

# 播种后低温持续时间对春玉米苗期生理指标的影响

陆至远, 李文莹, 王宏斌, 梁曦彤, 王洪预, 陈勇, 吕小飞, 李秋祝\*, 崔金虎\*  
(吉林大学植物科学学院, 长春 130062)

**摘要:** 培养箱模拟试验, 以金产5号为材料, 设置播种温度为7℃, 低温持续时间为9 d(处理1)和14 d(处理2)2个处理。在三叶期测定还原性糖含量、过氧化物酶活性等生理指标。结果表明, 还原糖含量、可溶性蛋白含量、根系活力处理1显著高于处理2; POD活性和SOD活性处理1显著低于处理2, CAT活性处理1略高于处理2, 但无显著性差异。播种后低温持续时间对叶绿素含量、过氧化氢酶活性无显著性影响, 说明长期低温对植株苗期的生理代谢、根系活力造成损伤, 植株通过提高POD、SOD酶活性缓解低温对植物体造成的伤害。

**关键词:** 春玉米; 低温胁迫; 生理指标

中图分类号: S513.01

文献标识码: A

文章编号: 1003-8701(2016)05-0034-03

## Effect of Low Temperature Duration on Physiological Indexes of Spring Maize at Seedling Stage

LU Zhiyuan, LI Wenying, WANG Hongbin, LIANG Xitong, WANG Hongyu, CHEN Yong, LYU Xiaofei, LI Qiuzhu\*, CUI Jinhu\*

(College of Plant Science, Jilin University, ChangChun 130062, China)

**Abstract:** JinChan 5 was used as the material in the test and the temperature was setting to 7℃. The time duration was 9 days (T1) and 14 (T2) days. The reducing sugar content, peroxidase activity and other physiological indexes at third leaf stage were determined. The results showed that reducing sugar content, soluble protein content and root activity were significantly higher at T1 than T2. The peroxidase activity and SOD activity were significantly lower at T1 than T2. The hydrogen peroxide enzyme content was slightly higher at T1 than T2, however, there was no significant difference. There were no significant effects on the chlorophyll content and catalase activity in the test. The results suggested that long-term low temperature caused damage to the physiological metabolism and root activity of plants at the seedling stage. Plants ease low temperature damage by increasing the activity of peroxidase and SOD activity.

**Key words:** Spring maize; Low temperature stress; Physiological index

玉米种子发芽需要合适的温度、足够的水分和氧气。中国玉米生产上长期遭受低温冷害的影响, 平均每年因低温冷害造成农作物受灾面积超过364万hm<sup>2</sup>。东北地区发生低温冷害危害尤为频繁, 一般3~5年就遭遇一次较为严重的低温冷害, 通常造成减产15%以上, 对玉米品质也造成较大影响<sup>[1-2]</sup>。因此, 低温冷害严重影响了玉米的正常生长, 导致玉米的产量和品质下降, 给农

com

业生产带来了较大损失<sup>[1]</sup>。高灿红等<sup>[3]</sup>通过对玉米幼苗根、中胚轴和胚芽鞘3个部位过氧化氢酶、过氧化物酶和脯氨酸含量变化及与耐寒性的关系研究指出, 玉米幼苗中胚轴对低温反应最敏感。在正常条件下, 超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)等抗氧化剂维持平衡状态, 低温下可以保护膜结构, 减轻有毒物质对生物细胞的毒害。延迟或阻止细胞结构的破坏, 从而使植物能在一定程度上忍抗、减缓或抵抗逆境胁迫<sup>[4-7]</sup>。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验材料

供试品种为金产5号, 吉林省金农种业有限

收稿日期: 2016-04-26

基金项目: 公益性行业(气象)科研专项(GYHY201206018-05); 吉林大学大学生创新实验项目(2014A82369)

作者简介: 陆至远(1994-), 男, 在读硕士, 农学专业。

通讯作者: 崔金虎, 男, 博士, 教授, E-mail: cuijinhu@163.com

李秋祝, 女, 博士, 副教授, E-mail: liqiuzhuwhy@sina.

责任公司选育,2012年通过吉林省品种审定委员会审定(吉审玉2012003),出苗至成熟112 d,需 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温 $2\ 150^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ 左右,是典型的早熟春玉米品种,适宜种植区域为吉林省白山、延边、东部山区和半山区等玉米早熟区。

## 1.2 试验方法

以320 mL一次性杯子为培养器皿,每杯装土300 g(干重),选择形态完整、大小一致的金产5号种子,每杯播种2粒。

依据2004~2013年长春地区温度数据和2012~2013年农安、双阳土壤湿度数据(由吉林省气象局提供),模拟东北地区田间春季土壤湿度情况,设置处理1播种温度 $7^{\circ}\text{C}$ 持续9 d,土壤湿度82.7%~91.5%,播后10~18 d土壤温度 $9^{\circ}\text{C}$ ,土壤湿度82.0%~88.1%,播后19~20 d土壤温度 $11^{\circ}\text{C}$ ,土壤湿度85.1%~86.3%;处理2播种温度 $7^{\circ}\text{C}$ 持续14 d,土壤湿度82.7%~91.5%,播后15~23 d土壤温度 $9^{\circ}\text{C}$ ,土壤湿度82.0%~88.1%,播后24~29 d土壤温度 $11^{\circ}\text{C}$ ,土壤湿度85.1%~86.3%。

## 1.3 测定指标

玉米出苗后,在三叶期测定超氧化物歧化酶(SOD)活性、过氧化物酶(POD)活性、过氧化氢酶(CAT)活性、还原糖含量、可溶性蛋白含量及根系活力。

## 1.4 数据处理

应用Excel 处理数据,SPSS19.0统计分析试验数据。

# 2 结果与分析

## 2.1 不同处理对金产5号保护酶系统(POD、CAT、SOD)活性的影响

过氧化物酶(POD)在植物体内主要有两方面的作用,一方面与植物正常的形态发生和形态建成有关,在植物的生长、发育过程中起作用;另一方面与植物的抗逆性有关,包括抗旱、抗寒、抗盐、抗病等,是植物保护酶系的重要保护酶之一<sup>[8]</sup>。处理2的过氧化物酶活性显著高于处理1,是处理1的2.1倍(表1)。说明植株通过提升过氧化物酶活性来抵御低温对植株造成的损伤。

由表1可知,处理1的过氧化氢酶(CAT)活性比处理2高 $0.110\mu\text{mol/g}$ ,但两者无显著性差异,说明低温持续时间对过氧化氢酶活性无显著影响。

超氧化物歧化酶(SOD)是一种能够催化超氧化物通过歧化反应转化为氧气和过氧化氢的

酶<sup>[9]</sup>。植物中的SOD构成了消除由环境胁迫引起的活性氧(reactive oxygen species, ROS)的重要体系,植物体内这类酶的高表达可以在胁迫条件下降低ROS对植物造成的损害<sup>[10]</sup>。由表1可知,处理2的SOD活性比处理1高出1.9倍,说明长时间低温能够促使SOD活性提高。SOD活性升高说明

表1 不同处理对金产5号保护酶系统活性的影响

处理	过氧化物酶 (U/g·min)	过氧化氢酶 ( $\mu\text{mol/g}$ )	超氧化物 歧化酶(U/g)
1	544b	0.697a	34.8b
2	1180a	0.587a	102.5a

注:数据分析显著性水平为0.05,下同

植株受环境胁迫程度加深。

## 2.2 不同处理对金产5号根系活力、叶绿素含量、蛋白及还原性糖含量的影响

由表2可知,处理1的根系活力是处理2的4.7倍,说明长时间低温处理对植株苗期的根系活力造成抑制作用,不利于植株对养分的吸收和水

表2 不同处理对金产5号根系活力、叶绿素含量、可溶性蛋白含量及还原性糖含量的影响

处 理	根系活力 (mg/g·h)	叶绿素含量 (mg/g)	可溶性蛋白 含量(mg/g)	还原性糖含 量(%)
1	64.00a	1 868a	0.002 75a	0.326a
2	13.57b	1 908a	0.001 68b	0.113b

分的获取。

叶绿素是绿色叶片用于捕获光能的重要物质,其含量的高低直接影响光合作用的水平、植物对光能的利用和干物质的积累,从而增强对低温胁迫的忍耐力<sup>[11]</sup>。由表2可知,处理1的叶绿素含量略低于处理2,但差异不显著,说明低温持续时间相差5 d对植株苗期叶片叶绿素含量影响较小。

低温胁迫可影响可溶性蛋白含量(表2),处理1的可溶性蛋白含量是处理2的1.6倍,说明长时间的低温降低了可溶性蛋白含量,细胞的持水能力下降,不利于植株生长。

还原性糖是植物组织中重要的渗透调节物质,在逆境条件下,春玉米通过分解大分子形成还原性糖,增加细胞的渗透调节能力,同时还原性糖是植物细胞碳水化合物的重要来源。由表2可知,处理1的还原性糖含量是处理2的2.9倍,说明低温持续时间过长,会对植株细胞的渗透调节造成伤害,植株苗期叶片还原性糖含量显著下

降,可能是由于低温状态下加速了植物的生理代谢,增加了还原性糖的消耗。

### 3 结论与讨论

本试验结果表明:处理1根系活力显著高于处理2,这与曹宁等<sup>[12]</sup>关于低温抑制玉米根系生长的研究结果一致。处理2的SOD活性和过氧化物酶活性显著高于处理1,与徐田军等<sup>[13]</sup>的研究结果,在轻度胁迫(低温胁迫2~3 d)下施加聚糠萘合剂使玉米幼苗SOD、POD活性上升,而CAT的活性呈下降的趋势,虽然处理方法不同,但结果具有相似性,与崔洪秋等<sup>[14]</sup>的研究结论具有相似性,但由于品种和温湿度条件的不同具有一定的差异性。说明持续低温易对植物体造成损伤,对植株苗期的根系生长及植株的生理代谢造成不利影响。

综上所述,春玉米播种后低温持续时间不宜过长。

#### 参考文献:

- [ 1 ] 郑涵琪,梅碧蓉,李祥艳,等.玉米低温发芽研究进展[J].农业与技术,2014,34(7):86,100.
- [ 2 ] 马树庆,袭祝香,王琪.中国东北地区玉米低温冷害风险评估研究[J].自然灾害学报,2003,12(3):137-141.
- [ 3 ] 高灿红,胡晋,郑响晔,等.玉米幼苗抗氧化酶活性、脯氨酸含量变化及与其耐寒性的关系[J].应用生态学报,2006,17(6):1045-1050.
- [ 4 ] 胡文河,于飞,谷岩,等.低温对孕穗期玉米根系生理特性的影响[J].华南农业大学学报,2014,35(4):26-30.
- [ 5 ] 闫洪奎,刘祥,王会广,等.低钾胁迫下耐低钾玉米可溶性蛋白、可溶性糖和钾含量的变化及其关系[J].玉米科学,2012,20(6):81-84.
- [ 6 ] 曹锡清.膜质过氧化对细胞与机体的作用[J].生物化学与生物物理学进展,1986(2):17-23.
- [ 7 ] 王国莉,郭振飞.植物耐冷性分子机理的研究进展[J].植物学通报,2003,20(6):671-679.
- [ 8 ] 蒋选利,李振岐,康振生.过氧化物酶与植物抗病性研究进展[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2001,29(6):124-129.
- [ 9 ] 董亮,何永志,王远亮,等.超氧化物歧化酶(SOD)的应用研究进展[J].中国农业科技导报,2013,15(5):53-58.
- [ 10 ] 窦俊辉,喻树迅,范术丽,等.SOD与植物胁迫抗性[J].分子植物育种,2010,8(2):359-364.
- [ 11 ] 原立地,顾万荣,孙继,等.DCPTA对低温胁迫下玉米幼苗叶片叶绿素含量及其荧光特性的影响[J].作物杂志,2012(5):63-67.
- [ 12 ] 曹宁,符力,张玉斌,等.低温对玉米苗期根系生长及磷养分吸收的影响[J].玉米科学,2008,16(4):58-60.
- [ 13 ] 徐田军,董志强,兰宏亮,等.低温胁迫下聚糠萘合剂对玉米幼苗光合作用和抗氧化酶活性的影响[J].作物学报,2012,38(2):352-359.
- [ 14 ] 崔洪秋,任翠梅,谢贤,等.低温早播对玉米苗期生理指标和产量的影响[J].玉米科学,2015,23(6):65-70.

(责任编辑:范杰英)