

干旱胁迫下玉米根系活力和膜透性的变化

刘海龙, 郑桂珍, 关军锋, 李广敏*

(河北省农林科学院农业物理生理生化研究所, 河北 石家庄 050051)

摘要: 研究了干旱胁迫下盆栽玉米叶片含水量、根系活力和质膜透性的变化, 结果表明: 干旱胁迫下, 玉米叶片相对含水量下降, 叶片及根系质膜透性上升, 根系活力下降; 并且, 下部幼根的质膜透性比上部老根上升快, 同时其活力下降也快于上部老根。

关键词: 玉米; 干旱胁迫; 质膜透性; 根系活力; 相对含水量

中图分类号: S513 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7091(2002)02-0020-03

世界范围的干旱问题日益严重, 是制约农业生产的主要逆境因子。据统计, 干旱造成的粮食减产位于各种自然灾害之首。因此, 研究作物对干旱的生理响应规律和适应性一直是热点课题。根系是植物生命活动中的重要器官, 与植物的生长和产量的形成有密切的关系。长期以来, 人们大多只注意到植物地上部对干旱的生理反应, 而对地下部根系的了解还相对较少^[1]。近 20 年来, 国内外将根系研究作为进一步提高农作物生产力的一个极具潜力的基础性科研课题, 开展了一系列研究, 并取得了一些进展^[2~4]。但由于根系生长的特殊性及其研究技术手段的局限性, 与地上部研究相比, 对根系生理变化的研究还相对较少。本研究通过测定干旱胁迫下玉米幼苗不同部位根的膜透性和根系活力, 结合叶片水分的变化, 探讨了干旱胁迫下根的不同部位的生理响应及其与地上部的关系。

1 材料和方法

1.1 材料

采用玉米冀丰 58 品种为试验材料。选取子粒饱满、无残缺的玉米种子, 播种于内径 20 cm、高 20 cm 的花盆中, 待幼苗长出后, 每盆留 3 株, 每周浇透水一次。当幼苗长至 55~60 cm 高时, 停止浇水进行干旱处理, 对照继续供水, 保持土壤水分湿润。取完整根系和顶部第一片成熟叶测定以下各指标, 具体取根时先将沙土洗净, 然后等分为上下两部分, 剪取后待用, 每 3 d 取样 1 次。

1.2 方法

相对含水量和质膜透性的测定: 采用张志良^[5]的方法, 质膜透性用 DDS-11A 型电导率仪测定, 膜伤害率(%)按下式计算: 伤害率(%) = (处理质膜透性 - 对照质膜透性) / 对照质膜透性 × 100; 根系活力的测定: 采用 TTC 法^[6]。

收稿日期: 2001-10-02

基金项目: 国家科技部特别支持项目

作者简介: 刘海龙(1973-), 男, 在读硕士研究生, 主要从事作物抗旱生理研究工作。* 为通讯作者。

2 结果与分析

2.1 干旱胁迫下玉米叶片相对含水量的变化

正常水分条件下，叶片含水量基本保持稳定。干旱胁迫下，叶片含水量迅速下降，6 d 时降至 55%，明显低于对照(图 1)。

2.2 干旱胁迫下玉米质膜相对透性的变化

正常水分条件下，玉米苗各部分质膜相对透性基本稳定，但下部幼根质膜相对透性低于上部老根，这说明下部幼根的质膜完整性好于上部老根，可能是由于上部老根部分衰老的原因。干旱胁迫下，玉米苗叶片和根系的质膜相对透性上升：叶片升至 30%，上部老根升至 49%，下部幼根升至 38%(图 2)。按膜伤害率计算则分别为：叶片 88%，上部老根 170%，下部幼根 220%。这说明干旱胁迫下，叶片和根系分别受到了不同程度的伤害，下部幼根的膜伤害率高于上部老根。总的来看，根部膜伤害率又高于叶片。其原因可能在于土壤干旱刺激直接作用于根部，使根部细胞受到较重伤害，细胞膜破裂，电解质外渗多。由于下部幼根系新生幼嫩组织，对干旱胁迫较为敏感，受到的伤害更为严重。而叶片则可通过卷曲避光、气孔调节等方式降低水分蒸腾，进行自我保护，所以膜伤害率低于根部。同时，茎部的水分可能对叶片缺水造成的伤害起到一定的缓冲作用。显然，在干旱过程中根系质膜所受伤害重于地上部，这一点应该引起足够重视。

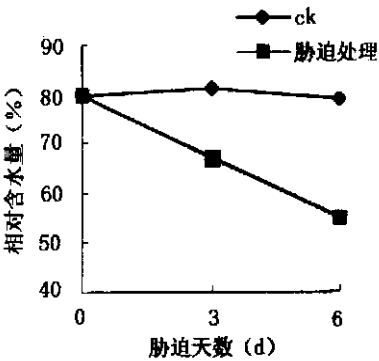


图 1 干旱胁迫下玉米叶片相对含水量的变化

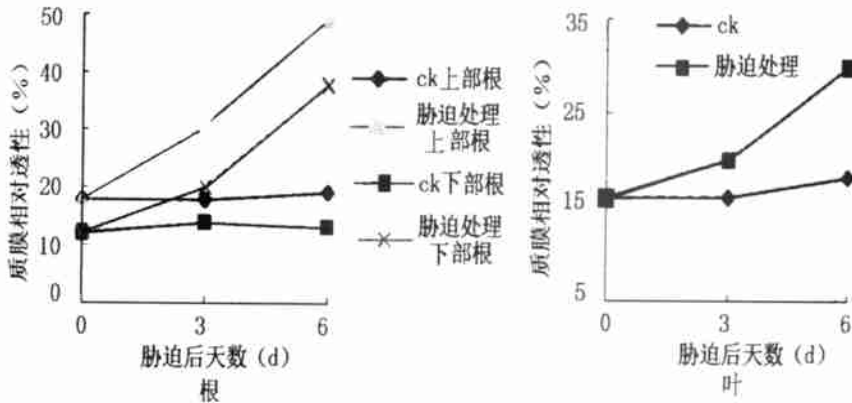


图 2 干旱胁迫下玉米苗质膜相对透性的变化

2.3 干旱胁迫下玉米根系活力的变化

正常水分条件下，下部幼根根系活力(以干重计)高于上部老根，这说明玉米幼根的活力高于上部老根。干旱胁迫下，无论是下部幼根还是上部老根根系活力均明显下降，下部幼根下降了 59%，上部老根下降了 49%(图 3)。说明，幼根对干旱更敏感。

根系活力泛指根系的吸收、合成、氧化和还原能力等，是一种客观地反映根系生命活动的生理指标。TTC 还原能力测定的是与呼吸有关的琥珀酸脱氢酶，所以 TTC 还原能力与呼

吸作用有一定的相关性^[7]。一般来讲, 幼嫩组织呼吸强度要高于成熟或老化组织, 所以在正常供水时, 玉米幼根根系活力高于上部老根。随着根的老化, 将逐渐失去吸收能力, 而仅保持输送能力。随着干旱程度的加重, 细胞受到伤害, 代谢紊乱, 这直接影响到根系活力, 使根系活力下降。而下部幼根对干旱刺激更加敏感, 所以其下降幅度也较大。这意味着根系活力与抗旱性是密切相关的, 因此, 如何发挥根系功能是重要的。至于影响根系活力的有关因素, 正在研究之中。

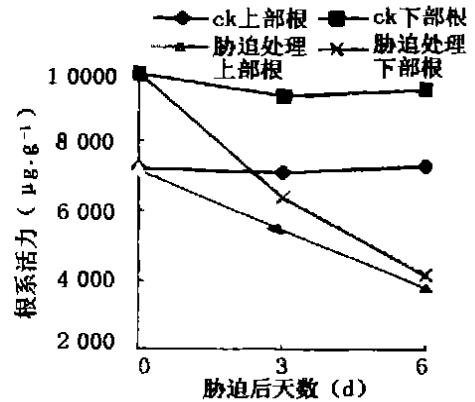


图3 干旱胁迫下玉米根系活力的变化

参考文献:

- [1] 关军锋, 李广敏. 干旱胁迫下根系功能的表达与调节[J]. 中国基础科学, 2001, (3): 25– 28.
- [2] Feldman I J. Regulation of root development[J]. Ann Rev Plant Physiol, 1984, 35: 223– 242.
- [3] Kramer P J. Water Regulation of Plant[M]. New York: Academic Press, 1983.
- [4] 斯琴巴特尔, 吴红英. 不同逆境对玉米幼苗根系活力及硝酸还原酶活性的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2002, 19(2): 67– 70.
- [5] 张志良. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 1990. 65– 68.
- [6] 袁晓华, 杨中汉. 植物生理生化实验[M]. 北京: 高等教育出版社, 1983. 128– 133.
- [7] 张 雄. 用TTC(红四氮唑)法测定小麦根和花粉活力及其应用[J]. 植物生理学通讯, 1982, 3: 48– 50.

Changes of Root Activity and Membrane Permeability Under Drought Stress in Maize

LIU Hai long, ZHENG Gui zhen, GUAN Jur feng, LI Guang min

(Institute of Agror Physics, Plant Physiology and Biochemistry, Hebei Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Shijiazhuang 050051, China)

Abstract: Changes of the leave relative water content, roots activity and plasma membrane permeability under drought stress in pod-cultivated maize seedling were studied. The results showed that the leave relative water content and roots activity decreased, the plasma membrane permeability of leave and roots increased under drought stress in maize, and the plasma membrane permeability increased, as well as roots activity decreased in the lower younger roots more rapidly than those in the upper older roots.

Key words: Maize; Drought stress; Plasma membrane permeability; Roots activity; Relative water content