

作物抗盐机制研究

I. 小麦水分保持与质膜渗透性*

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)

摘 要 运用盆栽试验方法, 对五种小麦品种的抗盐性及其机理进行了研究。研究表明, 盐分胁迫下抗盐小麦的蒸腾组织具有相对较高的蜡质含量、肉质化指数和叶相对含水量, 因而保水抗盐能力较强。本试验中以“鲁麦 19”和“植申 2 号”的抗盐力较强, 而其上述三种指标最高; “鲁麦 23”则完全相反。小麦抗盐性还与其叶表面质膜组织有关。抗盐性强的小麦具有较高的质膜稳定性, 影响其在盐渍条件下对盐离子的透性, 即影响叶电解质渗透值和相对电解质外渗率。

关键词 水分保持, 质膜透性, 小麦, 抗盐机制

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。本文通过对盐渍条件下小麦的水分生理特征进行研究, 以阐明作物的响应与抗盐机制, 为抗盐作物进一步研究与应用提供依据。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

试验采用的两种土壤均取自江苏如东滩涂垦区。其中土壤 S₁ 为发育于浅海沉积物母质的表层脱盐化潮土的耕层土壤(0~20 cm), 其土壤浸提液(1:5) pH 7.42, 电导率 0.353 dS m⁻¹, 土壤含盐量 1.25 g kg⁻¹; 土壤 S₂ 为表层弱脱盐化草甸滨海盐渍潮土的耕层土壤(0~20 cm), 其土壤浸提液(1:5) pH 7.87, 电导率 1.156 dS m⁻¹, 土壤含盐量 3.97 g kg⁻¹。试验小麦采用“鲁麦 19 号”、“鲁麦 23 号”、“植申 2 号”、“浙麦”和“扬麦 158”等。

1.2 试验设计

本试验在控制条件下进行。取内径 15 cm、高 18 cm 的瓷钵, 每盆装入土壤 3.0 kg。根据作物养分需求与土壤养分状况, 每盆加入尿素 0.90 g 及磷酸二氢铵 0.57 g。试验时以蒸馏水补给土壤水分, 保持各

* 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: 2002-01-12

处理相同的水分状况。试验小麦种子经 25℃ 恒温催芽后,每盆等量播种,并在齐苗后每盆定苗为 12 株。试验共设 3 个含盐量水平处理,即对照含盐量水平(1.25 g kg⁻¹)、中等含盐量水平(3.97 g kg⁻¹)和较高含盐量水平(5.33 g kg⁻¹)。各小麦的对照含盐量处理及中等含盐量处理,分别采用来自江苏沿海滩涂区的表层脱盐化及表层弱脱盐化潮土的耕层土壤(0~20 cm),较高含盐量处理则在原有表层弱脱盐化潮土耕层土壤含盐量的基础上,用 20 gL⁻¹ 咸水灌溉使其进一步盐化,灌溉盐化在小麦三叶期开始分期进行,盐化后土壤含盐量达 5.33 g kg⁻¹。试验重复五次。

1.3 分析测试

质膜渗透性用电导法测定,以相对电解质外渗率表示^[3]。蜡质含量按 Kumar 和 Sridhar 的方法进行测定。

2 结果和分析

2.1 盐渍条件下小麦水分特征与抗盐性

土壤盐分胁迫下,作物易感受水分胁迫。作物的水分生理特征变化趋势反映了作物抗盐机制,作物水分生理特征变化趋势大小在一定程度上反映了作物的抗盐能力。而作物水分生理特征受角质层蜡质含量、肉质化程度、相对含水量等影响。

2.1.1 蜡质含量 植物气态水分运动主要表现为蒸腾作用。蒸腾作用受叶阻力和空气界面层阻力的影响,而叶阻力受角质层影响。蜡质位于角质层外表面,是植物与其环境进行接触交换的最后屏障^[4]。角质层对于蒸腾的影响主要决定于含蜡量。不同作物,同一作物在不同环境中,含蜡量变化很大。作物叶片蜡质含量在一定程度上反映了作物保持水分能力的强弱。

图 1 为盐分胁迫下小麦叶片蜡质含量特征。结果显示,土壤含盐量 3.97 g kg⁻¹ 时小麦叶片蜡质含量较土壤含盐量 1.25 g kg⁻¹ 时的蜡质含量有不同程度增加,表明土壤盐分胁迫能促进小麦蒸腾组织蜡质含量的提高,从而不同程度地提高土壤盐分胁迫下小麦保持水分的能力。土壤含盐量为 1.25 g kg⁻¹ 时,小麦叶片蜡质含量以“植申 2 号”最高,而以“鲁麦 19”最低,随着土壤含盐量增加,叶片蜡质含量则以“鲁麦 19”最高。同时蜡质含量的增量也以“鲁麦 19”最大,表明“鲁麦 19”具有较强的保持水分缓解盐害的能力。

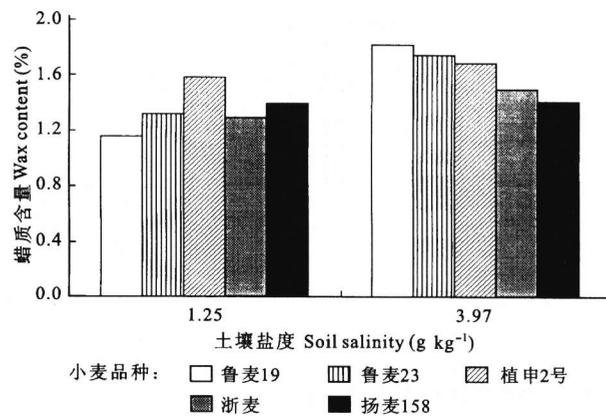


图 1 盐分胁迫下小麦叶蜡质含量

Fig.1 Wax content of leaf of five wheat varieties under salt stress

2.1.2 肉质化指数 盐分胁迫下植物肉质化趋势的大小与其抗盐性呈正相关^[5]。图 2 为盐分胁迫下小麦叶片肉质化指数。除“鲁麦 23”的叶片肉质化指数有所降低外,土壤含盐量 3.97 g kg⁻¹ 时小麦叶片肉质化指数均不同程度增加,表明小麦在盐分胁迫下具有不

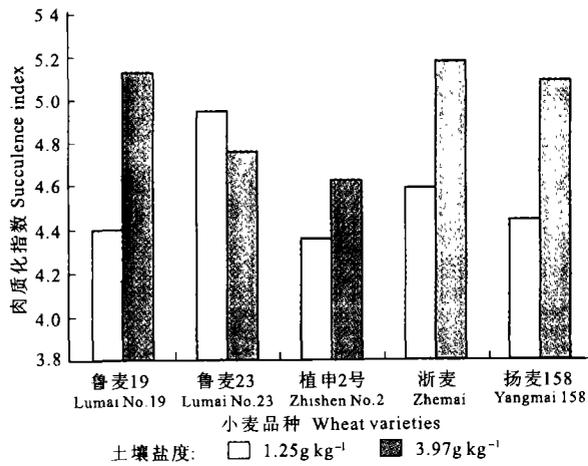


图2 盐分胁迫下小麦叶肉质化指数

Fig. 2 Succulence index of leaf of five wheat varieties under salt stress

同程度的避盐能力。除“鲁麦 23”外,盐分胁迫下小麦叶片肉质化指数以“浙麦”、“鲁麦 19”和“扬麦 158”最高,而以“植申 2 号”的叶片肉质化指数最低;叶片肉质化指数的增量则以“鲁麦 19”、“扬麦 158”和“浙麦”最大,而同样以“植申 2 号”的叶片肉质化指数增量最小。

2.1.3 相对含水量 相对含水量是作物组织水重占饱和组织水重的百分率^[5]。图 3 为盐分胁迫下小麦叶片相对含水量。土壤含盐量 5.33 g kg⁻¹时小麦叶片相对含水量均降低,且以“鲁麦 19”和“植申 2 号”最高,而以“鲁麦

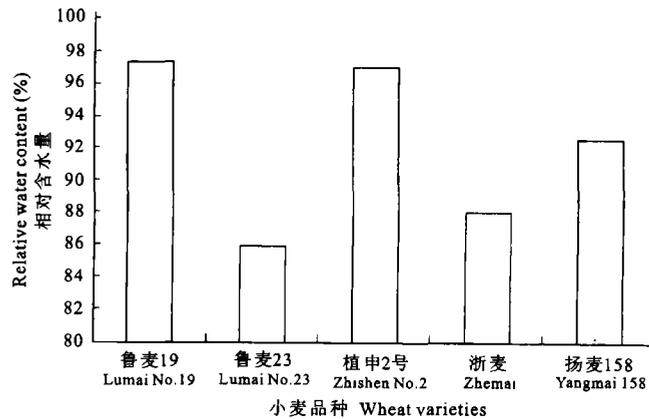


图3 盐分胁迫下小麦叶相对含水量

Fig. 3 Relative water content of leaf of five wheat varieties under salt stress

2.2 质膜渗透性与抗盐性

土壤盐分胁迫下,作物除易感受高浓度含盐基质产生的渗透胁迫外,还易感受盐离子过多产生的毒害作用。这种毒害作用最为直接的是引起作物物质膜组成及结构的改变,并由此引起作物物质膜稳定性与功能的改变,导致质膜渗透性增大。盐分胁迫下作物维持质膜系统的稳定性的能力与抗盐力有着内在的联系。

2.2.1 电解质渗透值 土壤盐分胁迫下,由于盐分的存在,而显示作物物质膜的电解质渗透。在土壤含盐量为 1.25 g kg⁻¹时,以“鲁麦 23”的电解质渗透值最高,而以“鲁麦 19”、“植申 2 号”和“浙麦”的电解质渗透值最低(图 4)。

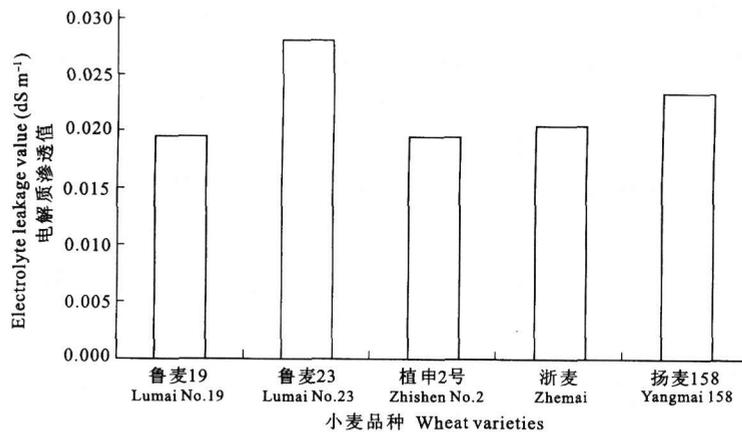


图4 盐胁迫下小麦叶电解质渗透值

Fig.4 Electrolyte leakage value of leaf of five wheat varieties under salt stress

2.2.2 相对电解质外渗率 相对电解质外渗率指电解质向体外渗透量占作物体内电

解质总量的份额。相对电解质外渗率可衡量盐胁迫下作物的质膜通透性与稳定性。研究表明,随着土壤含盐量增加,小麦叶片相对电解质外渗率随之增加(图5)。在土壤含盐量为 3.97 g kg^{-1} 时,以“鲁麦23”的相对电解质外渗率最高,其次为“扬麦158”、“浙麦”、“植申2号”和“鲁麦19”;在土壤含盐量为 5.33 g kg^{-1} 时,仍以“鲁麦23”的相对电解质外渗率最高,其次为“扬麦158”、“浙麦”、“鲁麦19”和“植申2号”(图5)。由此可见,不同品种小麦体内电解质(含盐类离子)的外渗率随着土壤含盐量(或土壤溶液浓度)的增高而增大,外渗率高者,则显示其抗盐性弱,小麦抗盐力的大小与其相对电解质外渗率即质膜的稳定性有关,维持较强的质膜稳定性是小麦抗盐的机制。

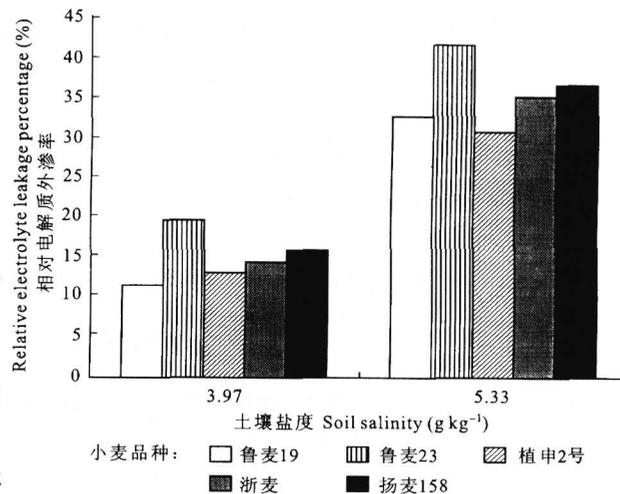


图5 盐胁迫下小麦相对电解质外渗率

Fig.5 Relative electrolyte leakage percentage of five wheat varieties under salt stress

3 结论

随着土壤含盐量增加,小麦抗盐性的强弱与其叶蜡质含量、肉质化指数和相对含水量的增量呈正相关,而与质膜渗透性呈负相关。本试验结果表明,“鲁麦19”和“植申2号”

的抗盐力较强,其叶蜡质含量、肉质化指数和相对含水量较高;而“鲁麦 23”上述指标则较低,其较弱的抗盐力与其较低的保持水分缓解盐害的能力有关。盐分胁迫下小麦抗盐力与其维持质膜系统稳定性的能力也有着内在联系。“鲁麦 19”、“植申 2 号”等抗盐性强的小麦具有较高的质膜稳定性,因而电解质渗透值和相对电解质外渗率最低;而“鲁麦 23”等抗盐力相对较弱的小麦,其电解质渗透值和相对电解质外渗率最高。这反映了小麦抗盐力的大小与其质膜渗透性有关。

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. 184 ~ 329
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. 张宪政, 谭桂茹, 黄元极等. 植物生理学实验技术. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 1989. 59 ~ 62
4. 李雄彪. 角质层的生化特征及其结构和功能. 植物生理学通讯, 1992, 28(1): 10 ~ 14
5. 赵可夫. 植物抗盐生理. 北京: 中国科学技术出版社, 1993. 136 ~ 138

STUDY ON MECHANISMS OF SALT RESISTANCE OF CROP I. WATER RETENTION AND MEMBRANE PERMEABILITY 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*)

Summary

Pot culture experiment was conducted to study salt resistance and mechanisms of five wheat varieties. The mechanisms of salt resistance were set forth by means of determining and analyzing the water retention indexes such as wax content of leaf(WC), succulence index(SI) and relative water content of leaf(RWC), and membrane stability indexes such as electrolyte leakage value of leaf(ELV) and relative electrolyte leakage percentage of leaf(RELP). The results obtained showed that the salt-resistant wheat varieties were of relatively higher wax content, succulence index and relative water content while grown under saline condition, so they performed stronger ability to retent water and fight against salt injury. The strong ability of salt resistance of “Lumai No. 19” and “Zhishen No. 2” was relevant to their higher wax content in leaf, succulence index and relative water content. The situation was contrary for “Lumai No. 23”. The strong ability of salt resistance was also relevant to the higher stability of membrane tissue. Salt-resistant wheat varieties “Lumai No. 19” and “Zhishen No. 2” were of lower electrolyte leakage value of leaf and relative electrolyte leakage percentage and higher stability of membrane.

Key words Water retention, Membrane permeability, Wheat, Salt-resistance mechanism