较差,且不耐 Cl^- ,抗盐性较差;而“鲁麦19”地上部 Cl^- 含量较根部 Cl^- 含量低得多,表明在该土壤含盐量下“鲁麦19”地上部拒 Cl^- 能力较强,因而抗盐性较强。当土壤含盐量为 3.97 g kg^{-1} 时,仍以“鲁麦19”地上部 Cl^- 含量较根部 Cl^- 含量低得多。土壤含盐量为 5.33 g kg^{-1} 时,以“鲁麦23”和“植申2号”地上部 Cl^- 含量相对较高,根部 Cl^- 含量相对较低,表明极端土壤含盐量下这两种小麦有较多的 Cl^- 由根部向地上部运移,其地上部拒 Cl^- 能力较差,其中 Cl^- 由根部向地上部运移后“鲁麦23”耐 Cl^- 能力较差;“鲁麦19”则表现为地上部 Cl^- 含量相对较低,根部 Cl^- 含量相对较高,表明其地上部拒 Cl^- 能力较强,因而抗盐性较强。

图3-4表明土壤含盐量为 1.25 g kg^{-1} 时不同小麦品种根部与地上部 Na^+ 含量状况,由此可以反映 Na^+ 由小麦根部向地上部运移及地上部拒 Na^+ 特性。同样的,不同作物对 Na^+ 的运移也存在着差异。它与 Cl^- 在小麦中的运移情况相同。

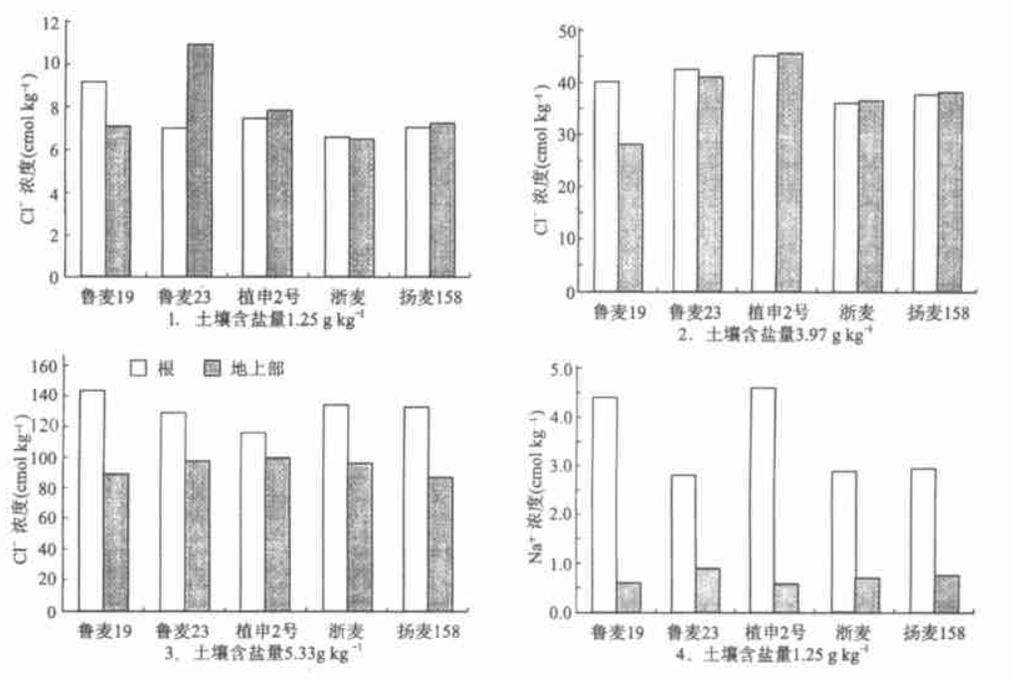


图3 小麦根与地上部 Cl^- 和 Na^+ 浓度

3 结论

“鲁麦 19”对土壤盐分离子的渗透性较小,其根部拒盐能力较强,反映在整株 Na^+ 、 Cl^- 含量上较低,且盐离子进入根部后,较少向地上部运移,反映在其地上部 Na^+ 、 Cl^- 含量明显低于根部。这表明“鲁麦 19”较强的抗盐性与其对土壤盐分离子的渗透性低,以及盐分吸收后较少向地上部运移的机制有关。

“鲁麦 23”根系对土壤盐分离子的渗透性较大,其根部拒盐能力较差,且盐分吸收后有较多的盐离子由根部向地上部运移,反映在整株 Na^+ 、 Cl^- 含量较高,并且对 Na^+ 、 Cl^- 的耐性较差。而随着土壤含盐量的增加,“植申 2 号”根系对盐分离子的渗透性增大,其根部拒盐能力减小,但盐分向地上部运移后,其对盐离子仍有较高的耐性,这可能与吸收和运移盐离子进行渗透调节等机制有关。

参 考 文 献

1. 谢承陶. 盐渍土改良原理与作物抗性. 北京: 中国农业科技出版社, 1993
2. Arunin S *et al.* Management of coastal salt affected soils in Thailand. In: Proceedings of the International Workshop on Integrated Soil Management for Sustainable Use of Salt Affected Soils, Manila, The Philippines, 1995. 199~ 211
3. Shama S K, Gupta I C. Saline Environment and Plant Growth. Agro. Botanical Publishers, 1986. 63~ 77
4. 刘友良. 植物水分逆境生理. 北京: 农业出版社, 1992. 109~ 127
5. 杨劲松, 陈德明, 沈其荣. 作物抗盐机制研究 I. 小麦水分保持与质膜渗透性. 土壤学报, 2002, 39(4): 524~ 528
6. 王宝山, 赵可夫. 小麦叶片中 Na, K 提取方法的比较. 植物生理学通讯, 1995, 31(1): 50~ 52