

低温胁迫对玉米萌发出苗期生理生化指标的影响

耿艳秋¹, 李大勇¹, 吴莹¹, 任景全², 李建平², 尹小飞³, 姚渝丽^{1,4*}, 郭春明^{2*}

(1. 吉林农业大学农学院, 长春 130118; 2. 吉林省气象科学研究所, 长春 130062; 3. 江西省气象台, 南昌 330096; 4. 内蒙古自治区新天元防灾减灾研究院, 呼和浩特 010051)

摘要: 选用吉林省主栽品种先玉 335 和对照品种郑单 958, 在人工气候箱内采用土培法, 研究不同低温处理对玉米萌发出苗期子粒生理生化指标的影响, 为东北地区适时春播提供理论依据。试验设 4℃、6℃、8℃、10℃、12℃、15℃ 6 个温度处理, 15℃ 作为对照。试验结果表明 8℃ 以下低温, 对玉米种子萌发出苗造成较重的生理伤害。可溶性蛋白含量变化趋势不明显, 丙二醛含量升高, POD 活性增加, 而 SOD 活性和 CAT 活性迅速下降。在大于 10℃ 条件下, 随着温度的升高可溶性蛋白含量降低, 种子能正常萌发出苗, 且 15℃ 的出苗率明显高于 12℃ 的出苗率。

关键词: 低温胁迫; 玉米; 可溶性蛋白; 丙二醛; 保护酶

中图分类号: S513.041

文献标识码: A

文章编号: 1003-8701(2016)06-0011-05

Effect of Chilling Stress on Physiological and Biochemical Indexes of Corn at Seed Germination and Seedling Growth Stage

GENG Yanqiu¹, LI Dayong¹, WU Ying¹, REN Jingquan², LI Jianping², YIN Xiaofei³, YAO Yuli^{1,4*}, GUO Chunming^{2*}

(1. College of Agronomy, Jilin Agricultural University, Changchun 130118; 2. The Meteorological Science Institute of JiLin Province, Changchun 130062; 3. Meteorological Observatory of Jiangxi Province, Nanchang 330096; 4. The Inner Mongolia Autonomous Region Xintianyuan Disaster Prevention and Reduction Research Institute, Huhehot 010051, China)

Abstract: Effect of different low temperature on physiological and biochemical indexes of corn had been studied for timely sowing in seed germination and seedling growth. Six average temperatures were designed as 4℃, 6℃, 8℃, 10℃, 12℃ and 15℃, and two varieties of corn 'Xianyu 335' and 'Zhengdan 958' were used. The result showed that corn seed germination and seedling growth were damaged under 8℃. Soluble protein content had no obvious change in corn seed, MDA content and POD activity increased, but SOD activity and CAT activity dropped rapidly under 8℃. Corn seed could not grow and develop normally above 10℃. Soluble protein content was reduced in corn seed with the increase of temperature. Seed germinating rate at 15℃ was better than at 12℃.

Key words: Chilling stress; Corn; Soluble protein; MDA; Protective enzyme

玉米是喜温作物, 温度对玉米的生长发育及体内的生理生化过程起到了重要的作用。玉米种子的萌发和生长发育过程都需要一定的温度条件, 且达到一定的有效积温, 才能正常萌发和生长。而东北地区气温普遍较低, 容易发生低温冷害。玉米生长季积温不足, 生长发育较慢, 成熟

期推迟, 从而发生低温冷害导致玉米大幅度减产。低温冷害是限制东北地区玉米生产的主要因素。而玉米是吉林省的主要粮食作物, 由于低温冷害, 玉米产量在年际间波动较大, 质量也大受影响。吉林省春播玉米时要保证一定的温度条件, 使玉米早出苗, 出壮苗, 为后期争得更多的积温。但播种时如果温度过低, 将使玉米种子发芽缓慢, 甚至导致种子发霉或腐烂, 最终造成玉米出苗率显著下降和苗质量不高, 给玉米生产带来不利影响。所以, 在吉林省春播玉米区, 研究低温冷害对玉米种子萌发及出苗率的影响非常重要, 为玉米产量的增加提供条件。为此本研究选

收稿日期: 2016-06-18

基金项目: 公益性行业(气象)科研专项(GYHY201206018)

作者简介: 耿艳秋(1975-), 女, 副教授, 博士, 从事作物栽培研究。

通讯作者: 姚渝丽, 女, 教授, E-mail: 1686099378@qq.com

郭春明, 男, 高级工程师, E-mail: Gch8188@sina.com

用吉林省主栽品种先玉 335 和郑单 958 进行萌发期低温处理,探讨低温对玉米萌发出苗期可溶性蛋白含量、丙二醛和保护酶活性等生理生化指标的影响,为研究玉米抗冷性生理生化机制、进行抗冷性育种和适时抢墒播种提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验选用先玉 335 和郑单 958 两个玉米品种。

1.2 试验方法

试验采用盆栽土培法,在人工气候箱内进行培育。土壤为吉林农业大学试验田 0~20 cm 耕层黑土,土壤自然晾晒风干。试验用盆为 20 cm×15 cm×17 cm 塑料盆。设 6 个平均温度水平 T1、T2、T3、T4、T5、T6,分别为:4℃、6℃、8℃、10℃、12℃、15℃,15℃作为对照。土壤相对含水量控制在 60%~70%。试验过程中每日采取称重法进行控水补水。

试验分两组进行,一组用于观察子粒发芽出苗,每盆播种 100 粒,每组 3 次重复,另外一组用于

测定生理指标。

1.3 取样分析

观察出苗率;可溶性蛋白含量测定用考马斯亮蓝法;丙二醛含量采用巴比妥酸显色法测定;超氧化物歧化酶活性测定用 NBT 光还原法;过氧化物酶采用愈创木酚法;过氧化氢酶用紫外吸收法。

生理生化指标处理时间为 3 d、5 d、7 d、10 d。

2 结果与分析

2.1 低温胁迫对玉米种子出苗率的影响

由表 1 可以看出,4℃和 6℃低温条件下,郑单 958 的出苗率明显高于先玉 335,说明低温对先玉 335 的破坏性更大,郑单 958 抗低温性优于先玉 335。在 8℃、10℃低温处理下,先玉 335、郑单 958 均可出苗,但未达到出苗发育水平,先玉 335 出苗率高于郑单 958。12℃、15℃处理,先玉 335 和郑单 958 都正常出苗,先玉 335 出苗率高于郑单 958。先玉 335 在 12℃时出苗率低于对照 11%,郑单 958 低于对照 5%。

表 1 各温度处理条件下出苗率 %

品种	4℃	6℃	8℃	10℃	12℃	15℃
先玉 335	3	4	62	75	80	91
郑单 958	30	53	58	57	69	74

2.2 低温胁迫对玉米种子可溶性蛋白含量的影响

蛋白质是构成原生质的基础物质,在作物的生长发育过程中,细胞的生长和分裂以及新细胞的形成都必须有蛋白质的参与。由图 1 可以看出,4℃、6℃处理条件下,可溶性蛋白含量随时间变化趋势不明显,保持较高的水平。8℃以上各处

理条件下,随着处理时间的加长,可溶性蛋白含量下降,温度越高可溶性蛋白含量越低。分析原因,可能是因为温度越高,根系越发达,呼吸作用越强,物质和能量转换更加旺盛,部分蛋白质作为底物参与呼吸代谢,水解为氨基酸,供幼苗生长需要。相同温度条件下先玉 335 的可溶性蛋白含量高于郑单 958。

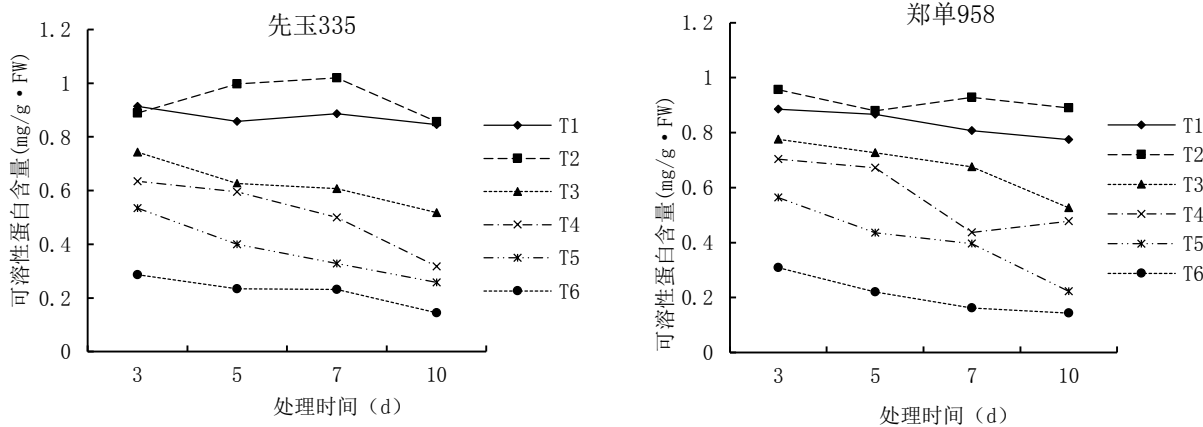


图 1 低温胁迫对可溶性蛋白含量的影响

2.3 低温胁迫对玉米种子丙二醛(MDA)含量的影响

由图2可以看出,两品种玉米幼苗经不同低温胁迫处理,MDA含量变化趋势不同,但整体来看都随着胁迫温度的增加呈下降的趋势。先玉

335 MDA含量随着胁迫时间的增加而逐渐增加,到第7天含量达到最大值。郑单958在处理的前5天一直是增加的趋势,到第7天下降到最低,之后又有缓慢的增加,但含量低于先玉335。

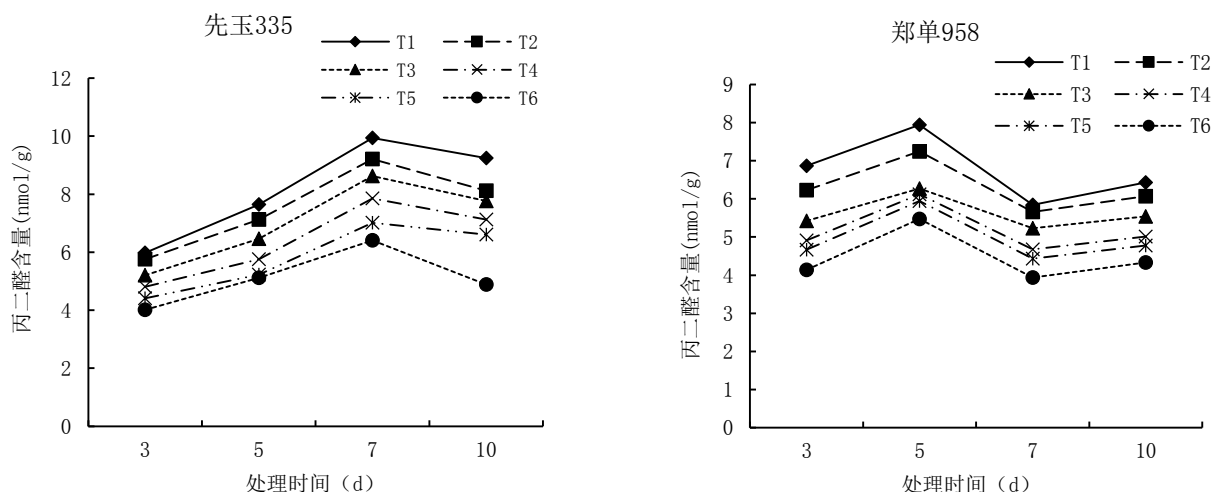


图2 低温胁迫对丙二醛含量的影响

2.4 低温胁迫对玉米种子保护酶活性的影响

2.4.1 低温胁迫对玉米种子超氧化物歧化酶(SOD)活性的影响

植物在逆境条件下具有较高的保护酶系统,可有效地清除 $O_2^{\cdot-}$ 。在保护酶中,SOD能将 $O_2^{\cdot-}$ 清除为 H_2O_2 ,而CAT和POD可将 H_2O_2 进一步清除为 H_2O ,三者协同作用使自由基维持在较低水平,从而避免膜伤害^[1-3]。由图3可看出,温度越高,SOD活性越低。在4℃和6℃低温条件下,SOD活性随着处理时间的加长,总体表现为先升高后下降的

趋势,第5天达到极值,之后迅速降低。在8℃以上条件下,SOD活性随着处理时间的加长,表现为先升高后下降的趋势,第7天达到极值,之后逐渐降低。4℃和6℃低温胁迫5 d以后SOD活性迅速下降,说明活性氧的产生与清除之间的平衡遭到破坏,膜的伤害较严重。8℃以上低温处理第7天以后SOD活性下降。是因为酶活性有一个阈值,底物含量越来越少,SOD对细胞的保护作用随胁迫时间的延长而逐渐降低。

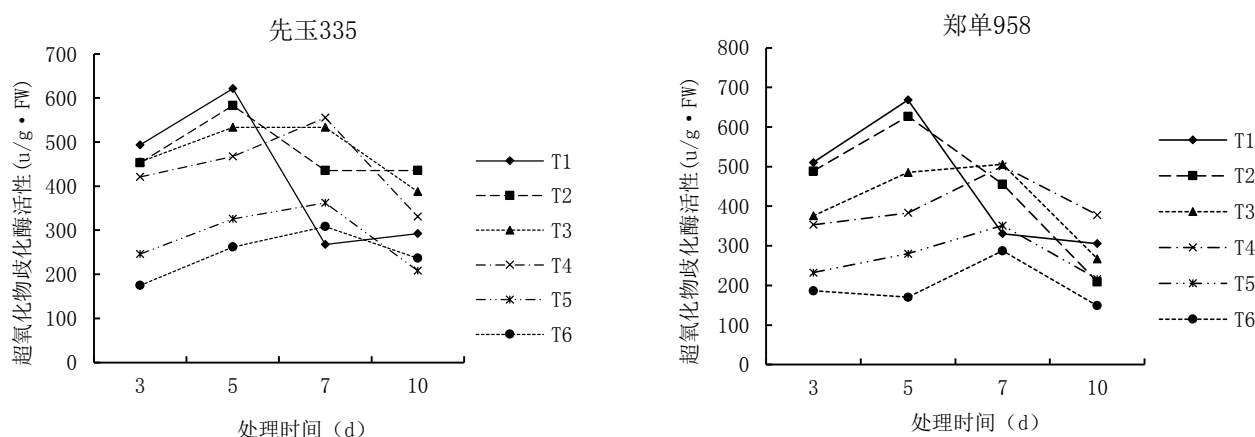


图3 低温处理条件下不同品种超氧化物歧化酶活性

2.4.2 低温胁迫对玉米种子过氧化物酶(POD)活性的影响

图4为两品种在低温处理下的POD活性的变化,经不同程度的低温胁迫处理,先玉335 POD活性随着胁迫时间的延长一直处于上升的趋势,

处理天数相同时表现为 $T1 > T2 > T3 > T4 > T5 > T6$ 。郑单958 POD活性呈先降低后升高的变化趋势,在第5天下降到最低值,之后POD活性逐渐升高,但上升幅度小于先玉335。

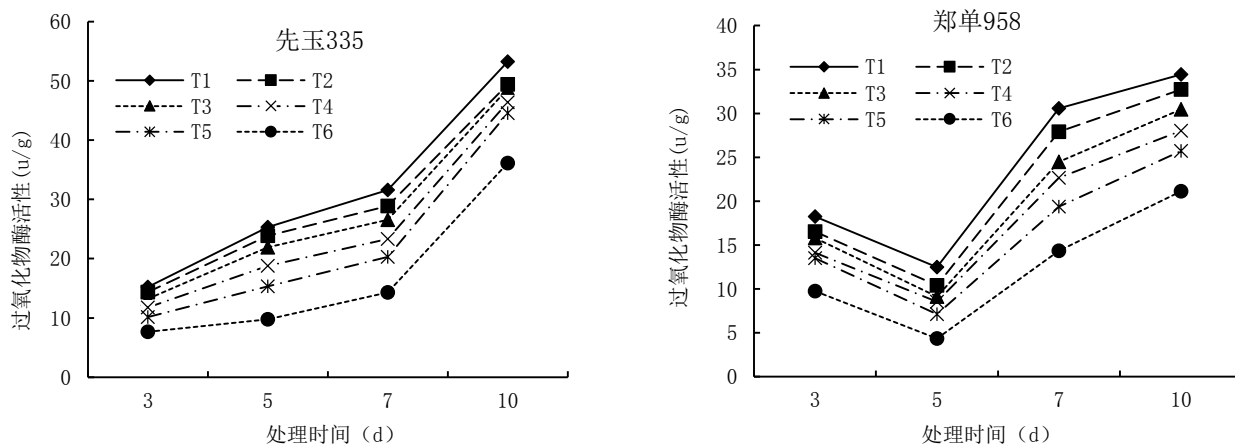


图4 低温处理条件下不同品种过氧化物酶活性

2.4.3 低温胁迫对玉米种子过氧化氢酶(CAT)活性的影响

由图5可以看出,两品种在低温胁迫下CAT活性的变化趋势不同。先玉335在第3天活性最

大,随着胁迫时间的延长而活性降低。郑单958的CAT活性表现为先上升后下降的趋势,在第5天活性达到最大值。同一温度处理下,郑单958的活性要大于先玉335的活性。

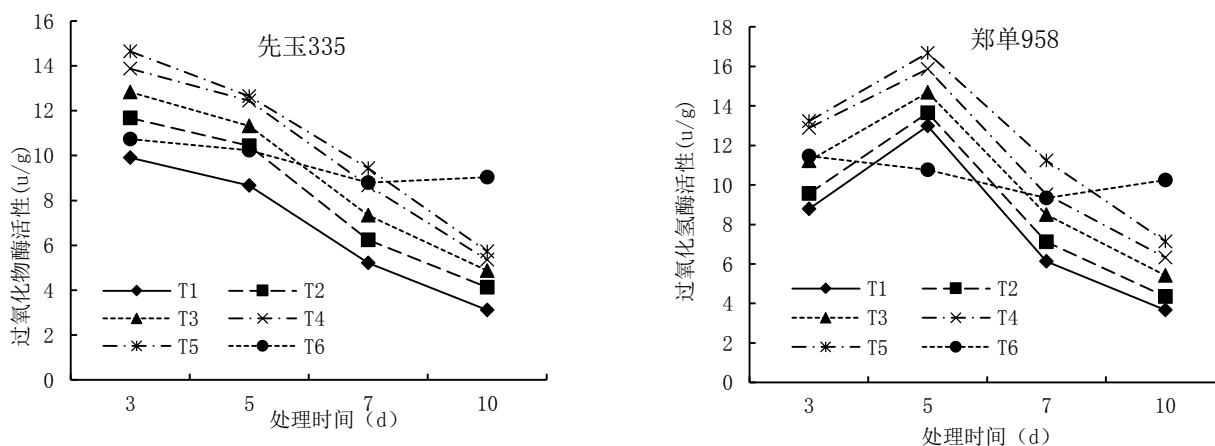


图5 低温处理条件下不同品种过氧化氢酶活性

3 结论与讨论

本试验研究结果表明,胁迫温度越低,可溶性蛋白含量越高。前人研究表明低温胁迫首先促使玉米幼苗蛋白质降解^[4],而低温持续时间增长诱导生成逆境蛋白,以改善玉米幼苗适应低温胁迫的能力^[5],从而使玉米组织内的蛋白质含量又升高。MDA是由自由基引起的脂质氧化的主要氧化产物,其含量高低反映了脂质的氧化程度。本研究中,两品种在低温处理下MDA含量均有不同程度的上升,但先玉335上升幅度大于郑单958,说明低温使玉米细胞质膜过氧化,细胞膜受到破坏,并且先玉335破坏程度更大。高桂花等^[6]研究表明,在4℃低温条件下,SOD活性变化趋势为先降低后升高,POD的活性是略有降低后又大幅升高。马凤鸣等^[7]研究认为经不同程度的低温

胁迫处理,4个品种幼苗的POD活性呈现先降低后增高的趋势,SOD活性和CAT活性都是先升后降的变化趋势。而本试验结果表明,随着胁迫温度的升高,SOD活性迅速下降,POD的活性先玉335为一直上升,郑单958先降低后大幅升高,CAT活性先玉335为一直下降的趋势,郑单958为先升高后降低的趋势。说明低温胁迫损伤了保护酶的结构,降低了其活性,因此保护酶可以用来衡量玉米苗期抗寒性的强弱。这一结果与前人的结论基本相同。

本试验研究表明,8℃以下低温胁迫,可对玉米种子萌发及出苗造成较重的生理伤害。持续低温对种子的发芽势和发芽率都有一定程度的影响,可造成玉米种子发芽缓慢,甚至导致玉米种子发霉或腐烂。此外,低温常伴随阴雨天气,土壤湿度大,最终致使农田出苗率明显降低。部分

地区在地温稳定达到8~10℃以上时开始播种,虽然8~10℃低温能使种子萌动出芽,但如果低温持续时间过长,超过了保护酶对细胞保护的阈值,不仅延长了种子的出芽时间,还会造成细胞膜的破坏,最终无法正常成苗。在大于10℃条件下,随着温度的升高可溶性蛋白含量降低,种子能正常萌发出苗,且15℃的出苗率明显高于12℃的出苗率。本试验研究表明,在低温胁迫条件下,郑单958的可溶性蛋白含量和丙二醛含量比先玉335的低,保护酶活性强,抗冷性更强。

参考文献:

- [1] 王宝山.生物自由基与植物膜伤害[J].植物生理学通讯,1998(2):12-16.
- [2] 王振镒,郭嵩光,罗散萍.水分胁迫对玉米SOD和POD活力及同工酶的影响[J].西北农业大学学报,1989,17(2):45-49.
- [3] 蒋明义,荆家海,王韶唐.水分胁迫与植物膜脂过氧化[J].西北农业大学学报,1991,19(2):88-94.
- [4] 高素华.玉米低温冷害机理研究综述[J].气象科技,1997(4):37-43.
- [5] 熊冬金,李绩祥,荣先恒.PVAPEG预处理及低温胁迫下时对幼苗代谢的影响[J].南昌大学学报,1998,22(4):310-312.
- [6] 高桂花,王瑞兵,刘艳芳,等.低温胁迫下玉米幼苗生理变化的研究[J].河北农业科学,2006,10(4):16-19.
- [7] 马凤鸣,王 瑞,石 振.低温胁迫对玉米幼苗某些生理指标的影响[J].作物杂志,2007(5):41-45.

(责任编辑:范杰英)