

# 干旱胁迫与复水对玉米苗期渗透调节物质及抗氧化酶的影响

刘志芳<sup>1,2</sup>, 张春梅<sup>1,2</sup>, 闫治斌<sup>3</sup>, 秦嘉海<sup>1,2</sup>

(1. 河西学院农业与生物技术学院, 甘肃 张掖 734000; 2. 甘肃高校河西走廊特色资源利用省级重点实验室, 甘肃 张掖 734000; 3. 甘肃省敦煌种业股份有限公司, 甘肃 酒泉 735000)

**摘要:** 以掖单13号(抗旱性弱)和农大108(抗旱性强)为试材, 采用盆栽控水的方法, 研究了不同程度的干旱胁迫与复水条件对玉米苗期渗透调节物质及抗氧化酶的影响。结果表明, 玉米苗期可溶性糖、蛋白质和脯氨酸的积累与品种的抗旱性呈负相关, 抗旱性与水分胁迫下抗氧化酶类活性呈显著负相关, 其中SOD和POD为主要抗氧化酶。

**关键词:** 玉米; 干旱; 复水; 抗氧化酶; 渗透调节物

**中图分类号:** S513 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1463(2014)01-0003-04

[doi:10.3969/j.issn.1001-1463.2014.01.001](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2014.01.001)

## Effects of Drought Stress and Water Recovering on Osmotic Regulation Substances and Antioxidant Enzymes of Corn Seedlings

LIU Zhi-fang<sup>1,2</sup> ZHANG Chun-mei<sup>1,2</sup> YAN Zhi-bin<sup>3</sup>, QIN Jia-hai<sup>1,2</sup>

(1. College of Agriculture and Biology Technology, Hexi University, Zhangye Gansu 734000, China; 2. Gansu Provincial Key Laboratory of Characteristics Resources Utilization for Gansu's Universities in Hexi Corridor; Zhangye Gansu 734000, China; 3. Gansu Dunhuang Seed Seed Company, Jiuquan Gansu 735000, China)

**Abstract:** In the present paper we studied the effects of different degrees drought stress and water recovering on osmotic regulation substances and antioxidant enzymes by using cultivars, Yedan 13 and Nongda 108 as test materials. The results showed that there was a negative correlation between soluble sugar, protein, accumulation of proline and drought resistance. Moreover, there was a negative correlation between drought resistance and antioxidant enzymes. In addition, the main antioxidant enzyme are superoxide dismutase(SOD) and peroxidase(POD) in corn seedling stage under drought stress and water recovering conditions.

**Key words:** Corn; Drought; Water recovered; Antioxidant enzymes; Osmotic regulation substances

干旱胁迫是影响植物生长发育的主要因子, 随着全球气温的升高, 干旱胁迫对植物的影响越来越突出<sup>[1-2]</sup>, 因此, 研究干旱胁迫对植物的影响在理论和生产实践上均有重要意义。植物细胞维持正常的生理功能必须有一定的水分, 表现出一定的膨压<sup>[3]</sup>; 渗透调节是指在低水势条件下, 细胞可在一定程度上通过降低渗透势来平衡水势的降低以维持膨压, 从而保证细胞执行正常生理功能的一种内在调节机制<sup>[4]</sup>。研究证实, 在干旱胁迫下, 一些植物可在一定的水势变化范围内通过渗透势的改变来维持膨压, 叶片可大量累积脯氨酸、增加可

溶性糖含量来抵御干旱的影响<sup>[5]</sup>。我们以2个耐旱性不同的玉米品种为材料, 研究干旱胁迫及复水对玉米幼苗渗透调节物质的影响以及相对含水量、水势、细胞膜透性与玉米耐旱性之间的关系, 以期为玉米耐旱性指标体系的建立提供参考依据。

### 1 材料与方法

#### 1.1 供试材料

供试玉米品种为掖单13号(抗旱性弱)和农大108(抗旱性强)。

#### 1.2 试验方法

将精选、漂洗好的玉米种子置于28℃恒温箱

收稿日期: 2013-09-16

基金项目: 国家科技部“十二五”支撑计划项目“玉米、棉花、油菜新品种规模化制种基地建设”(2011BAD35B10); 甘肃省高校河西走廊特色资源利用省级重点实验室项目(XZ1002); 甘肃省高等学校2010年研究生导师科研项目(1009B-05)资助

作者简介: 刘志芳(1973—), 女, 甘肃山丹人, 副教授, 主要从事植物营养生理研究工作。联系电话: (0936)8280782。

通讯作者: 张春梅(1978—), 女, 甘肃酒泉人, 副教授, 主要从事土壤培肥与改良研究工作。联系电话: (0)13909360385。

E-mail: zazcm197828@163.com

中催芽24 h, 挑选发芽势基本一致的种子播种于20 cm × 30 cm瓦盆中, 瓦盆装田间表层壤土3.5 kg, 保持田间最大持水量为29.8%。每盆播15粒, 共20盆。在光照强度300~350 Lx、12 h光照/12 h黑暗、28 ℃、相对湿度60%~80%条件下培养。3叶1心后停止浇水, 使土壤水分缓慢降低。以土壤含水量占最大持水量60%时为对照(CK), 占最大持水量35%时为重度干旱(处理I), 占最大持水量32%时为深重度干旱(处理II), 分别以复水后24 h、48 h为处理III、处理IV。

### 1.3 测定项目及方法

取玉米心叶1~2片, 叶片相对含水量用称重法测定, 叶片水势用压力室法测定, 叶片质膜透性以电导率法测定, 可溶性糖含量用蒽酮法测定, 可溶性蛋白含量以考马斯亮蓝G-250法测定, 脯氨酸含量用茚三酮比色法测定, 超氧化物歧化酶活性用氮蓝四唑(NBT)分光光度法测定, 过氧化物酶活性以愈创木酚法测定, 过氧化氢酶活性用紫外吸收法测定<sup>[6]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 干旱及复水对叶片相对含水量、水势和细胞膜透性的影响

图1、图2、图3表明, 干旱胁迫导致玉米苗期叶片相对含水量、细胞水势降低, 细胞膜透性增加, 复水后各指标迅速恢复。干旱处理前, 2个玉米品种间无明显差异, 重度干旱(处理I)时品种间细胞水势和细胞膜透性均差异明显, 抗旱性强的品种农大108细胞水势下降、细胞膜透性增加幅度均较小。叶片深重度干旱(处理II)时, 不同玉

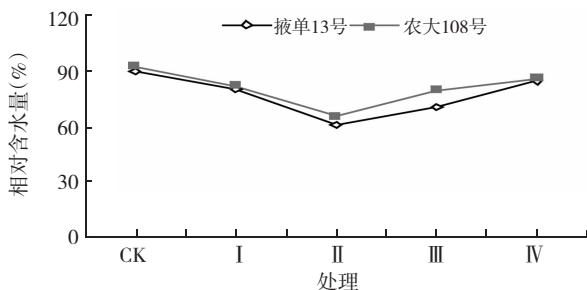


图1 干旱复水对玉米苗期叶片相对含水量的影响

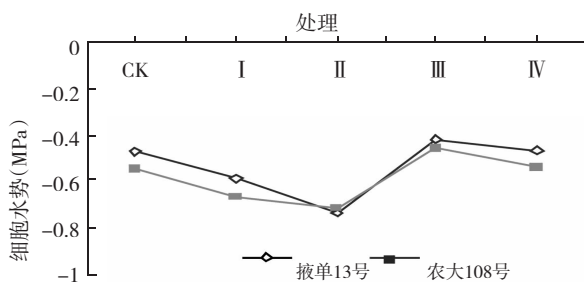


图2 干旱复水对玉米苗期叶片水势的影响

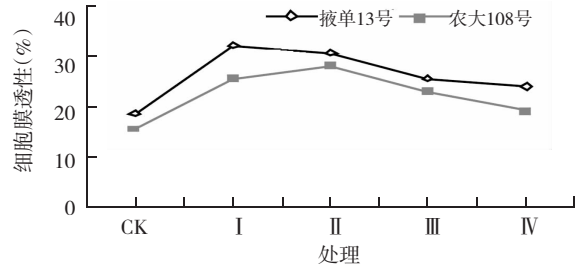


图3 干旱复水对玉米苗期叶片细胞膜透性的影响

米品种叶片的相对含水量和细胞水势继续下降, 而农大108(抗旱性强)的细胞膜透性有适应性的恢复。复水24 h(处理III)后各指标迅速恢复, 表现出补偿性恢复, 细胞水势尤为明显, 出现超补偿效应。复水48 h(处理IV)后, 除相对含水量外, 其它指标补偿效应显著。

### 2.2 干旱及复水对叶片渗透调节物质含量的影响

由图4可知, 在干旱后复水条件下, 2个玉米品种叶片中的可溶性糖含量呈先上升后下降趋势, 在复水24 h(处理III)时达到最大, 此时农大108、掖单13的可溶性糖产生速率与对照相比分别提高了4.920%和4.264%, 其中掖单13号的升幅大于农大108, 表现出较弱的抗旱性, 可溶性糖的积累与品种的抗旱性呈负相关。

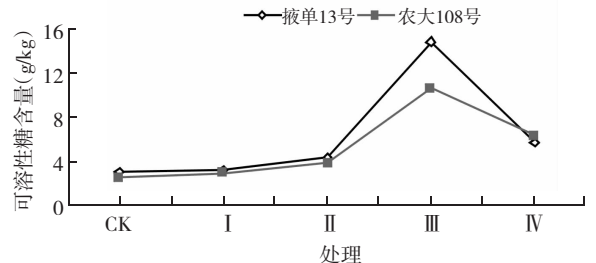


图4 干旱和复水对玉米苗期叶片可溶性糖含量的影响

由表1可知, 在干旱后复水条件下, 农大108、掖单13号两个品种的叶片中蛋白质在深重度干旱(处理II)时达最大, 此时两品种的蛋白质产生速率与对照相比分别提高了67.1%、209.6%, 掖单13号的增幅大于农大108, 表现出较弱的抗旱性, 蛋白质的积累与品种的抗旱性呈负相关。由图5可知, 玉米苗期叶片脯氨酸含量呈先上升后下降的趋势, 农大108、掖单13号叶片中脯氨酸在深重度干旱(处理II)时均达最大, 此时两品种的脯氨酸产生速率与对照相比分别提高了1.662%和1.476%, 其中掖单13号的

表1 干旱和复水的玉米苗期叶片蛋白质含量 g/kg

| 处理  | 品种    |       |
|-----|-------|-------|
|     | 掖单13号 | 农大108 |
| CK  | 0.047 | 0.116 |
| I   | 8.900 | 6.700 |
| II  | 9.900 | 7.900 |
| III | 5.600 | 3.700 |
| IV  | 3.900 | 4.600 |

增幅大于农大108,表现出较弱的抗旱性,且脯氨酸的积累与品种的抗旱性呈负相关。

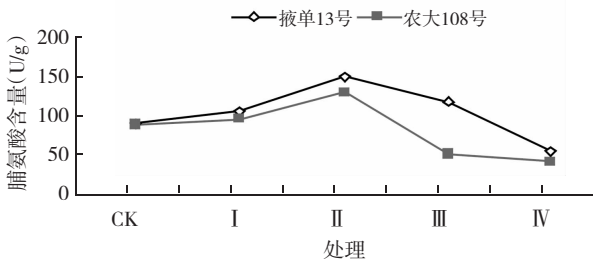


图5 干旱和复水对玉米苗期叶片脯氨酸含量的影响

2.3 干旱及复水对叶片抗氧化酶类含量的影响

SOD、POD和CAT是清除植物细胞活性氧最重要的抗氧化酶类,在植物抗氧化系统中发挥着重要作用。由图6可知,干旱复水条件下,SOD、POD和CAT含量均呈先上升后下降的变化趋势。农大108、掖单13号叶片中的SOD、POD和CAT含量均在深重度干旱(处理II)时达最大,此时两品种的SOD活性与对照相比分别提高了1.254%、1.269%、

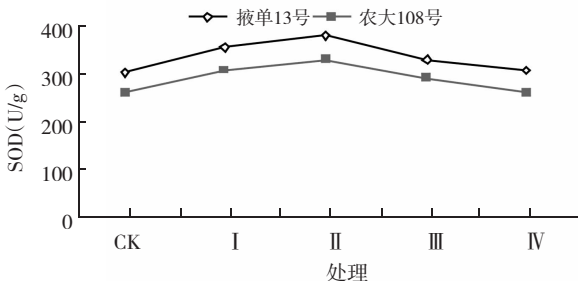


图6-a 干旱和复水对玉米叶片SOD含量的影响

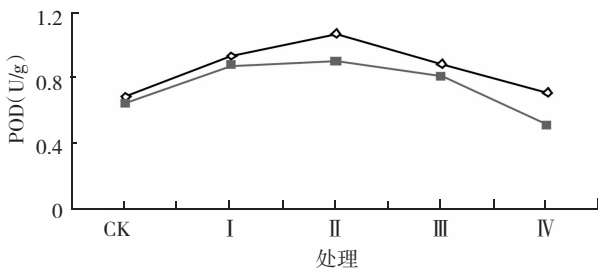


图6-b 干旱和复水对玉米叶片POD含量的影响

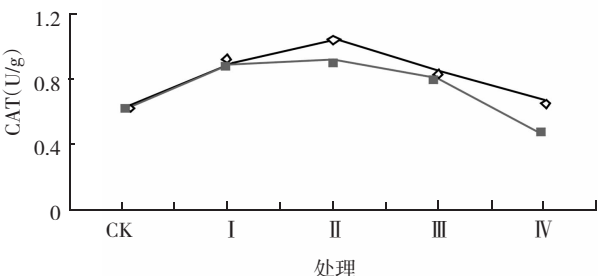


图6-c 干旱和复水对玉米叶片CAT含量的影响

图6 干旱和复水对玉米苗期SOD、POD和CAT含量的影响

POD含量分别提高了1.588%、1.413%,CAT含量分别提高了1.054%、1.009%,且掖单13号表现出较弱的抗旱性。CAT含量变化小于SOD和POD,表明在干旱和复水条件下,SOD和POD在清除活性氧和膜脂过氧化方面起重要作用。

3 小结与讨论

1) 玉米的渗透调节物质主要是可溶性糖,可溶性糖、蛋白质和脯氨酸的积累与品种的抗旱性呈负相关。本研究表明,玉米抗旱性与水分胁迫下抗氧化酶类活性呈显著负相关,抗旱性强的品种酶活性降低较小,抗旱性弱的降低较大,其中SOD和POD为玉米主要抗氧化酶。

2) 可溶性糖在植物抵抗干旱时起渗透调节的作用,并参与植物复水后生理恢复和修复过程。本试验中,抗旱性不同的两玉米品种叶片中的可溶性糖的含量在干旱复水条件下呈先上升后下降的变化趋势,与卜令铎等玉米研究的结果一致<sup>[3]</sup>。干旱逆境下可溶性糖含量增加是作物对干旱胁迫的一种适应性反应,水分缺失时糖主动积累,参与降低植物体渗透势,以利于植物体在干旱逆境下维持正常生长所需水分,提高其抗逆适应性。

3) 脯氨酸也是植物体内的重要渗透调节物质之一,在植物抵抗干旱时起渗透调节的作用,并参与植物复水后生理恢复和修复过程<sup>[7]</sup>。本试验中,抗旱性不同的两玉米品种叶片脯氨酸含量在干旱复水条件下呈先上升后下降的变化趋势,与张淑勇等、赵丽英等、马秀芳等玉米研究的结果一致<sup>[4,8-9]</sup>。这是因为干旱胁迫下植物通过大量积累脯氨酸来降低细胞渗透势,提高组织的持水力,对植物体内的酶和膜有保护作用。

4) 可溶性蛋白质是一种有效的渗透调节物,植物在失水时产生一些可溶性蛋白质,具有脱水保护功能。本试验中抗旱性不同的2个玉米品种叶片中的蛋白质的含量在干旱复水条件下呈先上升后下降的变化趋势,与白建芬等、邵艳军等玉米研究的结果一致<sup>[1,10]</sup>。这是因为在干旱胁迫下,随着土壤含水量的降低,可溶性蛋白质含量增加,起到渗透调节的作用并参与复水后修复工作。

5) 当植物受到水分胁迫时,SOD、POD、CAT等保护酶能维持活性氧自由基的产生与清除系统的平衡。本试验中抗旱性不同的2个玉米品种叶片中的抗氧化酶的含量在干旱复水条件下呈先上升后下降的变化趋势,与白建芬等、石喜等玉米研究的结果一致<sup>[1,11]</sup>。这是因为干旱导致细胞膜的过氧化而遭破坏,抗氧化酶系可消除超氧自由基,以减轻膜脂过氧化作用对膜结构的伤害。干旱下植



# 甘啤系列7个啤酒大麦品种在武威市的比较试验初报

徐银萍, 潘永东, 方彦杰, 包奇军, 刘建华

(甘肃省农业科学院经济作物与啤酒原料研究所, 甘肃 兰州 730070)

**摘要:** 在武威市对7个甘啤系列啤酒大麦品种进行了对比试验, 结果表明, 7个啤酒大麦品种均为春性品种, 穗形、授粉方式、粒色、籽粒形状无明显差异, 生育期为94~103 d, 品质表现较好。产量从高到低依次为甘啤7号、甘啤4号、法瓦维特、甘啤6号、甘啤3号、甘啤2号、甘啤5号。

**关键词:** 啤酒大麦; 甘啤系列; 品质; 产量; 武威市

**中图分类号:** S512.31 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1463(2014)01-0006-03

doi:10.3969/j.issn.1001-1463.2014.01.002

## A Preliminary Report on Comparative Experiment of 7 Malting Barley Varieties of Ganpi Series in Wuwei City

XU Yin-ping, PAN Yong-dong, FANG Yan-jie, BAO Qi-jun, LIU Jian-hua

(Institute of Economic crops and Beer Materials, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China)

**Abstract:** The 7 malting barley varieties of Ganpi series were planted in Wuwei city. The results showed that 7 malting barley varieties were spring varieties, there were no significant differences in ear shape, pollination, grain color and shape, the growth period of 94 ~ 103 days, and their quality performance was better. The yield order from high to low of seven varieties is: Ganpi 7, Ganpi 4, Favovit, Ganpi 6, Ganpi 3, Ganpi 2, Ganpi 5,

**Key words:** Malting barley; Ganpi series; Quality; Grain yield; Wuwei city

近年来, 随着啤酒的消费量及产量不断增长, 啤酒大麦的需求量逐年增加。据中国副食流通协

收稿日期: 2013-11-05

基金项目: 甘肃省农业科学院农业科技创新专项(2012GAAS15-4); 国家大麦青稞产业技术体系(CARS-05)

作者简介: 徐银萍(1978—), 女, 甘肃民勤人, 助理研究员, 主要从事啤酒大麦育种和栽培研究工作。E-mail: xuyinping7810@163.com

通讯作者: 潘永东(1962—), 男, 甘肃武威人, 研究员, 主要从事啤酒大麦育种和栽培研究工作。E-mail: panyongdong1010@163.com

株通过提升酶活性来适应干旱环境, 抗旱性较强的品种有较强的适应能力, 所以酶活性上升程度较高; 复水后由于品种抗旱性的不同, 各指标的恢复速率和程度也不同。

### 参考文献:

- [1] 白建芬, 裴玉贺, 赵秋霞, 等. 干旱胁迫下玉米幼苗几种生理生化指标的变化[J]. 山东农业科学, 2012, 44(3): 25-28.
- [2] 杨国虎. 玉米抗旱性的鉴定指标及遗传育种研究进展[J]. 甘肃农业科技, 2002(10): 19-21.
- [3] 卜令铎, 张仁和, 韩苗苗, 等. 干旱复水激发玉米叶片补偿效应的生理机制[J]. 西北农业学报, 2009, 18(2): 88-92.
- [4] 赵丽英, 邓西平, 山 仑. 持续干旱及复水对玉米幼苗生理生化指标的影响研究[J]. 中国生态农业学报, 2004, 12(3): 59-61.
- [5] 王 静, 杨德光, 马凤鸣, 等. 水分胁迫对玉米叶片可溶性糖和脯氨酸含量的影响[J]. 玉米科学, 2007, 15(6): 57-59.
- [6] 高俊凤. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 2005.
- [7] 赫买良, 韩晓玲, 权麻玉, 等. 脯氨酸累积与植物的耐盐性[J]. 甘肃农业科技, 2006(12): 22-24.
- [8] 张淑勇, 国 静, 刘 炜, 等. 玉米苗期叶片主要生理生化指标对土壤水分的响应[J]. 玉米科学, 2011, 19(5): 68-72, 77.
- [9] 马秀芳, 沈秀瑛, 杨德光, 等. 不同耐旱性玉米品种对干旱的生理生化反应[J]. 沈阳农业大学学报, 2002, 33(3): 167-170.
- [10] 邵艳军, 山 仑, 李广敏. 干旱胁迫与复水条件下高粱、玉米苗期渗透调节及抗氧化比较研究[J]. 中国生态农业学报, 2006, 14(1): 68-70.
- [11] 石 喜, 王密侠, 姚雅琴, 等. 水分亏缺对玉米植株干物质累积、水分利用效率及生理指标的影响[J]. 干旱区研究, 2009, 26(3): 59-61.

(本文责编: 陈 伟)